

Л. И. ГУЛАК, И. Н. МАТЮЩЕНКО,
А. М. ГАВРИЛЕНКОВ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ ПИЩЕВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

*Рекомендовано Учебно-методическим объединением по образованию в области
технологии продуктов питания и пищевой инженерии в качестве учебного
пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по
направлению подготовки дипломированного специалиста 260200
«Производство продуктов питания из растительного сырья»*



Санкт-Петербург
2009

УДК 658.22:001.12
ББК 38.72
Г94

Рецензенты:

директор Центрально-Черноземного представительства ГОУ ДПО «Государственная академия повышения квалификации и переподготовки кадров для строительства и жилищно-коммунального комплекса России» *Н. Н. Пуцин*;
кандидат технических наук, доцент кафедры «Промышленное и гражданское строительство» ГОУ ВПО «Курский государственный технический университет» *С. В. Поветкин*

Г94 Гулак Л. И., Матющенко И. Н., Гавриленков А. М.

Проектирование производственных зданий пищевых предприятий:
учебное пособие. — СПб.: Проспект Науки, 2009. — 400 с.

ISBN 978-5-903090-27-3

В книге представлены основные правила выбора объемно-планировочных и конструктивных решений производственных зданий, принципы размещения зданий и сооружений в структуре генерального плана. Приведены основные положения и понятия о строительных материалах и их свойствах, санитарно-техническом оборудовании, эксплуатации, ремонте и реконструкции производственных зданий промышленных предприятий. Книга содержит материал, необходимый для курсового и дипломного проектирования.

Учебное пособие рекомендовано для студентов, обучающихся по направлению 260200 – Производство продуктов питания из растительного сырья. Оно может быть использовано студентами, обучающимися по направлениям 260300 – Технология сырья и продуктов животного происхождения, 260600 – Пищевая инженерия и 270100 – Строительство.

ISBN 978-5-903090-27-3

© Гулак Л. И., Матющенко И. Н.,
Гавриленков А. М., 2009
© ООО «Проспект Науки», 2009

Введение

Пищевая промышленность объединяет большое количество производств: хлебопекарное, макаронное, дрожжевое, кондитерское, пивоваренное и безалкогольных напитков, винодельческое, спиртовое, ликеро-водочных изделий, мясных и молочных продуктов и др.

Предприятия пищевой промышленности сооружаются преимущественно по типовым проектам.

Обычно они располагаются как отдельные объекты или объединяются в комбинаты, на которых продукция одного производства является сырьем для другого.

Знания строительного дела инженерам пищевых предприятий необходимы при проведении работ по реконструкции, расширению, техническому перевооружению и при комплектации поточных линий технологическим оборудованием.

При изучении дисциплины студенты должны получить общее представление о строительных материалах, их свойствах и области применения с учетом влияния на них производственной среды; знать: основные строительные конструкции, методы и этапы проектирования, а также основы санитарной техники, необходимой для обеспечения требуемых санитарно-гигиенических условий на рабочих местах.

Пособие предназначено для изучения курса «Основы строительного дела»: основ проектирования пищевых предприятий с использованием унифицированных, типовых объемно-планировочных и конструктивных решений при соблюдении действующих стандартов, технических условий и строительных норм.

Глава 1. СИСТЕМА ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАЗМЕЩЕНИЯ ЗДАНИЙ В СТРУКТУРЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

1.1. Состав и порядок разработки проектной документации

В зависимости от назначения и специализации производственной деятельности проектные организации выполняют следующие виды проектных работ:

- проектирование новых, расширение, реконструкция и техническое перевооружение действующих предприятий, зданий и сооружений различных отраслей промышленности, сельского хозяйства, энергетики и строительства;
- разработку схем и проектов районной планировки, проектов планировки и застройки городов, жилых районов и микрорайонов, и также других населенных пунктов, схем генеральных планов промышленных узлов;
- разработку типовых проектов;
- проектирование объектов, сооружаемых по иностранным лицензиям, на базе комплексного импортного оборудования и на основе компенсационных соглашений и контрактов с фирмами зарубежных стран;
- проектирование предприятий, зданий и сооружений для строительства за границей.

Состав, порядок разработки, согласования и утверждения проектно-сметной документации зависит от вида проектной работы. При этом стадийность разработки проектно-сметной документации устанавливается заказчиком в задании на проектирование и зависит от уровня типизации и технической сложности проектируемых объектов. Проектирование крупных сложных объектов строительства осуществляется в две стадии: проект со сводным сметным расчетом и рабочая документация со сметами. Проектирование предприятий, зданий и сооружений, строительство которых предусматривается по типовым и повторно применяемым проектам, а также для технически несложных объектов, осуществляется в одну стадию – рабочий проект со сводным сметным расчетом.

При двухстадийном проектировании вторая стадия выполняется после завершения первой. Материалы первой стадии – *проект* – совокупность описаний технического объекта, в котором даются пример-

ные объемы инвестиций, рассматривается вариантность концепций технических решений, подбор и расстановка основного оборудования, основные показатели по нагрузкам на строительные конструкции и т. д. – передаются на экспертизу и утверждение. При одностадийном проектировании одновременно с разработкой рабочих проектов составляется *рабочая документация* – то, по чему осуществляется строительство (согласно ГОСТ 21.101–97 «Основные требования к проектной и рабочей документации», в состав рабочей документации на строительство зданий и сооружений в общем случае включают: а) рабочие чертежи, предназначенные для производства строительных и монтажных работ; б) рабочая документация на строительные изделия по ГОСТ 21.501; в) эскизные чертежи общих видов нетиповых изделий по ГОСТ 21.114 (при необходимости); г) спецификации оборудования, изделий и материалов по ГОСТ 21.110; д) другую прилагаемую документацию, предусмотренную соответствующими стандартами Системы проектной документации для строительства (СПДС); е) сметную документацию по установленным формам). Рабочие проекты после их разработки передаются на экспертизу (согласование) и утверждение. Номенклатура разделов проектно-сметной документации при одностадийном проектировании зависит от вида выполняемых проектных работ (проектирование новых, расширение, реконструкция или техническое перевооружение действующих объектов строительства).

Состав, содержание и объем разделов проектно-сметной документации регламентируется рядом нормативных документов: СНиП (строительные нормы и правила), ГОСТ (государственный стандарт), СПДС (система проектной документации для строительства), ЕСКД (единая система конструкторской документации) и т. д. Так, согласно СНиП 1.02.01–85 (действует формально в части, не противоречащей современному законодательству), в составе рабочей документации разрабатываются рабочие чертежи, предназначенные для производства строительно-монтажных работ, в том числе установки технологического, транспортного и другого оборудования, чертежи сооружений и устройств, связанных с охраной окружающей природной среды, чертежи сетей и устройства тепло-, газо-, электроснабжения, а также чертежи элементов строительных конструкций, и деталей, эскизные чертежи общих видов нетиповых технологических, энергетических и других устройств и конструкций и др.

Рабочие чертежи, предназначенные для производства строительно-монтажных работ, объединяют по ГОСТ 21.101–97 «Основные требования к проектной и рабочей документации» в основные комплекты по следующим маркам, представленным в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Марки основных комплектов рабочих чертежей

Наименование основного комплекта рабочих чертежей	Марка	Примечание
Технология производства	ТХ	–
Технологические коммуникации	ТК	При объединении всех технологических коммуникаций
Генеральный план и сооружения транспорта	ГТ	При объединении рабочих чертежей генерального плана и сооружений транспорта
Генеральный план	ГП	–
Архитектурные решения	АР	–
Интерьеры	АИ	Рабочие чертежи могут быть объединены с основным комплектом марки АР или АС
Конструкции железобетонные	КЖ	–
Конструкции деревянные	КД	–
Архитектурно-строительные решения	АС	При объединении рабочих чертежей и строительных конструкций
Конструкции металлические детализировочные	КМД	–
Водопровод и канализация	ВК	–
Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха	ОВ	–
Тепломеханические решения котельных	ТМ	–
Воздухоснабжение	ВС	–
Пылеудаление	ПУ	–
Холодоснабжение	ХС	–
Газоснабжение (внутренние устройства)	ГСВ	–
Силовое электрооборудование	ЭМ	–
Электрическое освещение (внутреннее)	ЭО	–
Системы связи	СС	–
Радиосвязь, радиовещание и телевидение	РТ	–
Пожаротушение	ПТ	–
Пожарная сигнализация	ПС	–

Наименование основного комплекта рабочих чертежей	Марка	Примечание
Охранная и охранно-пожарная сигнализация	ОС	–
Гидротехнические решения	ГР	–
Автоматизация...	А...	Многоточие заменяют наименованием и маркой соответствующего основного комплекта рабочих чертежей
Автоматизация комплексная	АК	При объединении рабочих чертежей различных технологических процессов и инженерных систем
Антикоррозионная защита	АЗ	–
Антикоррозионная защита конструкций зданий, сооружений	АЗО	–
Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов	ТИ	–
Железнодорожные пути	ПЖ	–
Автомобильные дороги	АД	–
Сооружения транспорта	ТР	При объединении рабочих чертежей автомобильных, железнодорожных и других дорог
Наружные сети водоснабжения и канализации	НВК	При объединении рабочих чертежей наружных сетей водоснабжения и канализации
Тепломеханические решения тепловых сетей	ТС	–
Наружные газопроводы	ГСН	–
Наружное электроосвещение	ЭН	–
Электроснабжение	ЭС	–

Примечание. При необходимости могут быть назначены дополнительные марки основных комплектов рабочих чертежей. При этом для марок применяют прописные буквы (не более трех) русского алфавита, соответствующие, как правило, начальным буквам наименований основного комплекта рабочих чертежей.

Состав проектной документации и требования к ней в настоящее время установлены Постановлением Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 г. № 87 «О составе разделов проектной документации и требования к их содержанию». В нем устанавливается состав разделов проектной документации и требования к содержанию этих разделов:

а) при подготовке проектной документации на различные виды объектов капитального строительства;

б) при подготовке проектной документации в отношении отдельных этапов строительства, реконструкции и капитального ремонта объектов капитального строительства.

При этом применительно к промышленным объектам объекты капитального строительства в зависимости от функционального назначения и характерных признаков подразделяются на следующие виды:

а) объекты производственного назначения (здания, строения, сооружения производственного назначения, за исключением линейных объектов);

б) объекты непромышленного назначения (здания, строения, сооружения жилищного фонда, социально-культурного и коммунально-бытового назначения, а также иные объекты капитального строительства непромышленного назначения);

в) линейные объекты (трубопроводы, автомобильные и железные дороги, линии электропередачи и др.).

Проектная документация состоит из текстовой и графической частей.

Текстовая часть содержит сведения в отношении объекта капитального строительства, описание принятых технических и иных решений, пояснения, ссылки на нормативные и (или) технические документы, используемые при подготовке проектной документации и результаты расчетов, обосновывающие принятые решения.

Графическая часть отображает принятые технические и иные решения и выполняется в виде чертежей, схем, планов и других документов в графической форме.

Необходимость разработки проектной документации на объект капитального строительства применительно к отдельным этапам строительства устанавливается заказчиком и указывается в задании на проектирование.

Проектная документация на объекты капитального строительства производственного и непромышленного назначения состоит из 12 разделов.

Раздел 1 «Пояснительная записка» должен содержать:
в текстовой части

- реквизиты документа, на основании которого принято решение о разработке проектной документации;
- исходные данные и условия для подготовки проектной документации на объект капитального строительства;
- сведения о функциональном назначении объекта капитального строительства, состав и характеристику производства, номенклатуру выпускаемой продукции (работ, услуг);
- сведения о потребности объекта капитального строительства в топливе, газе, воде и электрической энергии;
- данные о проектной мощности объекта капитального строительства – для объектов производственного назначения;
- сведения о сырьевой базе, потребности производства в воде, топливно-энергетических ресурсах – для объектов производственного назначения;
- сведения о комплексном использовании сырья, вторичных энергоресурсов, отходов производства – для объектов производственного назначения;
- сведения о земельных участках, изымаемых на время строительства;
- сведения о категории земель, на которых будет располагаться объект капитального строительства;
- сведения о размере средств, требующихся для возмещения убытков правообладателям земельных участков, – в случае их изъятия во временное и (или) постоянное пользование;
- сведения об использованных в проекте изобретениях, результатах проведенных патентных исследований;
- технико-экономические показатели проектируемых объектов капитального строительства;
- данные о проектной мощности объекта капитального строительства, значимости объекта капитального строительства для поселений (муниципального образования), а также о численности работников и их профессионально-квалификационном составе.

Раздел 2 «Схема планировочной организации земельного участка» должен содержать:
в текстовой части

- характеристику земельного участка, предоставленного для размещения объекта капитального строительства;
- обоснование границ санитарно-защитных зон объектов капитального строительства в пределах границ земельного участка;

- обоснование решений по инженерной подготовке территории, в том числе решений по инженерной защите территории и объектов капитального строительства от последствий опасных геологических процессов, паводковых, поверхностных и грунтовых вод;
- описание решений по благоустройству территории;
- зонирование территории земельного участка, предоставленного для размещения объекта капитального строительства, обоснование функционального назначения и принципиальной схемы размещения зон, обоснование размещения зданий и сооружений (основного, вспомогательного, подсобного, складского и обслуживающего назначения) объектов капитального строительства – для объектов производственного назначения;
- обоснование схем транспортных коммуникаций, обеспечивающих внешние и внутренние (в том числе межцеховые) грузоперевозки;
- характеристику и технические показатели транспортных коммуникаций и обоснование их схем;

в графической части

- схему планировочной организации земельного участка с отображением:
 - мест размещения существующих и проектируемых объектов капитального строительства с указанием существующих и проектируемых подъездов и подходов к ним;
 - зданий и сооружений объекта капитального строительства, подлежащих сносу (при их наличии);
 - решений по планировке, благоустройству, озеленению и освещению территории.

Раздел 3 «Архитектурные решения» должен содержать:

в текстовой части

- описание и обоснование внешнего и внутреннего вида объекта капитального строительства, его пространственной, планировочной и функциональной организации;
- обоснование принятых объемно-пространственных и архитектурно-художественных решений, в том числе соблюдение предельных параметров проектируемого объекта капитального строительства;
- описание и обоснование использованных композиционных приемов при оформлении фасадов и интерьеров объекта капитального строительства;
- описание решений по отделке помещений основного, вспомогательного, обслуживающего и технического назначения;
- описание архитектурных решений, обеспечивающих естественное освещение помещений с постоянным пребыванием людей;

- описание архитектурно-строительных мероприятий, обеспечивающих защиту помещений от шума, вибрации и другого воздействия;

в графической части

- отображение фасадов.

Раздел 4 «Конструктивные и объемно-планировочные решения»

должен содержать:

в текстовой части

- сведения о топографических, инженерно-геологических, гидрогеологических, метеорологических и климатических условиях земельного участка, предоставленного для размещения объекта капитального строительства;
- сведения о прочностных и деформационных характеристиках грунта в основании объекта капитального строительства;
- уровень грунтовых вод, их химический состав, агрессивность грунтовых вод и грунта по отношению к материалам, используемым при строительстве подземной части объекта капитального строительства;
- описание и обоснование конструктивных решений зданий и сооружений, включая их пространственные схемы, принятые при выполнении расчетов строительных конструкций;
- описание и обоснование технических решений, обеспечивающих необходимую прочность, устойчивость, пространственную неизменяемость зданий и сооружений объекта капитального строительства в целом, а также их отдельных конструктивных элементов, узлов, деталей в процессе изготовления, перевозки, строительства и эксплуатации объекта капитального строительства;
- описание и обоснование принятых объемно-планировочных решений зданий и сооружений объекта капитального строительства;
- обоснование номенклатуры, компоновки и площадей основных производственных, экспериментальных, сборочных, ремонтных и иных цехов, а также лабораторий, складских и административно-бытовых помещений, иных помещений вспомогательного и обслуживающего назначения – для объектов производственного назначения;
- обоснование проектных решений и мероприятий, обеспечивающих:
 - соблюдение требуемых теплозащитных характеристик ограждающих конструкций;
 - снижение шума и вибраций; гидроизоляцию и пароизоляцию помещений; снижение загазованности помещений; удаление избытков теплоты;

- соблюдение безопасного уровня электромагнитных и иных излучений, соблюдение санитарно-гигиенических условий;
- пожарную безопасность;
- характеристику и обоснование конструкций полов, кровли, подвесных потолков, перегородок, а также отделки помещений;
- перечень мероприятий по защите строительных конструкций и фундаментов от разрушения;
- описание инженерных решений и сооружений, обеспечивающих защиту территории объекта капитального строительства, отдельных зданий и сооружений объекта капитального строительства, а также персонала (жителей) от опасных природных и техногенных процессов;

в графической части

- поэтажные планы зданий и сооружений с указанием размеров и экспликации помещений;
- чертежи характерных разрезов зданий и сооружений с изображением несущих и ограждающих конструкций, указанием относительных высотных отметок уровней конструкций, полов, низа балок, ферм, покрытий с описанием конструкций кровель и других элементов конструкций.

Раздел 5 «Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений» должен состоять из следующих подразделов:

1. Подраздел «Система электроснабжения» должен содержать:

в текстовой части

- характеристику источников электроснабжения в соответствии с техническими условиями на подключение объекта капитального строительства к сетям электроснабжения общего пользования;
- перечень мероприятий по экономии электроэнергии;
- сведения о мощности сетевых и трансформаторных объектов;
- перечень мероприятий по заземлению (занулению) и молниезащите;
- сведения о типе, классе проводов и осветительной арматуры, которые подлежат применению при строительстве объекта капитального строительства;
- описание дополнительных и резервных источников электроэнергии;

в графической части

- принципиальные схемы электроснабжения электроприемни-

ков от основного, дополнительного и резервного источников электроснабжения.

2. Подраздел «Система водоснабжения» должен содержать:
в текстовой части

- сведения о существующих и проектируемых источниках водоснабжения;
- сведения о существующих и проектируемых зонах охраны источников питьевого водоснабжения, водоохраных зонах;
- описание и характеристику системы водоснабжения и ее параметров;
- сведения о расчетном (проектном) расходе воды на хозяйственно-питьевые нужды, в том числе на автоматическое пожаротушение и техническое водоснабжение, включая обратное;
- сведения о расчетном (проектном) расходе воды на производственные нужды – для объектов производственного назначения;
- сведения о фактическом и требуемом напоре в сети водоснабжения, проектных решениях и инженерном оборудовании, обеспечивающих создание требуемого напора воды;
- сведения о материалах труб систем водоснабжения и мерах по их защите от агрессивного воздействия грунтов и грунтовых вод;
- сведения о качестве воды;
- перечень мероприятий по обеспечению установленных показателей качества воды для различных потребителей;
- перечень мероприятий по резервированию воды;
- перечень мероприятий по учету водопотребления;
- описание системы автоматизации водоснабжения;
- перечень мероприятий по рациональному использованию воды, ее экономии;
- описание системы горячего водоснабжения;
- расчетный расход горячей воды;
- описание системы обратного водоснабжения и мероприятий, обеспечивающих повторное использование тепла подогретой воды;
- баланс водопотребления и водоотведения по объекту капитального строительства в целом и по основным производственным процессам – для объектов производственного назначения;

в графической части

- принципиальные схемы систем водоснабжения объекта капитального строительства;

- план сетей водоснабжения.

3. Подраздел «Система водоотведения» должен содержать:
в текстовой части

- сведения о существующих и проектируемых системах канализации, водоотведения и станциях очистки сточных вод;
- обоснование принятых систем сбора и отвода сточных вод, объема сточных вод, концентраций их загрязнений, способов предварительной очистки, применяемых реагентов, оборудования и аппаратуры;
- обоснование принятого порядка сбора, утилизации и захоронения отходов – для объектов производственного назначения;

в графической части

- принципиальные схемы систем канализации и водоотведения объекта капитального строительства;
- принципиальные схемы прокладки наружных сетей водоотведения, ливнеотоков и дренажных вод;
- план сетей водоотведения.

4. Подраздел «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха, тепловые сети» должен содержать:

в текстовой части

- сведения о климатических и метеорологических условиях района строительства, расчетных параметрах наружного воздуха;
- сведения об источниках теплоснабжения, параметрах теплоносителей систем отопления и вентиляции;
- обоснование принятых систем и принципиальных решений по отоплению, вентиляции и кондиционированию воздуха помещений;
- сведения о тепловых нагрузках на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение на производственные и другие нужды;
- сведения о потребности в паре;
- описание технических решений, обеспечивающих надежность работы систем в экстремальных условиях;
- характеристика технологического оборудования, выделяющего вредные вещества;
- обоснование выбранной системы очистки от газов и пыли;

в графической части

- принципиальные схемы систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха;
- схему паропроводов (при наличии);
- схему холодоснабжения (при наличии);
- план сетей теплоснабжения.

5. Подраздел «Сети связи».

6. Подраздел «Система газоснабжения» должен содержать:
в текстовой части

- сведения об оформлении решения (разрешения) об установлении видов и лимитов топлива для установок, потребляющих топливо;
- характеристику источника газоснабжения в соответствии с техническими условиями;
- обоснование топливного режима;
- описание технических решений по обеспечению учета и контроля расхода газа и продукции, вырабатываемой с использованием газа, в том числе тепловой и электрической энергии;
- описание и обоснование применяемых систем автоматического регулирования и контроля тепловых процессов;
- описание технических решений по обеспечению учета и контроля расхода газа, применяемых систем автоматического регулирования;
- описание способов контроля температуры и состава продуктов сгорания газа;
- описание технических решений по обеспечению теплоизоляции ограждающих поверхностей агрегатов и теплопроводов;
- перечень сооружений резервного топливного хозяйства;

в графической части

- схему маршрута прохождения газопровода с указанием границ его охранной зоны и сооружений на газопроводе;
- план расположения производственных объектов и газоиспользующего оборудования с указанием планируемых объемов использования газа.

7. Подраздел «Технологические решения» должен содержать:

в текстовой части

- сведения о производственной программе и номенклатуре продукции, характеристику принятой технологической схемы производства в целом и характеристику отдельных параметров технологического процесса, требования к организации производства, данные о трудоемкости изготовления продукции;
- обоснование потребности в основных видах ресурсов для технологических нужд;
- описание источников поступления сырья и материалов;
- описание требований к параметрам и качественным характеристикам продукции;

- обоснование показателей и характеристик (на основе сравнительного анализа) принятых технологических процессов и оборудования;
- обоснование количества и типов вспомогательного оборудования, в том числе транспортных средств и механизмов;
- перечень мероприятий по обеспечению выполнения требований, предъявляемых к техническим устройствам, оборудованию, зданиям, строениям и сооружениям на опасных производственных объектах;
- сведения о наличии сертификатов соответствия требованиям промышленной безопасности и сведения о расчетной численности, профессионально-квалификационном составе работников с распределением по группам производственных процессов, числе рабочих мест и их оснащенности;
- перечень мероприятий, обеспечивающих соблюдение требований по охране труда при эксплуатации производственных объектов капитального строительства;
- описание автоматизированных систем, используемых в производственном процессе;
- результаты расчетов о количестве и составе вредных выбросов в атмосферу и сбросов в водные источники (по отдельным цехам, производственным сооружениям);
- перечень мероприятий по предотвращению (сокращению) выбросов и сбросов вредных веществ в окружающую среду;
- сведения о виде, составе и планируемом объеме отходов производства, подлежащих утилизации и захоронению, с указанием класса опасности отходов;
- описание и обоснование проектных решений, направленных на соблюдение требований технологических регламентов;

в графической части

- принципиальные схемы технологических процессов от места поступления сырья и материалов до выпуска готовой продукции;
- технологические планировки по корпусам (цехам) с указанием мест размещения основного технологического оборудования, транспортных средств, мест контроля количества и качества сырья и готовой продукции и других мест.

Раздел 6 «Проект организации строительства» должен содержать:

- сведения о районе строительства, его транспортной инфраструктуре, обеспечении строительства местной рабочей силой и др., в том числе описание особенностей проведения работ в условиях

действующего предприятия, в местах расположения подземных коммуникаций, линий электропередачи и связи;

- перечень мероприятий и проектных решений по определению технических средств и методов работы, обеспечивающих выполнение нормативных требований охраны труда;
- обоснование принятой организационно-технологической схемы строительных работ и их сроков и др.

Раздел 7 «Проект организации работ по сносу или демонтажу объектов капитального строительства» выполняется при необходимости сноса (демонтажа) объекта или части объекта капитального строительства.

Раздел 8 «Перечень мероприятий по охране окружающей среды» должен содержать:
в текстовой части

- результаты оценки воздействия объекта капитального строительства на окружающую среду;
- перечень мероприятий по предотвращению и (или) снижению возможного негативного воздействия намечаемой хозяйственной деятельности на окружающую среду и рациональному использованию природных ресурсов на период строительства и эксплуатации объекта капитального строительства, включающий:
 - результаты расчетов приземных концентраций загрязняющих веществ, анализ и предложения по предельно допустимым и временно согласованным выбросам;
 - обоснование решений по очистке сточных вод и утилизации обезвреженных элементов, по предотвращению аварийных сбросов сточных вод, по оборотному водоснабжению;
 - мероприятия, технические решения и сооружения, обеспечивающие рациональное использование и охрану водных объектов, а также сохранение водных биологических ресурсов (в том числе предотвращение попадания рыб и других водных биологических ресурсов в водозаборные сооружения) и среды их обитания, в том числе условий их размножения, нагула, путей миграции (при необходимости);
 - мероприятия по охране атмосферного воздуха;
 - мероприятия по охране и рациональному использованию земельных ресурсов и почвенного покрова, в том числе мероприятия по рекультивации нарушенных или загрязненных земельных участков и почвенного покрова, по охране недр;
 - мероприятия по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке и размещению опасных отходов;

– мероприятия по минимизации возникновения возможных аварийных ситуаций на объекте капитального строительства и последствий их воздействия на экосистему региона;

– программу производственного экологического контроля (мониторинга) за характером изменения всех компонентов экосистемы при строительстве и эксплуатации объекта, а также при авариях;

- перечень и расчет затрат на реализацию природоохранных мероприятий и компенсационных выплат;

в графической части

- ситуационный план (карту-схему) района строительства с указанием на нем границ земельного участка, предоставленного для размещения объекта капитального строительства, границ санитарно-защитной зоны, селитебной территории, рекреационных зон, водоохраных зон, зон охраны источников питьевого водоснабжения, мест обитания животных и растений, занесенных в Красную книгу Российской Федерации и красные книги субъектов Российской Федерации, а также мест нахождения расчетных точек;
- ситуационный план (карту-схему) района строительства с указанием границ земельного участка, предоставленного для размещения объекта капитального строительства, расположения источников выбросов в атмосферу загрязняющих веществ и устройств по очистке этих выбросов;
- карты-схемы и сводные таблицы с результатами расчетов загрязнения атмосферы при неблагоприятных погодных условиях и выбросов по веществам и комбинациям веществ с суммирующимися вредными воздействиями – для объектов производственного назначения;
- ситуационный план (карту-схему) района с указанием границ земельного участка, предоставленного для размещения объекта капитального строительства, с указанием контрольных пунктов, постов, скважин и иных объектов, обеспечивающих отбор проб воды из поверхностных водных объектов, а также подземных вод, – для объектов производственного назначения.

Раздел 9 «Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности» должен содержать:

в текстовой части

- описание системы обеспечения пожарной безопасности объекта капитального строительства;
- обоснование противопожарных расстояний между зданиями, сооружениями и наружными установками, обеспечивающих пожарную безопасность объектов капитального строительства;

- описание и обоснование проектных решений по наружному противопожарному водоснабжению, по определению проездов и подъездов для пожарной техники;
- описание и обоснование принятых конструктивных и объемно-планировочных решений, степени огнестойкости и класса конструктивной пожарной опасности строительных конструкций;
- сведения о категории зданий, сооружений, помещений, оборудования и наружных установок по признаку взрывопожарной и пожарной опасности;
- описание и обоснование противопожарной защиты (автоматических установок пожаротушения, пожарной сигнализации, оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, внутреннего противопожарного водопровода, противодымной защиты);
- описание организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности объекта;
- расчет пожарных рисков угрозы жизни и здоровью людей и уничтожения имущества (при выполнении обязательных требований пожарной безопасности, установленных техническими регламентами, и выполнении в добровольном порядке требований нормативных документов по пожарной безопасности расчет пожарных рисков не требуется);

в графической части

- ситуационный план организации земельного участка, предоставленного для размещения объекта капитального строительства, с указанием въезда (выезда) на территорию и путей подъезда к объектам пожарной техники, мест размещения и емкости пожарных резервуаров (при их наличии), схем прокладки наружного противопожарного водопровода, мест размещения пожарных гидрантов и мест размещения насосных станций;
- схемы эвакуации людей и материальных средств из зданий (сооружений) и с прилегающей к зданиям (сооружениям) территории в случае возникновения пожара.

Раздел 10 «Мероприятия по обеспечению доступа инвалидов» должен содержать:

- описание проектных решений по обустройству рабочих мест инвалидов (при необходимости);
- поэтажные планы зданий (строений, сооружений) объектов капитального строительства с указанием путей перемещения инвалидов по объекту капитального строительства, а также путей их эвакуации.

Раздел 11 «Смета на строительство объектов капитального строительства» должен содержать текстовую часть в составе пояснительной записки к сметной документации и сметную документацию:

- перечень сборников и каталогов сметных нормативов, принятых для составления сметной документации на строительство;
- содержать сводку затрат, сводный сметный расчет стоимости строительства, объектные и локальные сметные расчеты (сметы), сметные расчеты на отдельные виды затрат.

Раздел 12 «Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами» должен содержать документацию, необходимость разработки которой при осуществлении проектирования и строительства объекта капитального строительства предусмотрена законодательными актами Российской Федерации, в том числе декларацию промышленной безопасности опасных производственных объектов, разрабатываемую на стадии проектирования, а также иную документацию, установленную законодательными актами Российской Федерации.

При продолжительности строительства предприятий и сооружений более 2 лет проекты (рабочие проекты) разрабатываются не в целом на предприятие или сооружение, а на их очереди строительства. Одновременно со строительством запроектированной очереди осуществляется проектирование последующих очередей.

Основанием выполнения работ служат *договор*, заключенный заказчиком с проектной организацией – *генеральным проектировщиком*, являющимся в большинстве случаев разработчиком технологического раздела проекта. При проектировании крупных предприятий и сооружений для разработки ряда материалов проекта привлекаются *субподрядные организации*.

1.2. Унификация и стандартизация проектной документации

1.2.1. Системы стандартизации и нормирования в строительстве

Стандартизация в строительстве является составной частью Государственной системы стандартизации, представляющей собой комплекс положений и правил, в которых изложены задачи стандартизации, вопросы организации и проведения работ по стандартизации, порядок разработки и внедрения стандартов, вопросы контроля за их соблюдением.

В соответствии с Государственной системой стандартизации стандарты подразделяются на следующие категории:

- государственные стандарты – ГОСТы;
- отраслевые стандарты – ОСТы;
- стандарты республик – РСТ;
- стандарты предприятий (объединений);
- технические условия – ТУ (по отдельным видам продукции).

Объектами стандартизации в строительстве в соответствии с ГОСТ 24369–86 «Объекты стандартизации в строительстве. Общие положения. Межгосударственный стандарт» являются здания, сооружения, их элементы (части), а также правила, обеспечивающие их разработку, производство и применение.

К объектам стандартизации в строительстве относятся:

1) организационно-методические и общетехнические правила: требования в строительстве, требования к проектной документации, модульная координация размеров, номенклатура показателей качества продукции, общие правила проектирования и др.;

2) здания, сооружения и их элементы, параметры зданий и сооружений, требования к их элементам и узлам сопряжений, правила контроля качества, типовые технологические процессы и др.;

3) строительные конструкции и изделия: железобетонные, металлические, деревянные и др.;

4) строительные материалы: стеновые, бетоны, растворы, отделочные и др.;

5) инженерное оборудование зданий и сооружений: лифты, сантехническое оборудование и др.;

6) оснастка для производства строительных и монтажных работ и изготовления конструкций: крепежные изделия, формы для изготовления железобетонных конструкций и др.

Целью стандартизации в строительстве является внедрение новых проектных решений, эффективных строительных конструкций, деталей и материалов, повышение индустриализации строительного производства, совершенствования управления строительством и др.

Наряду с системой стандартизации в строительстве существует система нормативных документов в строительстве, в которую входят строительные нормы и правила (СНиП) и другие нормативные документы, утверждаемые министерствами, ведомствами и органами надзора.

Стандартизация предусматривает обязательное выполнение требований нормативных документов.

Нормативные документы могут быть трех видов:

- общегосударственные – СНиП, общегосударственные нормы технологического проектирования (ОНТП) и другие (они обязатель-

ны для всех организаций, учреждений и предприятий страны независимо от их ведомственной подчиненности);

- ведомственные – ведомственные (отраслевые) строительные нормы (ВСН), ведомственные нормы технологического проектирования (ВНТП), отдельные сметные нормативы;

- республиканские – республиканские строительные нормы (РСН), отдельные сметные нормативы.

Состав и содержание общегосударственных строительных норм и правил представлен в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Классификатор строительных норм и правил

Наименование части СНиП	Наименование группы СНиП
1. Организация, управление, экономика	01. Система нормативных документов в строительстве 02. Организация, методология и экономика проектирования и инженерных изысканий 03. Организация строительства. Управление строительством 04. Нормы продолжительности проектирования в строительстве 05. Экономика строительства 06. Положение об организациях и должностных лицах
2. Нормы проектирования	01. Общие нормы проектирования 02. Основания и фундаменты 03. Строительные конструкции 04. Инженерное оборудование зданий и сооружений. Внешние сети 05. Сооружения транспорта 06. Гидротехнические и энергетические сооружения, мелиоративные системы и сооружения 07. Планировка и застройка населенных пунктов 08. Жилые и общественные здания 09. Промышленные предприятия, производственные здания и сооружения, вспомогательные здания. Инвентарные здания 10. Сельскохозяйственные предприятия, здания и сооружения 11. Склады 12. Нормы отвода земель

Наименование части СНиП	Наименование группы СНиП
3. Организация, производство и приемка работ	01. Общие правила строительного производства 02. Основания и фундаменты 03. Строительные конструкции 04. Защитные, изоляционные и отделочные покрытия 05. Инженерное и технологическое оборудование и сети 06. Сооружения транспорта 07. Гидротехнические и энергетические сооружения, мелиоративные системы и сооружения 08. Механизация строительного производства 09. Производство строительных конструкций, изделий и материалов
4. Сметные нормы	
5. Нормы затрат материальных и трудовых ресурсов	01. Нормы расхода материалов 02. Нормы потребности в строительном инвентаре, инструменте и механизмах 03. Нормирование и оплата проектно-изыскательных работ 04. Нормирование и оплата труда в строительстве

Шифр строительных норм и правил состоит из букв «СНиП», следующей за ними одной цифры, соответствующей номеру части, последующие две обозначают номер группы и последние две – номер документа. В конце шифра после тире указываются последние две цифры года утверждения документа (например, СНиП 2.03.01–99).

Следует иметь в виду, что указанные структура шрифтов и классификатор относятся к действующим СНиПам.

1.2.2. Основные принципы унификации и стандартизации

Значительное увеличение объемов используемой в строительстве проектной документации, необходимость совершенствования традиционных и создания машинных технологий ее формирования и обработки, развитие международного сотрудничества послужили основанием для проведения работ по унификации и стандартизации проектной документации.

Комплекс государственных стандартов Системы проектной документации для строительства (СПДС) регламентирует единые требования к составу, оформлению и обращению проектной документации. Разработка стандартов СПДС осуществляется в соответствии с основными положениями Государственной системы стандартизации (ГСС), а также в увязке и с учетом отечественных и зарубежных документальных и информационных систем: ЕСКД, УСД, ЕСКК, ТЭИ, международных стандартов ИСО.

Стандарты СПДС утверждаются Госстроем России либо были утверждены Минстроем России. *Общая структура* системы стандартов, принятая в строительстве, включает три уровня взаимосвязанных систем стандартов: **уровень I** – системы общетехнических стандартов (проектная документация, модульная координация, нормы проектирования и т. д.); **уровень II** – системы стандартов на продукцию строительства (здания и сооружения и их элементы); **уровень III** – системы стандартов на продукцию строительной промышленности (промышленность строительных материалов и строительной индустрии).

Первый уровень системы стандартов представляют системы общетехнических стандартов, в которых отражаются нормы и правила, общие для всех видов строительства и промышленности строительных материалов, а также требования, относящиеся в равной степени ко всем объектам строительства. Системы стандартов нижележащих уровней (II и III) разрабатываются в соответствии с требованиями, изложенными в стандартах уровня I (что соответствует основному принципу стандартизации: от общего к частному), и в то же время требования стандартов всех уровней увязаны между собой. Необходимо отметить, что разработке стандартов предшествует процесс унификации, в результате которого объект стандартизации приводится к рациональной номенклатуре по форме, нормам, типоразмерам в соответствии с их функциональным назначением.

Основными принципами унификации проектной документации в условиях функционирования традиционных и автоматизированных систем проектирования и управления являются:

- унификация состава и содержания документации, основанная на принципе от общего к частному;
- определение комплектности чертежей; построение формуляра-образца всех текстовых и графических документов, а на его основе – конкретных форм документов отдельных видов; установление совокупности реквизитов для системы документации, отдельных видов документов;
- единообразие форм документов и правил их построения, составления и оформления (единая модель построения форм докумен-

тов, максимальная типизация и трафаретизация текстов и графических изображений, единство требований к документации, используемой на различных уровнях производства и управления и т. д.);

- комплексность унификации: взаимосвязка требований разнообразных традиционных и автоматизированных технических средств обработки документации, эргономики, сложившихся традиций и т. д.;
- стабильность требования к документам (основополагающих – на длительные периоды времени: частных – на различные промежутки);
- экономичность: обоснованное включение документов в систему документации или информации; широкое применение бланков и т. д.;
- информативность: соответствие информации документа условию решаемой задачи; минимальная избыточность информации.

В настоящее время на основе перечисленных принципов разработаны правила изготовления и оформления текстовых документов, содержащих технико-экономическую информацию в используемых системах управления.

Основным принципом стандартизации проектной документации является разработка и внедрение единых правил комплектования, оформления и обращения проектной документации в целях обеспечения:

- унификации состава и оформления проектной документации, исключающей дублирование и разработку проектных документов, не требующихся строительству;
- упрощения форм проектных документов и графических изображений, снижающих трудоемкость их выполнения;
- возможности выполнения машинных, машинно-формируемых и машинно-ориентированных проектных документов, используемых в автоматизированных системах проектирования и управления;
- возможности повторного использования проектной документации без ее переоформления.

Единая система конструкторской документации (ЕСКД) представляет собой комплекс государственных стандартов, устанавливающих взаимосвязанные правила и положения комплектации, порядка разработки, оформления и обращения конструкторской документации. Постоянно осуществляются мероприятия по развитию и совершенствованию стандартов ЕСКД в целях документального обеспечения *систем автоматизированного проектирования (САПР) и управления (АСУ)*. Стандарты СПДС дополняют стандарты ЕСКД с учетом специфики проектной документации для строительства.

Унифицированные системы документации (УСД), используемые в АСУ (автоматизированные системы управления), включают ряд го-

сударственных стандартов, обеспечивающих создание рационально организованных комплексов взаимоувязанных машинно-ориентированных документов, отвечающих единым правилам и требованиям и содержащих технико-экономическую информацию, необходимую для оптимизации управления в различных сферах человеческой деятельности (включая строительство), на основе применения экономико-математических методов и средств вычислительной техники. В состав УСД включена *унифицированная система проектной документации по капитальному строительству (УСПД)*, используемой в АСУ.

Единая система классификации и кодирования технико-экономической информации (ЕСКК ТЭИ) обеспечивает документальные системы, в том числе и СПДС.

Международные стандарты (МС) «Чертежи строительные», определяющие состав и оформление проектной документации, разрабатываются в рамках двух Технических комитетов (ТК): ТК 10 «технические чертежи» и ТК 59 «Строительство зданий» Международной организации по стандартизации (ИСО). МС являются результатом соглашения между странами-членами ИСО, число которых превышает 80. МС могут использоваться самостоятельно или включаться в национальные стандарты. Ряд положений МС нашли отражение в стандартах СПДС.

На качество разработки стандартов СПДС большое влияние оказывает автоматизированная технология выполнения и обработки проектной документации в САПР и АСУ. Проектная документация в условиях САПР и АСУ рассматривается как составная часть их информационного обеспечения. В этой связи в рамках СПДС осуществляются работы с машинно-ориентированной проектной документацией.

1.2.3. Структура системы проектной документации для строительства

В связи с функциональным объединением государственных стандартов в комплекс (системы) в нашей стране действует 25 комплексов государственных стандартов. Каждому комплексу присвоен порядковый номер (код). Так, индекс 1 присвоен комплексу стандартов Государственной системы стандартизации (ГСС), код 2 – комплексу стандартов (ЕСКД), индекс 6 – комплексу стандартов Унифицированной системы документации, используемой в АСУ и т. д. Индекс 21 присвоен комплексу стандартов СПДС. Комплекс стандартов СПДС распределен по десяти классификационным группам (табл. 1.3).

Классификационные группы стандартов СПДС

Код	Наименование
0	Общие положения
1	Общие правила оформления чертежей и текстовых документов
2	Правила обращения проектной документации
3	Правила выполнения проектной документации по инженерным изысканиям
4	Правила выполнения технологической проектной документации
5	Правила выполнения архитектурно-строительной проектной документации
6	Правила выполнения проектной документации инженерного обеспечения
7	Правила выполнения типовой проектной документации
8	Правила выполнения машинно-ориентированных проектных документов, используемых в автоматизированной системе управления (АСУ)
9	Прочие стандарты

Обозначения стандартов СПДС строятся по классификационному принципу. В качестве примера рассмотрим обозначение стандарта СПДС «Общие положения» ГОСТ 21.001–99, где ГОСТ – категория нормативно-технического документа (государственный стандарт); 21 – код комплекса стандартов СПДС; 0 – код классификационной группы; 01 – порядковый номер стандарта СПДС в классификационной группе; 99 – год утверждения стандарта.

В табл. 1.4 представлено структурное описание системы проектной документации для строительства с перечнем стандартов и кратким содержанием каждой из классификационной групп на уровне наименований, утвержденных и разрабатываемых стандартов.

Таблица 1.4

Стандарты системы проектной документации для строительства

Номер стандарта	Наименование стандарта
Группа 0. Общие положения	
21.001–93 (2006)	СПДС. Общие положения
21.002–81*	СПДС. Нормоконтроль проектно-сметной документации

Номер стандарта	Наименование стандарта
Группа 1. Общие правила оформления чертежей и текстовых документов	
21.101–97	СПДС. Основные требования к проектной и рабочей документации
21.110–95 (2003)	СПДС. Правила выполнения спецификации оборудования, изделий и материалов
21.112–88 (2003)	СПДС. Подъемно-транспортное оборудование. Условные изображения
21.113–88	СПДС. Обозначение характеристик точности
21.114–95	СПДС. Правила выполнения эскизных чертежей общих видов нетиповых изделий
Группа 2. Правила обращения проектной документации	
21.203–78 (2002)	СПДС. Правила учета и хранения подлинников проектной документации
21.204–93 (2003)	СПДС. Условные графические обозначения и изображения элементов генеральных планов и сооружений транспорта
21.205–95	СПДС. Условные обозначения элементов санитарно-технических систем
21.206–95	СПДС. Условные обозначения трубопроводов
Группа 3. Правила выполнения проектной документации по инженерным изысканиям	
21.302–96	СПДС. Условные графические обозначения в документации по инженерно-геологическим изысканиям
Группа 4. Правила выполнения технологической проектной документации	
21.401–88	СПДС. Основные требования к рабочим чертежам
21.402–83	СПДС. Антикоррозионная защита технологических аппаратов, газоходов и трубопроводов
21.403–80	СПДС. Обозначения условные графические в схемах. Оборудование энергетическое
21.404–85	СПДС. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах
21.405–95	СПДС. Правила выполнения рабочей документации тепловой изоляции оборудования и трубопроводов
21.406–98	СПДС. Проводные средства связи. Обозначения условные графические на схеме и планах
21.408–93	СПДС. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов

Номер стандарта	Наименование стандарта
Группа 5. Правила выполнения архитектурно-строительной проектной документации	
21.501–93 (2002)	СПДС. Правила выполнения архитектурно-строительных рабочих чертежей
21.507–81 (СТ СЭВ 4410–83)	СПДС. Интерьеры. Рабочие чертежи
21.508–95	СПДС. Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов
21.513–83	СПДС. Антикоррозионная защита конструкций зданий и сооружений. Рабочие чертежи
Группа 6. Правила выполнения проектной документации инженерного обеспечения	
21.601–83	СПДС. Водопровод и канализация. Рабочие чертежи
21.602–2003	СПДС. Правила выполнения рабочей документации отопления, вентиляции и кондиционирования
21.603–80	СПДС. Связь и сигнализация. Рабочие чертежи
21.604–92	СПДС. Водоснабжение и канализация. Наружные сети. Рабочие чертежи
21.605–82 (СТ СЭВ 5676-86) (1997)	СПДС. Сети тепловые (тепломеханическая часть). Рабочие чертежи
21.606–95	СПДС. Правила выполнения рабочей документации тепломеханических решений котельных
21.607–82	СПДС. Электрическое освещение территории промышленных предприятий. Рабочие чертежи
21.608–84 (2002)	СПДС. Внутреннее электрическое освещение. Рабочие чертежи
21.609–83	Газоснабжение. Внутренние устройства
21.610–85 (СТ СЭВ 5047–85) (2003)	СПДС. Газоснабжение, наружные газопроводы. Рабочие чертежи
21.611–85	СПДС. Централизованное управление энергоснабжением. Условные графические и буквенные обозначения вида и содержания информации
21.613–88 (2002)	СПДС. Силовое электрооборудование. Рабочие чертежи

Номер стандарта	Наименование стандарта
21.614–88 (СТ СЭВ 3217–81)	СПДС. Изображения условные графические электрооборудования и проводок на планах
21.615–88 (СТ СЭВ 6071–87)	СПДС. Правила выполнения чертежей гидротехнических сооружений
21.616–88 (СТ СЭВ 6072–87)	СПДС. Правила выполнения чертежей гидромелиоративных линейных сооружений
...	СПДС. Электроснабжение. Рабочие чертежи
Группа 7. Правила выполнения типовой проектной документации	
...	СПДС. Типовая проектная документация. Общие положения
Группа 8. Правила выполнения машинно-ориентированных проектных документов, используемых в автоматизированной системе управления (АСУ)	
Группа 9. Прочие стандарты	
21.901–80 (2002)	СПДС. Требования к оформлению проектной документации для строительства за границей
3.1130–93 (2001)	Общие требования к формам и бланкам документов
Р 21.1207–97	СПДС. Условные графические обозначения на чертежах автомобильных дорог
Р 21.1701–97	СПДС. Правила выполнения рабочей документации автомобильных дорог
Р 21.1702–96	СПДС. Правила выполнения рабочей документации железнодорожных путей
Р 21.1703–2000	СПДС. Правила выполнения рабочей документации проводных средств связи
Р 21.1709–2001	СПДС. Правила выполнения рабочей документации линейных сооружений гидромелиоративных систем

1.3. Размещение промышленных предприятий

Во многих случаях пищевые предприятия являются составной частью современных населенных пунктов.

Их размещение производят на основе схем или проектов районной планировки, которые составляют на перспективу для всех промышленных районов страны, что позволяет обоснованно осуществить вы-

бор строительной площадки (при этом учитывают генеральный план существующего населенного пункта и проект планировки промышленного района).

Под *районной планировкой* подразумевают проектирование комплексного территориально-хозяйственного устройства экономического или административного района и формирование его планировочной структуры, обеспечивающей оптимальное развитие и рациональное размещение объектов отраслей экономики городов и сельских поселений в, создание условий труда, быта и отдыха населения.

В схемах районной планировки предусматривают решение комплексных задач развития промышленности городов, населенных мест, транспортных связей и инженерных коммуникаций. Промышленные предприятия занимают в городах до 15...20 %, а в некоторых и до 50 % площади.

Промышленность является градообразующей основой развития городов.

В исторически сложившихся городах промышленные предприятия создавались постепенно; некоторые отрасли промышленности, и в первую очередь пищевая, были рассчитаны на удовлетворение потребностей жителей этого города. Развитие промышленности обуславливалось чаще всего наличием сырьевой базы, а также исторически сложившимся профилем производства.

При проектировании современных промышленных предприятий применяется принцип объединения нескольких предприятий на общей территории.

В соответствии с требованиями СНиП II-89–90* «Генеральные планы промышленных предприятий. Нормы проектирования» предприятия следует размещать в составе группы предприятий (промышленного узла) с организацией для них общих объектов вспомогательных производств и хозяйств, инженерных сооружений и коммуникаций.

Промышленным узлом или районом считают территорию, на которой расположена объединенная группа промышленных предприятий, имеющая общие коммуникации, инженерные сооружения, вспомогательные производства и хозяйства, а при соответствующих условиях и кооперацию основных производств.

Следует различать понятия «промышленный комплекс» и «промышленный район (узел)».

В *промышленном комплексе* размещают предприятия, тесно связанные общими технологическими процессами по выпуску продукции (например, элеваторы, мельничные комбинаты и хлебозаводы; элеваторы и заводы по производству солода и т. д.).

В промышленном районе (узле) можно размещать предприятия как однородных, так и разнородных отраслей.

При размещении промышленных узлов следует учитывать особенности входящих в их состав предприятий. Так, предприятия, связанные с переработкой растительного сырья, располагают вблизи мест его выращивания (например, заводы по производству сахара из сахарной свеклы).

На размещение предприятий пищевой промышленности заметно влияет характер продукции (нередко скоропортящейся). Поэтому такие объекты, как хлебо- и молокозаводы, кондитерские фабрики следует размещать ближе к местам потребления.

Особенностью многих видов пищевого сырья являются особые требования к транспортировке. Вследствие этого такие перерабатывающие предприятия, как мясокомбинаты, консервные заводы, винозаводы, целесообразно располагать в сырьевых зонах. Это же требование относится и к предприятиям по хранению и переработке зерна.

Кроме того, необходимо учитывать и специфические требования ряда пищевых производств к окружающей среде. Так, например, предприятия, потребляющие много воды и соответственно с большими сбросами сточных вод, располагают вблизи открытых водоемов. Заводы по производству солода должны располагаться в местах с минимальным загрязнением атмосферы окислами азота (т. е. на удалении от крупных тепловых электростанций и автодорог с большим движением). Микробиологическое взаимодействие ряда пищевых предприятий также может быть негативным (например, пивоваренных и хлебозаводов и др.), так как в их технологических процессах используются различные микроорганизмы, выбрасываемые в атмосферу с отработанным воздухом одних производств и поступающие в цеха других с вентиляционным воздухом, что вызывает нежелательное микробиологическое загрязнение полуфабрикатов. На многих пищевых предприятиях в рецептуру продукции (хлеб, пиво, ликероводочные и другие изделия) входит вода. Это обуславливает дополнительные требования к концентрации ее неорганических, органических и микробиологических загрязнений.

Итак, учитывая вышеизложенное, можно сказать, что для повышения отдачи капитальных вложений в группу предприятий, их необходимо объединить в единый производственный район, который называют узлом, а группа промышленных узлов и агропромышленных комплексов образуют территориально-производственный комплекс.

В этом случае возможно более полно использовать сырье и тепловую энергию, осуществить кооперирование предприятий между со-

бой и с городским хозяйством (энергоснабжение, инженерные сети, транспортные и вспомогательные здания). По сравнению со строительством обособленных предприятий экономию капитальных вложений достигают за счет сокращения территорий, занимаемых предприятиями, протяженности коммуникаций, числа отдельно стоящих зданий и сооружений, снижают эксплуатационные расходы и увеличивают доход предприятия за счет реализации побочных продуктов.

Площадки для строительства объектов промышленного предприятия выбирают по возможности на землях, непригодных для сельскохозяйственного использования, с соблюдением Основ земельного законодательства России, а также законов по охране природы и окружающей среды.

Предприятия должны надежно обеспечивать соблюдение санитарных норм по предельным концентрациям вредных выбросов в атмосферу и сбросов в водоемы с учетом эффективности проектируемых очистных сооружений.

Места строительства пищевых предприятий должны располагаться на грунтах с достаточной прочностью (несущей способностью). Их запрещается размещать на местах залегания полезных ископаемых, на подрабатываемых территориях при их добыче, а также на оползневых или других потенциально опасных участках. Если на предприятии необходимо сделать ввод железнодорожных путей, предусматривают возможности присоединения их к ближайшей железнодорожной станции или подъездному пути.

В связи со строгими требованиями к защите окружающей среды в проектах предприятия необходимо тщательно разработать мероприятия по предотвращению воздействий на прилегающую местность производственных вредностей, выделяемых заводами, в особенности на жилые районы города и других населенных пунктов. К производственным вредностям относятся: дым, пыль, взвешенные частицы аэрозолей, выбросы токсичных паров и газов, микробиологическое загрязнение окружающей среды. Необходимо исключить выброс вредных веществ в атмосферу и на почву, а также загрязнение рек и озер неочищенными сточными водами. К вредностям относят также шум, вибрацию, ультразвук, электромагнитные волны, статическое электричество, ионизирующие и радиоактивные излучения и выброс радионуклидов.

Самой эффективной мерой борьбы с производственными вредностями является максимальное снижение уровня их возможных выделений из работающего технического оборудования, а при необходимости и очистка воздушных выбросов и сточных вод.

При разработке генерального плана предприятия, которое вынуждено выделять в окружающую среду какие-либо вредности, предусматривают санитарно-защитную зону, определяют ее ширину для защиты селитебной территории населенных пунктов.

Санитарно-защитная зона – территория вокруг предприятия, свободная от застройки жилыми и общественными зданиями.

Гигиенические требования к размеру санитарно-защитных зон в зависимости от санитарной классификации предприятий, сооружений и иных объектов, требования к их организации и благоустройству устанавливают согласно СанПин 2.2.1./2.1.1.1200–03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов».

Территория санитарно-защитной зоны предназначена:

- для обеспечения снижения уровня загрязнений до требуемых гигиенических нормативов по всем факторам воздействия за ее пределами;
- создания санитарно-защитного барьера между территорией предприятия (группы предприятий) и территории жилой застройки;
- организации дополнительных озелененных площадей, обеспечивающих экранирование и фильтрацию загрязнителей атмосферного воздуха, и повышение комфортности микроклимата.

Для объектов, их отдельных зданий и сооружений с технологическими процессами, являющимися источниками воздействия на среду обитания и здоровье человека, в зависимости от мощности, условий эксплуатации, характера и количества выделяемых в окружающую среду загрязняющих веществ, создаваемого шума, вибрации и других вредных физических факторов, а также с учетом предусматриваемых мер по уменьшению неблагоприятного влияния их на среду обитания и здоровье человека, в соответствии с санитарной классификацией предприятий, производств и объектов устанавливаются следующие размеры санитарно-защитных зон: предприятия первого класса – 1000 м, второго класса – 500 м, третьего класса – 300 м, четвертого класса – 100 м, пятого класса – 50 м.

В границах санитарно-защитной зоны допускается размещать:

- предприятия, их отдельные здания и сооружения с производствами меньшего класса вредности, чем основное производство;
- пожарные депо, объекты общественного питания, гаражи, площадки и сооружения для хранения общественного или индивидуального транспорта и др.;
- нежилые помещения для дежурного аварийного персонала и охраны предприятия, местные и транзитные коммуникации, линии электропередач, электроподстанции, нефте- и газопроводы, артезианс-

кие скважины для технического водоснабжения, водоохлаждающие сооружения для подготовки технической воды, канализационные насосные станции, сооружения оборотного водоснабжения и др.

В санитарно-защитной зоне пищевых отраслей промышленности допускается размещение новых пищевых объектов при исключении взаимного негативного воздействия.

Санитарно-защитная зона для предприятий IV, V классов должна быть максимально озеленена – не менее 60 % площади; для предприятий II и III класса – не менее 50 %; для предприятий, имеющих санитарно-защитную зону 1000 м и более, – не менее 40 % ее территории с обязательной организацией полосы древесно-кустарниковых насаждений со стороны жилой застройки. Ширину полос древесно-кустарниковых насаждений на большинстве санитарных зон со стороны предприятия принимают не менее 50 м, а при ширине зоны до 100 м – не менее 20 м.

В зависимости от характера производства, мощности, характера и степени выделяемых производственных вредностей промышленные районы (узлы) разделяют на три группы.

К *первой группе* относят промышленные районы с предприятиями I и II класса вредностей. Это металлургические, химические, нефтеперерабатывающие, цементные и другие подобные предприятия. Все они выделяют большие объемы газа, дыма и пыли. Санитарно-защитные зоны в этих случаях должны быть не менее 1000 м, а иногда требуется их ширина до 10 км.

Промышленные районы этой группы имеют большой грузооборот и широко развитую транспортную сеть – железнодорожный, автомобильный, а некоторые и водный транспорт. Площадь территории таких промышленных районов составляет от 600 до 2000 га.

Во *второй группе* промышленных узлов размещают предприятия, относящиеся к III и IV классам вредности. Сюда отнесены машиностроительные заводы, металлообрабатывающие предприятия, текстильные фабрики, предприятия легкой и пищевой промышленности. Санитарно-защитная зона для них установлена в 300...500 м, их можно размещать вблизи селитебных зон городов. Транспортными системами для них служат автомобильные дороги, крупные предприятия могут обслуживаться железной дорогой при грузообороте более 200 т в сутки. Территории таких районов обычно составляют 200...400 га, крупных – до 800 га.

К *третьей группе* относят предприятия, не выделяющие в окружающее пространство производственных вредностей, а также с неогнеопасными и невзрывоопасными процессами. Эти предприятия из-за не-

большого грузооборота, как правило, не требуют железнодорожного транспорта. К этой группе, как правило, относят предприятия приборостроения, оптики, пищевой и легкой промышленности. Санитарно-защитная зона для них 50...100 м, в ряде случаев такие комплексы можно располагать и в жилых районах городов. Площадь комплекса составляет обычно 30...80 га.

Разработка проекта пищевого предприятия в обязательном порядке предусматривает ликвидацию или максимальное сокращение вредных воздействий производства на окружающую среду. С этой целью осуществляют рекуперацию вредных веществ и очистку от них технологических выбросов, для чего проектируют очистные сооружения для сточных вод, пылегазоуловители; предусматривается шумоглушение, уменьшение вибрации и целый комплекс других мероприятий.

Однако полное устранение негативных последствий работы заводов при современном уровне техники в большинстве случаев невозможно.

Территорию промышленного предприятия делят проездами или магистралями на кварталы. Объединение нескольких кварталов между продольными проездами образует *панель*, и застройку называют *квартально-панельной*. Объединение в блок кварталов промышленного предприятия с законченной частью технологического процесса создают *блочную* или *квартально-блочную застройку*.

Габариты кварталов, панелей и блоков зависят от вида производства, его мощности и санитарной характеристики. В целях унификации их размеры назначают кратными укрупненному модулю. Величина модуля различна и зависит от отрасли промышленности, для которой проектируют промышленный район или промышленное предприятие.

1.4. Генеральный план промышленного предприятия

Генеральный план промышленного предприятия или группы предприятий представляет собой часть проектной документации, которая содержит комплексное решение функционального зонирования территории застройки, размещение отдельных зданий и сооружений на этой территории, расположение внутренних и внешних транспортных и инженерных сетей, предусматривает резервы территории для обеспечения дальнейшего роста производства, единую систему культурно-бытового и других видов обслуживания. Все задачи решаются при разработке генерального плана с учетом композиционных требований по единству архитектурного ансамбля предприятия (или группы предприятий) и их связи с архитектурой города.

Основными целями проектирования генерального плана предприятия или группы предприятий являются обеспечение наиболее рациональных мест размещения зданий и сооружений, прокладка удобных транспортных связей между ними (исключающими встречные и возвратные перевозки), обособление движения людских потоков от транспортных, а также создание необходимых санитарных условий работы предприятия.

Генеральный план промышленного предприятия решают с учетом генерального плана всего промышленного района. Он представляет собой комплексное решение планировки, застройки, транспорта, инженерных коммуникаций и благоустройства территории.

При проектировании генеральных планов промышленных предприятий необходимо учитывать основные принципы их формирования:

I. Зонирование территории может быть нескольких видов:

а) по *функционально-технологическому признаку* выделяют четыре зоны:

- *предзаводскую*, включающую здания, предназначенные для размещения администрации, медицинских учреждений, помещений для общественных организаций и культурного обслуживания, лабораторий, научно-исследовательских подразделений; контрольно-пропускных пунктов, проходных, предзаводской площади, стоянки автомобилей, площадки отдыха и др.;

- *производственную*, в которой сосредоточивают производственные цехи основного и вспомогательного назначения;

- *подсобную*, в которой располагают объекты энергетического назначения, наземные и подземные инженерные коммуникации, некоторые подсобные здания (например, тарные цехи, ремонтно-механические мастерские) и т. п.;

- *складскую*, в которой располагаются здания для хранения материалов, полуфабрикатов и готовой продукции, транспортные здания и сооружения (гаражи, авторемонтные мастерские, склады горюче-смазочных материалов), а также водонапорные сооружения и т. п.

Обычно зоны располагают параллельно друг другу;

б) по *величине грузооборота* – для разработки оптимальной схемы грузопотоков. Объекты с наибольшим грузооборотом (здания и сооружения складского назначения) следует располагать вблизи вводов грузового транспорта;

в) по *степени трудоемкости* или *насыщенности рабочими местами* производственные цехи и отделения с наибольшим количеством работающих желательно располагать вблизи входной зоны предприятия;

г) по *составу и уровню выделения производственных вредностей* – объекты, выделяющие производственные вредности, необходимо рас-

полагать на наибольшем удалении от входной зоны предприятия, многолюдных цехов и селитебной (жилой) зоны. При этом следует учитывать направление господствующих ветров, размещая источники вредностей с подветренной стороны;

д) по степени взрывопожароопасности – необходимо учитывать направление господствующих ветров и особенности рельефа, располагаемая склады легковоспламеняющихся и горючих нефтепродуктов, а также сжиженных газов на пониженных отметках.

II. Блокирование зданий и сооружений предполагает объединение различных производственных, подсобно-производственных объектов, сближение которых обосновано технологически. Оно может осуществляться по горизонтали (широкогабаритные здания) и по вертикали (многоэтажные здания).

III. Разделение людских и грузовых потоков.

С этой целью входы для людей и въезды для транспорта желательно располагать с разных (противоположных или взаимно перпендикулярных) сторон предприятия. Расстояние от проходных до цеховых бытовых помещений должно быть не более 800 м. В районах, где сильные ветры сочетаются с низкими температурами, для движения людей по территории предприятия применяют специальные галереи, которые позволяют разделить людские и грузовые потоки по вертикали.

IV. Модульная координация территории позволяет упорядочить застройку предприятия, но накладывает определенные ограничения на конфигурацию объектов, их габариты, привязки к разбивочным осям. Целесообразно, чтобы объекты, которыми застраивается территория предприятия, имели четкие прямоугольные планы, а разбивочные оси соседних, не заблокированных объектов совпадали.

V. Условия развития и расширения предприятия. Этот принцип тесно связан с очередностью ввода в эксплуатацию объектов, составляющих предприятие.

1.4.1. Внутривозводской транспорт

Внутривозводской транспорт на территории предприятия проектируют с учетом особенностей производства на основе технико-экономического сравнения различных вариантов. Один из основных критериев оценки – обеспечение непрерывного транспортного процесса с передачей перерабатываемого сырья и материалов от мест складирования к местам потребления без перегрузок.

При проектировании внутривозводского транспорта следует предусматривать также удобные пути перемещения грузов и движения

людей и разделение этих потоков. Пути движения людей должны быть краткими, без пересечений с транспортными путями.

Вспомогательные помещения (санитарно-бытовые и административные) размещают таким образом, чтобы максимально приблизить их к основным потокам рабочих от входа на предприятие до рабочих мест. Расстояние от рабочих мест в неотапливаемых зданиях или на открытом воздухе до санитарно-бытовых помещений должны быть не более 500 м. Расстояние от цехов до пунктов питания принимают от 100 до 300 м. Медицинские пункты размещают вблизи наиболее многолюдных цехов или опасных в отношении возможности травматизма.

Внутризаводской транспорт подразделяют на железнодорожный и автомобильный.

1.4.1.1. Железнодорожный транспорт

Для предприятий пищевой промышленности железнодорожный транспорт нормальной колеи (1520 мм) применяют при грузообороте более 200 т в сутки.

Железнодорожные пути обычно располагают в зоне складских зданий и сооружений.

Для обеспечения приема сырья и отгрузки готовой продукции предусматривают грузовые платформы открытого или закрытого (дебаркадеры) типа в зависимости от климатических и технологических условий. Их длина зависит от грузооборота, вида транспорта и условий его подачи, средств механизации.

Так, при поставке (отгрузке) мяса в рефрижераторные железнодорожные секции длина погрузочно-разгрузочного фронта должна быть около 120 м. Обслуживание железнодорожным транспортом обычно осуществляется по тупиковой схеме.

1.4.1.2. Автомобильный транспорт

Автомобильные дороги устраивают на территории предприятия по тупиковой, кольцевой или смешанной схемах. В первом случае для разворота автомобилей в конце тупика устраивают петлевые объезды или площадки размерами не менее 12×12 м. При кольцевой схеме предусматривают дорогу, охватывающую основную часть застроенной территории.

Территория промышленного предприятия одной из своих границ обычно примыкает к улице или дороге общего пользования. Если протяженность стороны превышает 1000 м, на ней устраивают не менее двух въездов на предприятие. Расстояние между въездами не должно превышать 1500 м.

Внутризаводские автомобильные дороги подразделяют на три категории:

- I категория – при грузонапряженности в обоих направлениях более 1,2 млн т брутто в год;
- II категория – 1,2...0,3 млн т;
- III категория – менее 0,3 млн т.

Ширину проезжей части дорог I и II категории принимают 6...9,5 м; III категории 3,5...5 м.

Расстояние от края проезжей части до наружной грани стены зданий принимают: при длине здания более 20 м – не менее 3 м; при наличии въезда в здание электрокаров и двухосных автомобилей – 8 м, трехосных – 12 м.

1.4.2. Благоустройство территории

В проект благоустройства территории промышленного предприятия входит решение комплекса вопросов по созданию необходимых санитарно-гигиенических, эксплуатационных и эстетических условий для работающих. Основными элементами благоустройства являются устраиваемые дороги, тротуары, стоянки автомобилей с покрытием, обеспечивающим качественную их уборку, а также площадки и зоны отдыха с цветниками, фонтанами, беседками. Большое внимание должно уделяться архитектурному оформлению различных сооружений и элементов: лестниц, сходов, вентиляционных шахт, противопожарных водоемов, брызгальных бассейнов и т. д.

Озеленение территории является основным элементом благоустройства, обеспечивающим необходимую чистоту воздуха, защищая здание от ветра, пыли и копоти. Многие породы деревьев (ель, сосна, липа, тополь, можжевельник, черемуха) выделяют бактерицидные летучие вещества, оздоравливающие воздушную среду.

Озеленение территорий следует предусматривать в виде кустарниковых насаждений, групповой и рядовой посадки деревьев, цветников и газонов (табл. 1.5).

Площадь участков насаждений в среднем должна составлять 15...30 % площади территории. При этом следует соблюдать нормативные расстояния приближения зеленых насаждений к зданиям и сооружениям (табл. 1.6).

Породы деревьев и кустарников выбирают с учетом специфики предприятий и климатических условий.

При этом следует учитывать требования пожарной безопасности и влияние на насаждения производственных вредностей.

Таблица 1.5

Наименьшая ширина полосы зеленых насаждений

Полоса	Наименьшая ширина полосы, м
Газон с рядовой посадкой деревьев или деревьев в одном ряду с кустарниками:	
однорядная посадка	2
двухрядная	5
Газон с однорядной посадкой кустарников:	
высоких (более 1,8 м)	1,2
средних (от 1,2 до 1,8 м)	1
низких (до 1,2 м)	0,8
Газон с посадкой деревьев группами	4,5
То же с посадкой кустарников группами	3
Газон	1

Таблица 1.6

Приближение зеленых насаждений к зданиям и сооружениям

Элементы сооружений и устройств	Минимальное расстояние, м	
	до оси стволов деревьев	до кустарников
Грани наружных стен и сооружений	5	1,5
Внешняя бровка кювета или край проезжей части автомобильных дорог	2	1,2
Подошва или грань подпорных стенок	3	1
Ограды высотой 2 м и выше	4	1
Подземные сети коммуникаций:		
газопровода	1,5	–
канализации	2	1
теплопровода (от стенки канала)	–	–
водопровода и дренажей	2	–
электрокабеля	2	0,7
Оси железнодорожных путей	5	3,5
Бровка тротуаров	0,7	0,5

1.4.3. Проектирование генеральных планов предприятий пищевой промышленности

Основные принципы решений генеральных планов пищевых предприятий заключаются в функциональном зонировании территории промышленной площадки, улучшающем эксплуатационные качества застройки; в компактном размещении производственных зданий на промышленной площадке и их блокировании, обеспечивающих значительную экономию отводимой под застройку территории; в отсутствии пересечений транспортных путей готовой продукции, сырья и отходов; в благоустройстве территории, отвечающем специфике производства.

Функциональное зонирование промышленных площадок предприятий по производству продовольственных товаров характеризуется организацией на их территории следующих зон (располагаемых обычно последовательно от главного входа на предприятие в глубину территории): административно-хозяйственных и социально-бытовых объектов; объектов основного производства, объектов подсобного и складского назначения, объектов особого санитарного режима (рис. 1.1).

Однако для предприятий ряда отраслей промышленности имеется своя специфика зонирования.

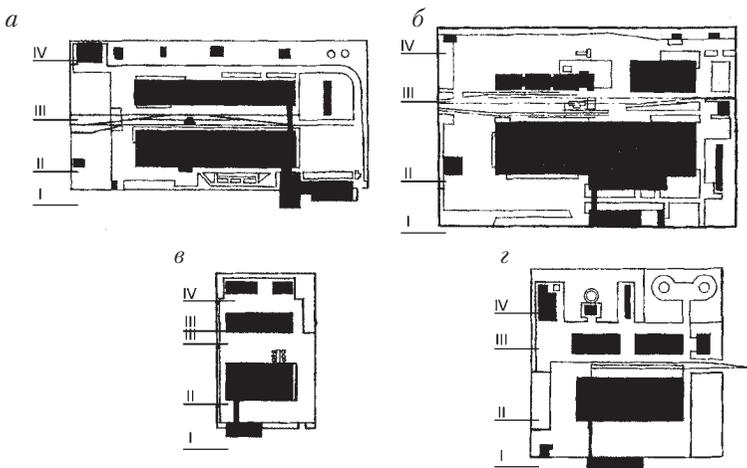


Рис. 1.1. Схема функционального зонирования территории промышленной площадки:

а – кондитерской фабрики; *б* – пивоваренного завода; *в* – молочного завода; *з* – мясоперерабатывающего завода; I – зона административно-хозяйственных и социально-бытовых объектов; II – зона основного производства; III – зона подсобного и складского назначения; IV – зона особого санитарного режима

На предприятиях сахарной промышленности подсобно-складскую зону разделяют на две части: в пределах ограждаемой территории (склады известкового камня и кокса и т. п.) и вне ограждаемой территории (здания и сооружения для приема и хранения свеклы, гидротранспортеры, накопители фильтрационного осадка и др.) (рис. 1.2).

Территорию мясокомбинатов разделяют на следующие зоны: административно-хозяйственные и социально-бытовые объекты; объекты основного производства; объекты подсобного и складского назначения; объекты особого санитарного режима, которые, в свою очередь, расчлняются на две подзоны – объекты водопроводных сооружений (артезианские скважины, насосные и т. п.) и объекты скотоприемной базы (приема, сортировки и предубойного содержания скота с санитарным блоком).

В проектах мясокомбинатов предусматривается блокирование зданий холодильника, мясоперерабатывающего и мясожирового производства (рис. 1.3, 1.4, 1.7).

В молочной промышленности практикуется блокирование зданий основного производства по выпуску молочной продукции, холодильника и отделений по приему молока (рис. 1.5). В последнее время на этих предприятиях все подсобные цехи размещают в отдельном блокированном одноэтажном здании.

При проектировании застройки территории предприятий мясной, птицеперерабатывающей и других отраслей промышленности объекты производства, выделяющие неприятные запахи, дым и пыль, обычно размещают в глубине промышленной площадки с подветренной (для ветров преобладающего направления) стороны по отношению к объектам основного производства, а также к другим промышленным предприятиям и близлежащим селитебным территориям.

Одним из важнейших условий рационального решения генерального плана предприятий по производству продовольственных товаров является блокирование производственных зданий. В результате этого основные производства размещают в одном или двух зданиях, а блок административно-бытового назначения может примыкать к основному производственному зданию, располагаться отдельно или соединяться с ним переходной галереей (надземной или наземной) (рис. 1.5 и 1.6).

На отечественных предприятиях по производству продовольственных товаров на основе указанных принципов формирования генеральных планов достигнута высокая плотность застройки, составляющая 38...60 %. Это относится в основном к предприятиям городского типа.

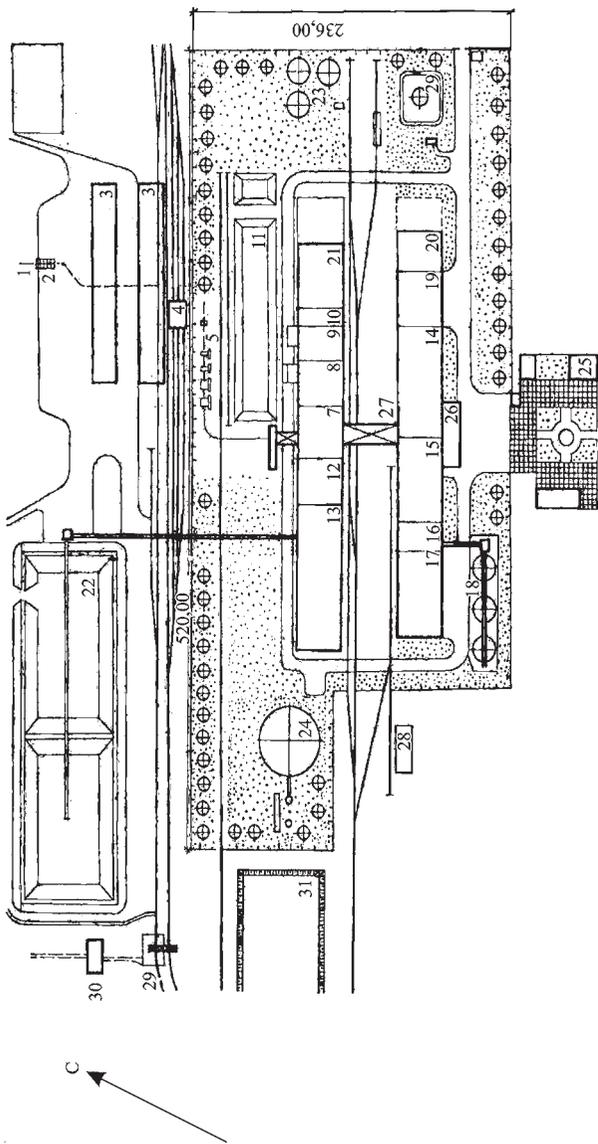


Рис. 1.2. Генеральный план сахарного завода мощностью 50 тыс. ц/сут [31]:

1 – гидротранспортер с кагатных полей; 2 – гидрорагрузка свеклы из автомашин; 3 – бурачные; 4 – гидрорагрузка свеклы из железнодорожных вагонов; 5 – соломо- и камнеловушки; 6 – насосная станция подъема свеклы; 7 – диффузионное отделение; 8 – мойка свеклы; 9, 10 – известковое отделение и печь; 11 – склад известкового камня и кокса; 12 – сушка и брикетирование жома; 13 – склад сухого брикетирования жома; 14 – очистка сока; 15 – продуктовое отделение; 16 – сушка и упаковка сахара; 17 – склад тарного хранения сахара-песка; 18 – bestарный склад хранения сахара-песка; 19 – химводочистка; 20 – ТЭЦ; 21 – механическая мастерская; 22 – жомохранилище; 23 – баки для мелассы; 24 – отстойник транспортерно-моющих вод; 25 – производственная площадка; 26 – бытовые помещения; 27 – переходная галерея; 28 – склад соли; 29 – слив ИСМ; 30 – сырьевая лаборатория; 31 – накопители фильтратного осадка

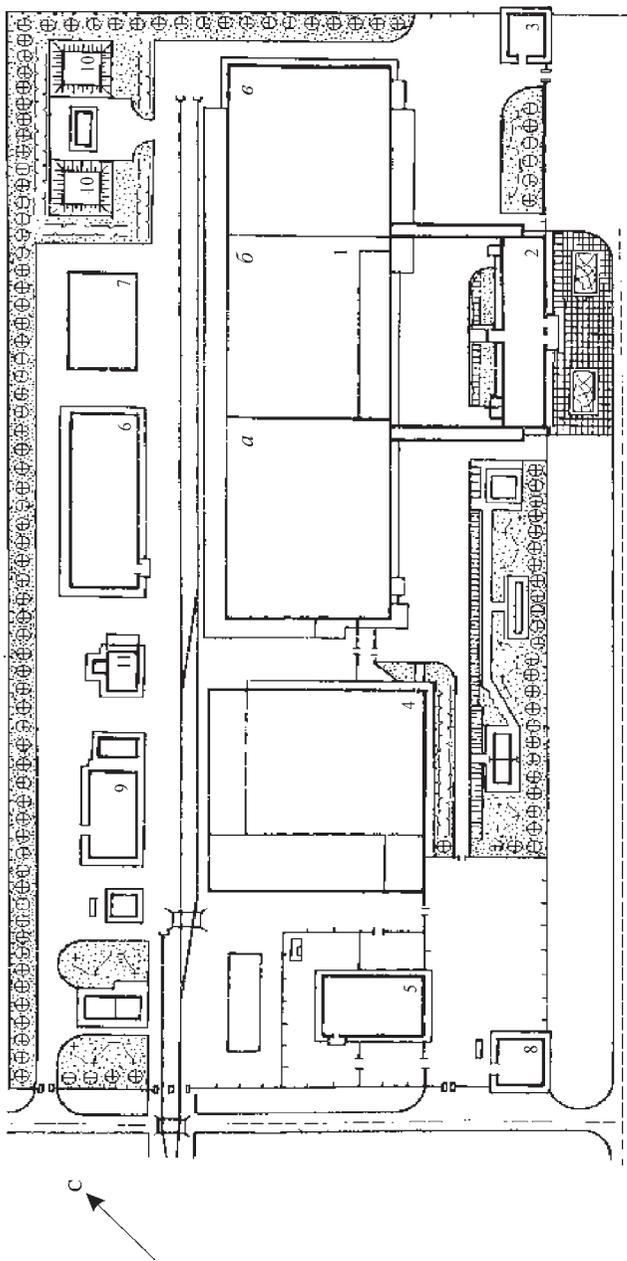


Рис. 1.3. Генеральный план типового одноэтажного мясокомбината мощностью 50 т/смену [9]:

- 1 – производственный корпус (*a* – мясожировой корпус; *б* – холодильник; *в* – мясоперерабатывающий корпус);
 2 – административно-бытовой корпус; 3 – весовая; 4 – цех предубойного содержания скота с приемными загонами;
 5 – карантин-изолятор и санитарная бойня; 6 – блок подсобных цехов; 7 – навес для материалов; 8 – пункт мойки и дезинфекции машин; 9 – котельная; 10 – резервуары для воды; 11 – пескостовка-жироловка

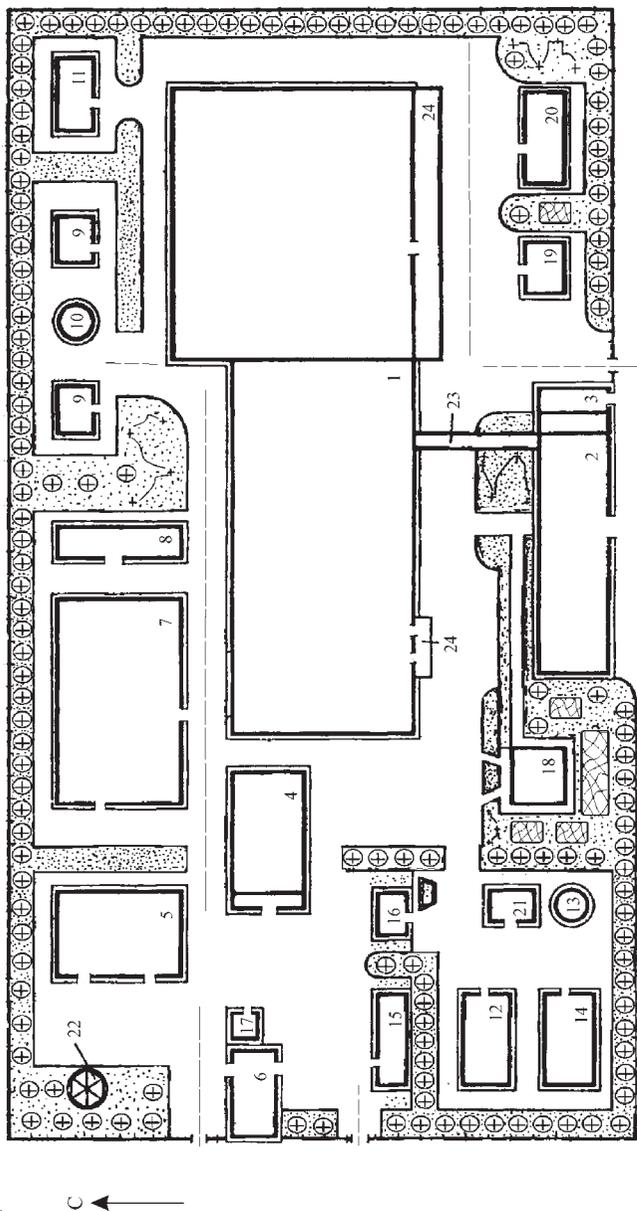
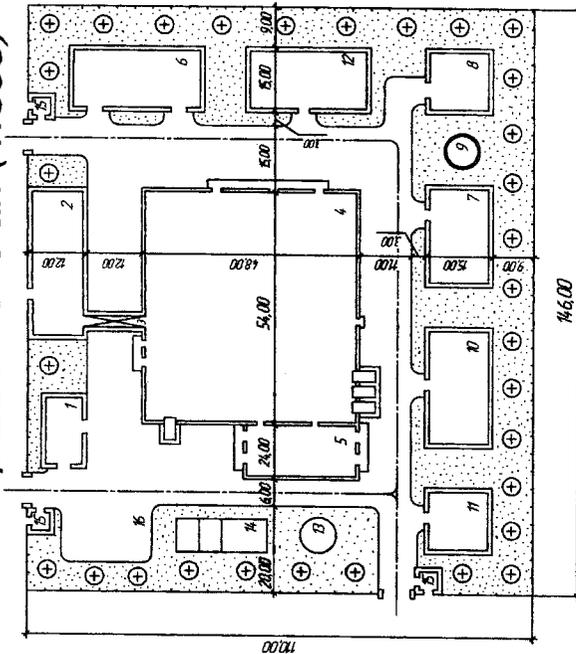


Рис. 1.4. Генеральный план птицекомбината [8]:

1 – главный производственный корпус (тех убой птицы и обработки тушек; холодильник); 2 – административно-бытовой корпус; 3 – весовая; 4 – отделение приема птицы; 5 – гараж; 6 – пункт мойки и дезинфекции машин; 7 – корпус подсобных цехов; 8 – площадка для вспомогательных материалов; 9 – резервуары для воды; 10 – насосная станция; 11 – градирня; 12 – склад аммиака; 13 – канализационная станция; 14 – пескочловка-жироловка; 15 – контрольно-пропускной пункт; 16 – гостиная для поставщиков птицы; 17 – изолятор для птицы; 18 – спортивная площадка; 19 – клуб; 20 – спортивный зал; 21 – теплица для цветов и овощей; 22 – беседка; 23 – галерея; 24 – автоплатформа

С ↑

Генеральный план (1:500)



Технико-экономические показатели

Номер ТЭП	Наименование	Величина
1	Площадь участка	16060,0
2	Площадь застройки	6708,0
3	Площадь с твердым покрытием, м ²	4165,0
4	Площадь озеленения, м ²	5187,0
5	Плотность застройки, %	47,0
6	Коэффициент озеленения, %	32,2
7	Коэффициент использования территории, %	67,7

Условные графические изображения

- асфальтобетонное покрытие
- газон
- ограждение территории с воротами
- лиственные деревья
- автомобильные дороги

Рис. 1.5. Генеральный план городского молочного завода:

1 – проходная; 2 – административно-бытовой корпус; 3 – переходная галерея; 4 – производственный корпус; 5 – приемно-моечное отделение; 6 – гараж; 7 – компрессорная; 8 – склад горюче-смазочных материалов; 9 – резервуар для пожаротушения; 10 – котельная; 11 – трансформаторная будка; 12 – склад; 13 – артезианская скважина; 14 – градирия; 15 – контрольно-пропускной пункт; 16 – стоянка для автомобилей

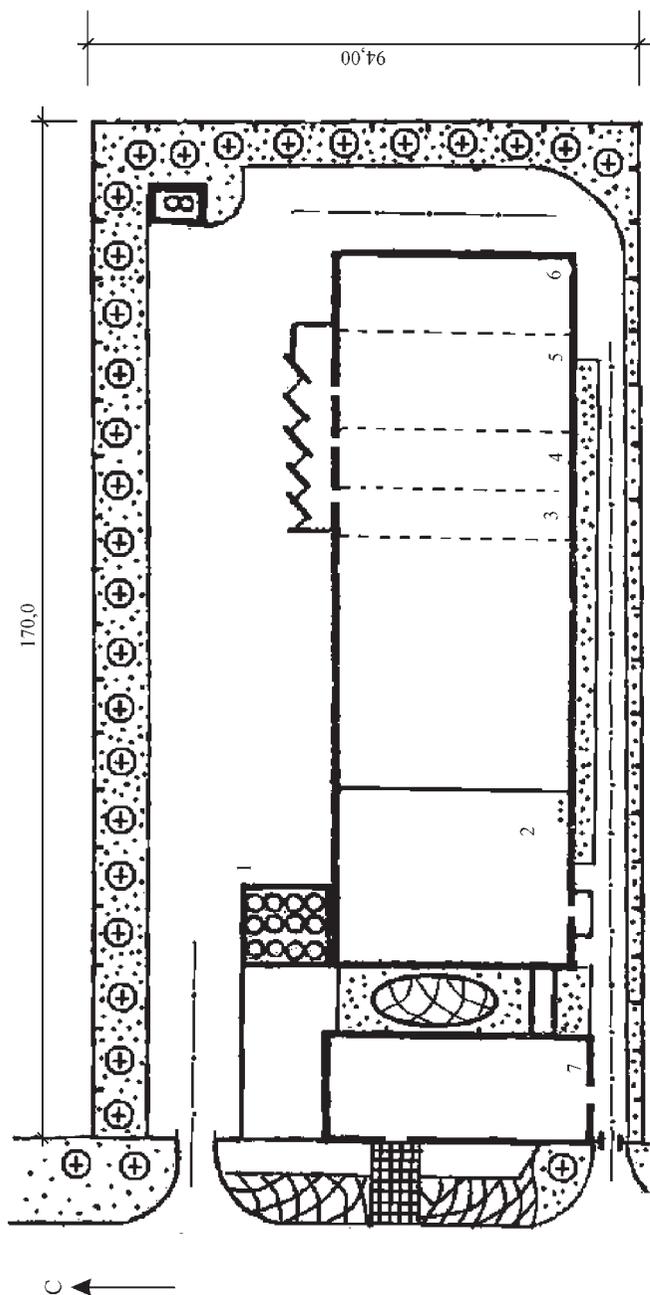


Рис. 1.6. Генеральный план хлебозавода мощностью 65 т/сут [31];

1 – силосы для муки; 2 – подготовительное отделение; 3 – пекарный зал; 4 – хлебохранилище; 5 – экспедиция; 6 – подсобные помещения; 7 – административно-бытовые помещения; 8 – насосная

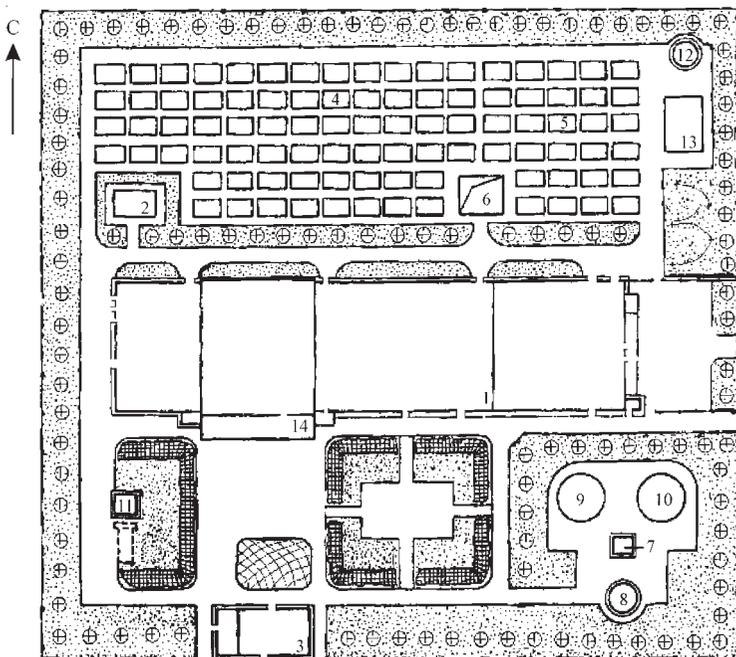


Рис. 1.7. Генеральный план птицекомбината [8]:

1 – производственный корпус (цех приема и передержки птицы; склад кормов с кормоцехом; цех уоя и переработки птицы; холодильник); 2 – открытая градирия; 3 – административно-бытовой корпус; 4 – открытые базы (60 шт.); 5 – крытые базы (28 шт.); 6 – пруд для водоплавающей птицы; 7 – артезианская скважина и насосная станция; 8 – водонапорная станция; 9, 10 – резервуары для воды; 11 – подземный резервуар для мазута; 12 – насосная станция; 13 – площадка для помета; 14 – автомобильные платформы

Огромное влияние на формирование генерального плана предприятий по производству продовольственных товаров оказывает организация транспортных потоков на площадке. Обычно на площадках проектируют два въезда для автомобильного транспорта: главный и запасной. Для осуществления транспортных операций на территории предприятий требуется площадка перед экспедиционным фронтом шириной до 30 м (в расчете на авторефрижераторы). По санитарным требованиям на предприятиях, как правило, организуют две экспедиции: для сырья и для готовой продукции. Решение генерального плана должно при этом предусматривать разделение потоков транспорта, обслуживающего эти экспедиции.

На предприятиях мясной промышленности со скотоприемными базами особо изолируют пути подвоза скота. В этих случаях предусматривают третий, обособленный въезд на территорию предприятия.

При наличии железнодорожного ввода на площадку предприятия вдоль него располагают складские и производственные здания, для которых требуется железнодорожное обслуживание. Возможен ввод железнодорожного пути в крытый дебаркадер, размещаемый обычно по длинной стороне здания или внутри широкого блокированного здания.

В этом случае экспедиции, обслуживаемые автомобильным транспортом, располагают на противоположной стороне.

1.4.4. Техничко-экономические показатели (ТЭП)

Для генерального плана промышленного предприятия подсчитываются следующие технико-экономические показатели:

- 1) площадь участка, $A_{уч}$, га, м²;
- 2) площадь застройки, $A_з$, м²;
- 3) площадь с твердым покрытием, $A_{дор}$, м²;
- 4) площадь озеленения, $A_{оз}$, м²;
- 5) плотность застройки, определяемая как отношение площади застройки к площади участка, $K_з = A_з / A_{уч}$ или процент застройки;
- 6) коэффициент озеленения территории, определяемый как отношение площади озеленения к площади участка, $K_{оз} = A_{оз} / A_{уч}$;
- 7) коэффициент использования территории, определяемый как отношение площади, занятой зданиями и сооружениями, открытыми складами, рельсовыми и безрельсовыми дорогами к общей площади участка, $K_{исп. тер} = (A_з + A_{дор}) / A_{уч} < 1$.

Минимальный процент застройки для различных производств:

сахарных заводов при переработке свеклы до 3 тыс. т/сут	– 55 %
	от 3 до 6 тыс. т/сут – 50 %
хлебозаводов производственной мощностью до 45 тыс. т/сут	– 37 %
	более 45 тыс. т/сут – 40 %
кондитерских фабрик	– 50 %
заводов по производству и розливу виноградных вин и виноматериалов	– 50 %
пивоваренных и солодовенных заводов	– 50 %
мясокомбинатов	– 40 %

заводов по производству мясных консервов, колбас, копченостей и других мясных продуктов	– 42 %
молокозаводов до 100 т/смену	– 43 %
более 100 т/смену	– 45 %
молочноконсервных заводов	– 45 %
заводов по производству сухого обезжиренного молока	
производственной мощностью до 5 т/смену	– 36 %
более 5 т/ смену	– 42 %
сыродельных заводов	– 37 %
рыбоперерабатывающие предприятия производственной	
мощностью до 10 т/сут	– 40 %
более 10 т/сут	– 50 %

Глава 2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, УНИФИКАЦИИ И ТИПИЗАЦИИ В ПРОМЫШЛЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

2.1. Исходные данные для строительного проектирования

Для проектирования строительной части промышленного здания или промышленного комплекса необходимо иметь следующие исходные данные: сведения, связанные с географическим местоположением объекта; требования технологии проектируемого производства; данные, характеризующие возможности строящей строительной организации.

2.1.1. Географические данные

К ним относятся:

- климатические условия района строительства: ветровая и снеговая нагрузки, расчетная температура наружного воздуха, глубина сезонного промерзания грунта, преобладающее направление ветров и др.;
- топографическая съемка территории, отводимой под строительство, с указанием ее ориентировки по сторонам света, координат и горизонталей, определяющих уклоны местности (подоснова);
- инженерно-геологические и гидрогеологические данные: напластование и характеристика грунтов, уровень грунтовых вод, наличие и мощность водных источников и другие данные, получаемые в результате инженерно-геологических изысканий на местности.

2.1.2. Технологические особенности проектируемого производства

Исходные данные, связанные с технологическими особенностями проектируемого производства, отличаются большим разнообразием. Источником для получения этих данных является технологическая часть проекта (технологическая схема, планы расположения оборудования и пр.).

При проектировании технологическая часть или назначение объекта определяет его объемно-планировочные и конструктивные решения. Особенности объемно-планировочных и конструктивных решений, а также возможности строящей организации могут повлиять на окон-

чательный вариант компоновки оборудования. Процесс проектирования сочетает в себе выполнение рациональных и экономически-целесообразных требований к строительному объекту и возможностей их осуществления.

При реконструкции предприятий или отдельных цехов необходимо дополнительно установить, какие именно части здания будут реконструированы и в какой степени реконструкция коснется изменения существующих конструкций или будет связана с новым строительством. Во всех случаях должны быть подготовлены основные данные о размерах и конструкциях существующего здания (выполнение обмерочных чертежей и определение несущих способностей конструкций). Эти сведения необходимы для правильного учета и использования существующих конструкций, т. е. для окончательного выбора строительных решений.

Определяемые на стадии подготовки исходных данных размер пролетов, шаг колонн, площади помещений и зданий в целом, высота этажей должны быть увязаны с требованиями строительной унификации и размерами оборудования.

2.2. Унификация и типизация в промышленном строительстве

2.2.1. Унифицированные параметры зданий

Унификация – приведение многообразных видов типовых деталей к небольшому числу определенных типов, единообразных по формам и размерам.

Типизация – разработка, отбор и применение в строительстве лучших с технической и экономической стороны решений отдельных конструкций и зданий в целом, предназначенных для многократного применения.

Основными задачами унификации и типизации являются:
создание универсальных конструкций и деталей, пригодных для различных объектов;

уменьшение числа типов промышленных зданий и сооружений и создания условий для широкого блокирования;

сокращения числа типоразмеров сборных конструкций и деталей;

создание лучших условий для использования прогрессивных технических решений.

Номенклатура типовых строительных конструкций содержится в каталоге унифицированных строительных изделий.

В нашей стране большое распространение получило строительство по *типовым проектам*, предназначенным для многократного примене-

ния. Их использование обеспечивает не только широкое применение в массовом строительстве унифицированных конструктивных схем и типовых элементов, но и значительно сокращает время и затраты на проектирование и повышает его качество.

Строительство по индивидуальным проектам с применением нетиповых планировочных элементов допускается лишь в особых случаях, например, при возведении уникальных зданий и сооружений (крупных крытых рынков, театров, выставочных залов и др.).

Разработка типовых проектов осуществляется на основе вариантной проработки с выбором оптимальных решений.

Типовые проекты должны быть привязаны к конкретной площадке строительства с учетом особенностей местных условий.

Привязка типовых проектов состоит в определении координат и отметок зданий и сооружений, в уточнении конструктивных решений, глубины заложения и размеров фундаментов с учетом гидроинженерно-геологических условий строительной площадки, в разработке узлов примыкания внутренних сетей водоснабжения, канализации, теплофикации и других коммуникаций к внешним, в уточнении объемов работ и сметной стоимости строительства с учетом местных условий и цен, а также во внесении других изменений, связанных с конкретными условиями строительства.

При выполнении работ по привязке проектные организации должны вносить в типовые проекты изменения, связанные с заменой устаревшего технологического оборудования современным, в связи с введением новых нормативных документов.

На основе анализа требований к предприятиям различных отраслей промышленности (межотраслевая унификация) или к многоэтажным гражданским и промышленным зданиям (межвидовая унификация) разработаны стандарты на габаритные схемы и параметры одноэтажных и многоэтажных зданий промышленных предприятий (ГОСТ 23838–89 «Здания предприятий. Параметры», ГОСТ 28984–91 «Модульная координация размеров в строительстве. Основные положения»).

Унификация осуществляется на основе *единой модульной системы (ЕМС)* – совокупность правил координации (взаимного согласования) объемно-планировочных и конструктивных размеров зданий, строительных изделий и оборудования для их формирования.

Цель ЕМС – создание основы для типизации и стандартизации в проектировании, производстве изделий и в строительстве.

Для обеспечения взаимного согласования размеров зданий и сооружений, размеров и расположения их элементов, строительных кон-

струкций, изделий и элементов оборудования, взаимозаменяемости и ограничения количества типоразмеров строительных конструкций, изделий и элементов введена модульная координация размеров в строительстве (МКРС).

МКРС предусматривает применение в основном прямоугольной пространственной координационной системы (рис. 2.1), однако допускаются также косоугольная и другие системы.

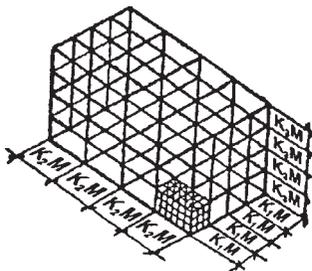


Рис. 2.1. Прямоугольная модульная пространственная координационная система: K_1 , K_2 – коэффициенты кратности модулей в плане и по высоте здания (сооружения)

МКРС ведется на основе кратности единой величине – *модулю* (отрезок прямой, равный 100 мм). Наряду с основным приняты укрупненные и дробные модули.

Укрупненный модуль (мультимодуль) равен основному, увеличенному в целое число раз, – 3М, 6М, 12М, 15М, 30М, 60М, который используется при назначении основных конструктивно-планировочных размеров зданий по горизонтали (расстояния в осях между несущими конструкциями в продольном и поперечном направлении) и по вертикали (высоты этажей, проемов), а также типоразмеров крупных сборных изделий.

Понятие *типоразмер* совмещает в себе вид изделия и его размеры. Типоразмер обычно содержит ряд марок – вариации по каким-либо признакам: размещение отверстий, закладных деталей и т. п.

Дробный модуль (субмодуль) равен какой-либо части основного модуля – 1/2М, 1/5М, 1/10М, 1/20М, 1/50М, 1/100М. Кратным ему назначают размеры сечений сборных элементов.

Взаимное расположение элементов здания в пространстве устанавливают с помощью условной трехмерной пространственной систе-

мы взаимно пересекающихся модульных плоскостей. Расстояния между плоскостями равны основному модулю или избранным для проектируемого объекта модулям. Основные конструкции здания при проектировании размещают в пространстве, совмещая с модульными плоскостями. Линии пересечения модульных плоскостей, совмещенных с несущими конструкциями здания, образуют линии модульных *разбивочных осей* в плане и разрезе.

На чертежах разрезов, кроме расстояний между разбивочными осями выносятся *отметки* – расстояния в метрах от горизонтальной плоскости, уровень которой условно принят нулевым. Чаще всего за нулевую принимается отметка чистого пола первого этажа.

В начале строительства здания осуществляется размещение его осей на местности, называемое разбивкой здания или разбивкой его осей. Разбивочные оси используются для привязки конструкций, т. е. для определения их положения в здании по установленным правилам выбора расстояний от оси или грани конструкции до ближайших разбивочных осей.

Модульная система предусматривает три вида размеров:

- *номинальный* – расстояние между разбивочными осями здания или размеры конструктивных элементов и строительных изделий между их условными гранями (с включением примыкающих частей швов или зазоров);

- *конструктивный* – проектный размер элемента, отличающийся от номинального размера на величину шва или зазора между элементами;

- *натурный (фактический)* – размеры изделия, получившиеся при его изготовлении (с учетом соответствующих допусков).

К основным строительным параметрам зданий, подлежащим унификации, относятся:

- пролет, шаг, сетка колонн и высотные габариты:

шаг – расстояние между разбивочными осями в продольном направлении, принимают кратным 6 м; на чертежах оси маркируются арабскими цифрами слева направо;

пролет – поперечное расстояние между колоннами, принимают 6, 9, 12, 18, 24, 30, 36 м; оси маркируются заглавными буквами в алфавитном порядке снизу вверх, кроме букв л, з, й, о, х, ц, ч, щ, ь, ы, ь;

высота этажа (в одноэтажном здании – расстояние от нулевой отметки до низа несущей конструкции покрытия (балки, фермы), а в многоэтажном здании – от нулевой отметки до отметки чистого пола следующего этажа, а на последнем этаже – до верха плит). Эту величину в пределах от 3 до 6 м принимают кратной 0,6 м, а в пределах от 6 до 18 м – 1,2 м.

Размеры шага и пролета образуют *сетку колонн*, которая должна соответствовать не только расстановке технологического оборудования, но и принятой системе инженерного обеспечения, планировочной структуре здания (рис. 2.2):

- привязка элементов конструкций к координационным (разбивочным) осям и размеры вставок в местах температурных швов и примыканий взаимно перпендикулярных пролетов и перепадов высот, уклоны кровель из различных материалов;
- производственные нагрузки и воздействия.

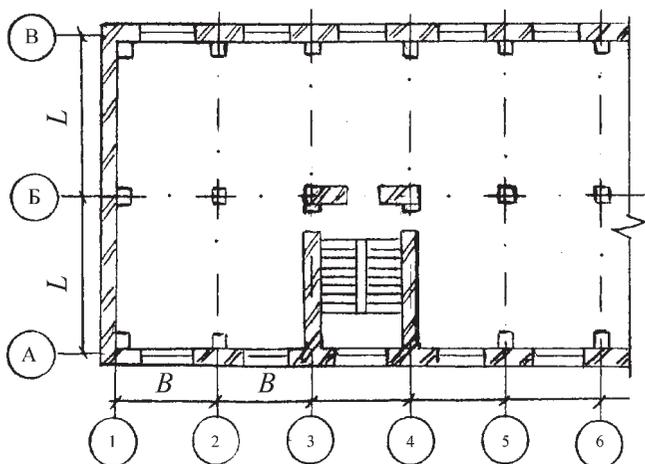


Рис. 2.2. Габаритная схема многоэтажного здания с неполным каркасом (с железобетонными колоннами каркаса и кирпичными несущими стенами): B – шаг; L – пролет

Унифицированные параметры и их сочетание в виде ограниченного числа унифицированных габаритных схем одноэтажных и многоэтажных зданий лежат в основе современного проектирования. Габаритные схемы этих зданий представляют собой схематический поперечный разрез с указанием основных строительных параметров (сетка колонн, высота пролетов или этажей и т. д.).

В соответствии с унифицированными параметрами разрабатываются государственные стандарты, каталоги и рабочие чертежи типовых конструкций и деталей, предназначенные для заводского изготовления.

При этом обеспечивается широкая взаимозаменяемость конструкций. Например, стропильные конструкции покрытия одноэтажных зданий могут быть приняты в виде стальных или железобетонных балок и ферм, колонны и подкрановые балки – сборными железобетонными или стальными, и, наоборот, каждый типовой конструктивный элемент с соответствующими геометрическими параметрами может быть применен для любой габаритной схемы, удовлетворяющей этим параметрам.

В табл. 2.1 и на рис. 2.3 приведены унифицированные габаритные схемы одноэтажных и многоэтажных зданий, установленные на основании требований всех отраслей промышленности и транспорта.

Таблица 2.1

Унифицированные габаритные схемы промышленных зданий

Однопролетные и многопролетные здания										
Высота этажа, м	Шаг колонн, м		Пролет, м							
	наружный	внутренний	6	9	12	18	24	30	36	
3	6	6	•	•	•					
3,6			•	•	•					
4,2			•	•	•					
4,8			•	•	•	•	•			
5,4		12				•	•			
6		6	•	•	•	•	•	•		
		•	•	•	•	•	•	•		
7,2		12				•	•	•		
		6			•	•	•	•	•	
8,4		12				•	•	•	•	
		6			•	•	•	•	•	
9,6		12	12				•	•	•	•
		6	6			•	•	•	•	•
10,8		6	12				•	•	•	•
	6	6				•	•	•	•	
12	6	12				•	•	•	•	
13,2	6					•	•	•	•	
14,4	6						•	•	•	
15,6	6							•	•	
16,8	6							•	•	
18	6							•	•	•
	6							•	•	•

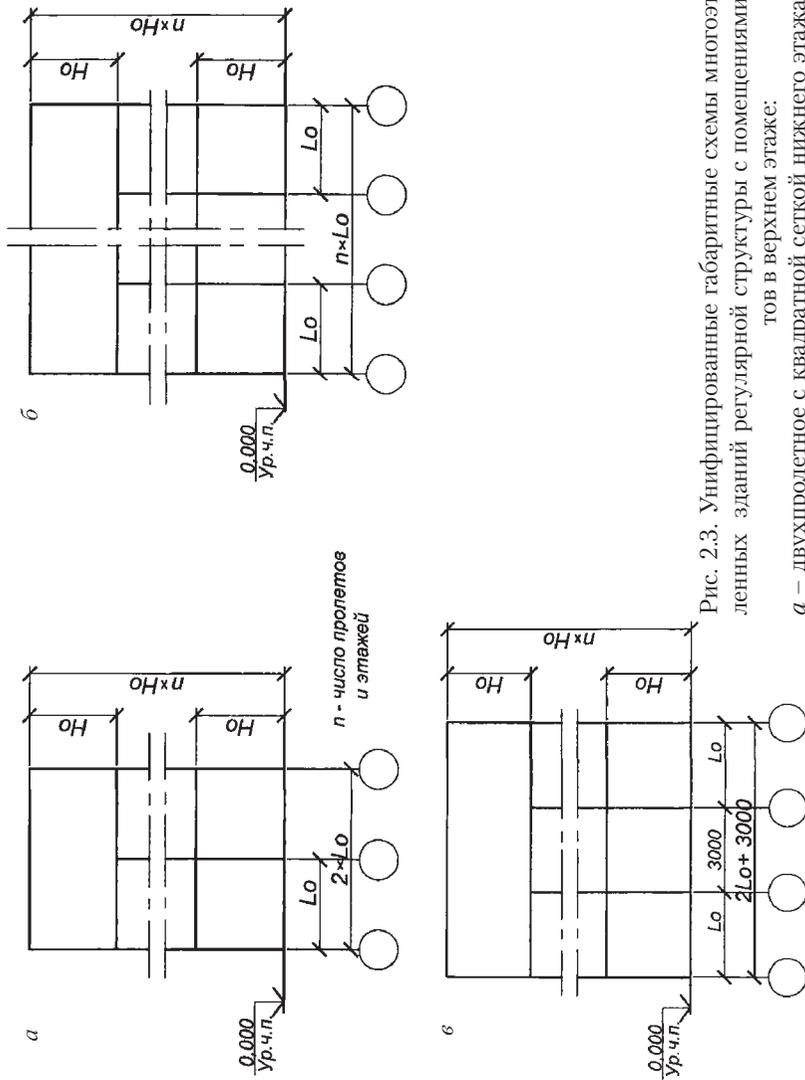


Рис. 2.3. Унифицированные габаритные схемы многоэтажных промышленных зданий регулярной структуры с помещениями больших пролетов в верхнем этаже:

а – двухпролетное с квадратной сеткой нижнего этажа; *б* – трехпролетное; *в* – трехпролетное коридорного типа (ширина коридора 3 м)

Разработанные стандарты не распространяются на габаритные схемы уникальных и экспериментальных зданий, а также зданий с применением пространственных конструкций покрытия типа оболочек и структур. При разработке проектов реконструкции и расширения существующих зданий, построенных в прежние годы без соблюдения положений модульной координации размеров в строительстве, допускаются отступления от габаритных схем.

В двухэтажных зданиях с укрупненной сеткой колонн второго этажа основные строительные параметры первого этажа выбирают из числа рекомендованных для нижнего этажа многоэтажных зданий с балочными перекрытиями, а параметры второго этажа – из числа рекомендованных для одноэтажных зданий (рис. 2.4).

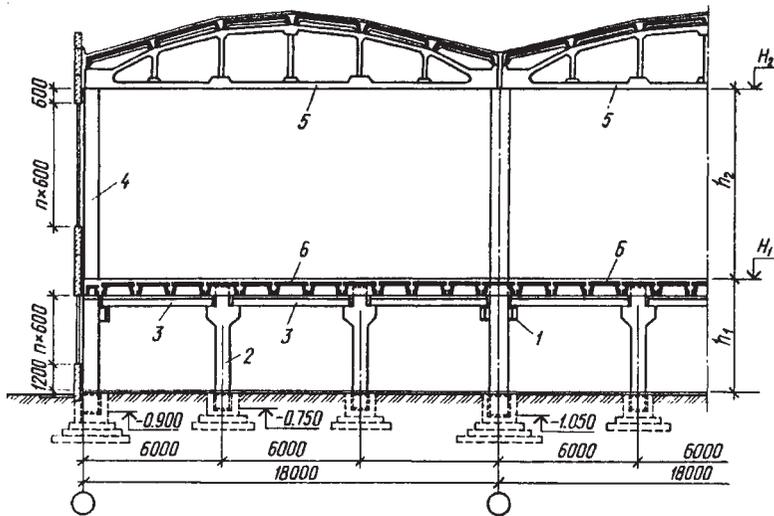


Рис. 2.4. Пример решения двухэтажного здания:

- 1 – приварные консоли; 2 – одноэтажная колонна; 3 – ригель;
4 – двухэтажная колонна; 5 – стропильная ферма; 6 – плиты перекрытия

2.2.2. Привязки осей конструктивных элементов к координационным осям

Под *привязкой* понимают расстояние от координационной оси до геометрической оси сечения элемента конструкции или до какой-либо одной (наружной, внутренней, боковой) его конструктивной плоскости (границы).

Правилами расположения координационных (разбивочных) осей зданий и привязок к ним основных несущих и ограждающих конструкций определяется положение сборных элементов в плане и по высоте здания. Размеры привязок должны обеспечивать оптимальные сочетания сборных элементов и назначаться так, чтобы исключить или свести к минимуму применение доборных (несоосновных) элементов или дополнительных работ на месте по закрытию промежутков между типовыми элементами заводского изготовления.

При *нулевой привязке* колонн крайних рядов (в том числе фахверковых) координационная ось совмещается с плоскостью наружных граней колонн.

В некоторых случаях нулевая привязка колонн к крайним продольным координационным осям невозможна из-за большого размера верхней части колонны, на которую опираются пролетные типовые конструкции. Тогда размер привязки назначается 250 или 500 мм, а при необходимости и более, кратным 250 мм (рис. 2.5).

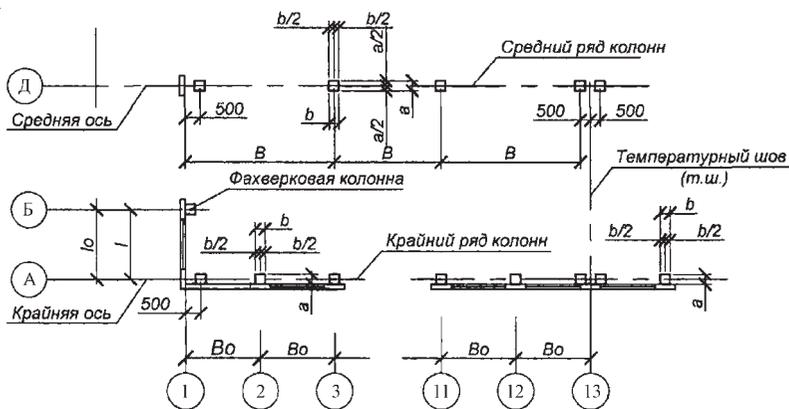


Рис. 2.5. Примеры привязки колонн одноэтажных зданий к координационным осям

Привязка внутренней плоскости наружных стен к продольным координационным осям должна быть равной сумме размеров привязки наружной грани колонн к этим осям и зазора, определяемого конструкцией и условиями размещения деталей крепления стен.

Колонны средних рядов в одноэтажных каркасных зданиях располагаются так, чтобы оси сечения нижней части колонн совпадали с продольными и поперечными координационными осями здания (осевая привязка).

Привязка колонн средних и крайних рядов в торцах зданий к поперечным координационным осям должна выполняться с соблюдением следующих правил: геометрические оси торцевых колонн средних и крайних рядов каркаса должны смещаться с поперечных координационных осей внутрь здания на 500 мм; колонны торцевого фахверка (дополнительная стойка для крепления стенового ограждения) устанавливаются с нулевой привязкой.

В зданиях небольшой высоты можно применять нулевую привязку колонн к поперечным координационным осям (вместо привязки 500 мм) (табл. 2.2).

Таблица 2.2

Привязки колонн

Колонны	Шаг крайнего ряда колонн	Высота этажа, м	Размер привязки, мм
Стальные	6; 12	6; 7,2; 8,4	нулевая
Железобетонные	6	3...4,2	нулевая
	6; 12	4,8...12	нулевая

Для многоэтажных зданий с балочными конструкциями перекрытий и связевыми схемами каркасов (межвидовая унификация) (рис. 2.6) привязка наружных граней колонн к крайним продольным координационным осям принимается 200 мм (ширина колонн 400 мм), а внутренние поверхности наружных стен примыкают к этой грани с зазором

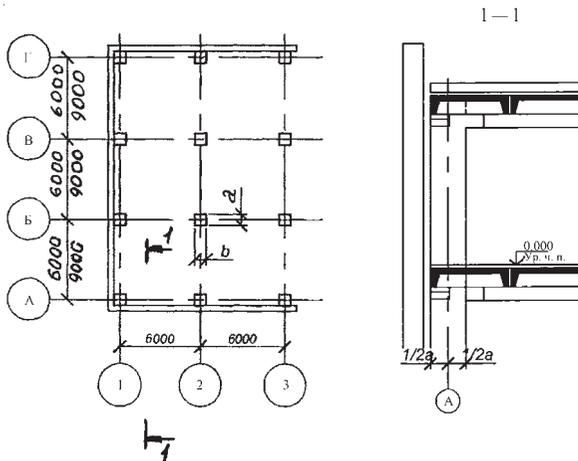


Рис. 2.6. Привязка колонн многоэтажных зданий к координационным осям (здания со связевыми схемами каркасов)

30 мм. Привязка колонн к крайним поперечным осям в торце здания такая же, как и по средним рядам – осевая. В рамных каркасах многоэтажных зданий привязка колонн к крайним продольным координационным осям принимается нулевой; торцевые колонны могут быть смещены относительно поперечных координационных осей на 500 мм или иметь осевую привязку (рис. 2.8).

Нулевая привязка колонн и их смещений на 500 мм позволяют применить конструкции покрытия одноэтажных зданий в многоэтажных зданиях с увеличенной шириной пролета в верхнем этаже по отношению к нижележащим этажам (рис. 2.4, 2.8).

Поперечные температурные швы в одноэтажных и многоэтажных зданиях следует выполнять, предусматривая две координационные оси со вставкой между ними или совмещая ось шва с координационной осью (рис. 2.7). Размер вставки должен быть кратным 50 мм. Привязку парных колонн в поперечных температурных швах рекомендуется принимать аналогично привязке торцевых колонн.

Продольный температурный шов следует осуществлять, предусматривая две координационные оси со вставкой между ними. Размер вставки должен равняться сумме размеров привязок к продольным координационным осям граней колонн, обращенных в сторону шва, и расстояния между этими гранями, равного 500 мм или равного большему размеру, кратному 250 мм.

Размер вставки, который может включать ширину стены или перегородки, должен быть кратным 50 мм (но не менее 300 мм) (табл. 2.3, 2.4).

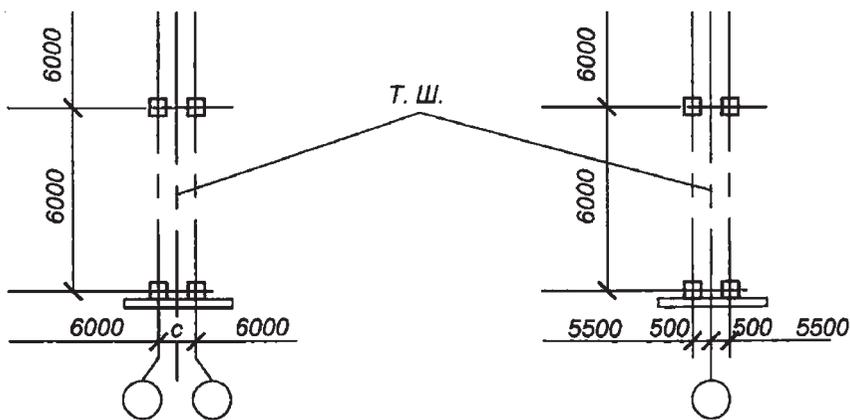


Рис. 2.7. Привязка колонн в температурных швах (с – вставка)

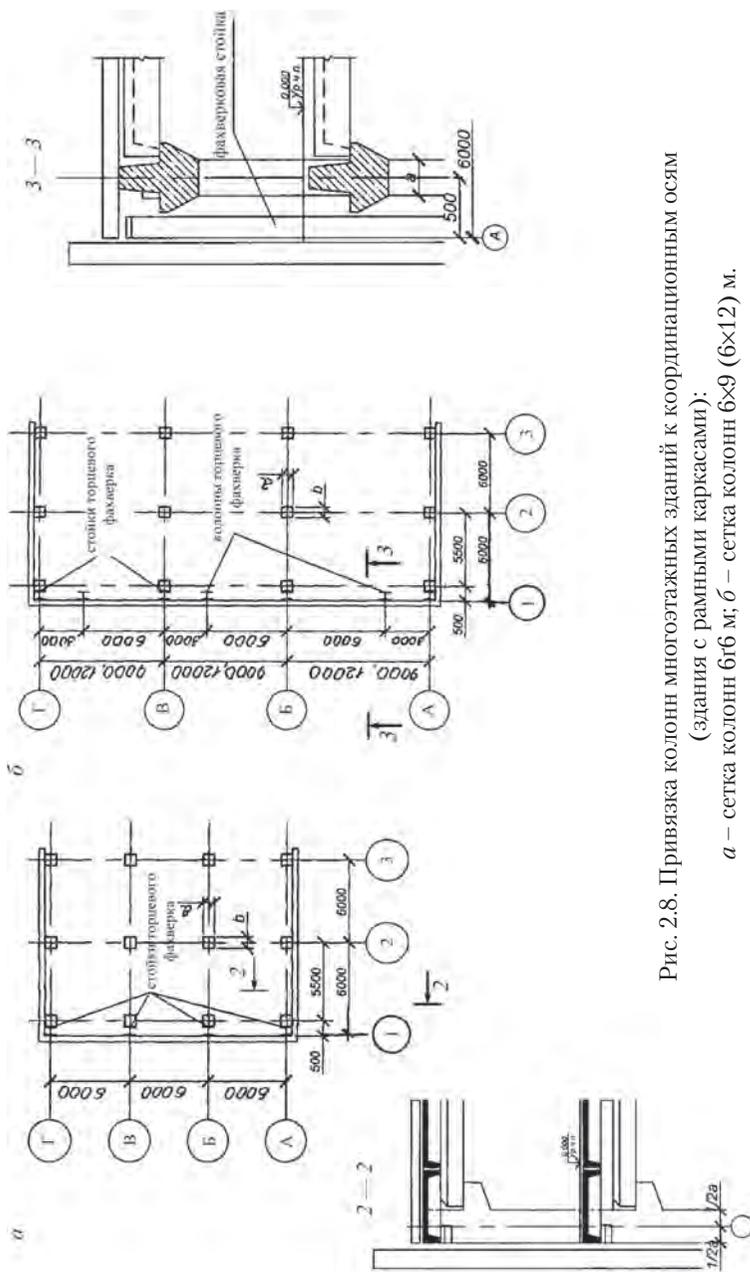


Рис. 2.8. Привязка колонн многоэтажных зданий к координационным осям
 (здания с рамными каркасами):
 а – сетка колонн бгб м; б – сетка колонн б×9 (6×12) м.

Таблица 2.3

Вставка (с) при перепадах высот параллельных пролетов

Привязка колонн, мм	Толщина d панелей, мм					
	160	200	240	300	400	500
0 и 0	300	300	350	400	500	600
0 и 250	550	550	600	650	750	850
250 и 250	800	800	850	900	1000	1100

Таблица 2.4

Вставка (с) при взаимно перпендикулярном примыкании пролетов

Привязка колонн, мм	Толщина d панелей, мм					
	160	200	240	300	400	500
0	250	300	350	400	500	600
250	500	550	600	650	750	850

Перепады высот вдоль и поперек пролетов зданий (рис. 2.9, 2.11, 2.12) следует осуществлять на парных колоннах, предусматривая две поперечные и продольные координационные оси со вставкой между ними.

Привязки несущих кирпичных наружных стен к продольным координационным осям показаны на рис. 2.10. Эти привязки определяются номинальным размером плит перекрытий и минимальным опиранием плит на кирпичные стены, которое должно быть не менее 120 мм.

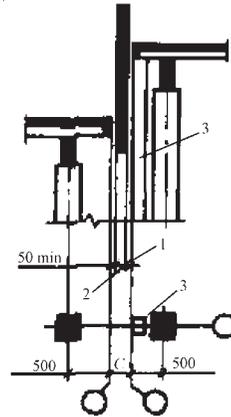
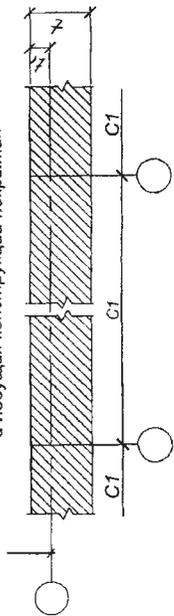


Рис. 2.9. Привязка колонн среднего ряда к координационным модульным осям для осуществления перепада высот поперек пролета здания:

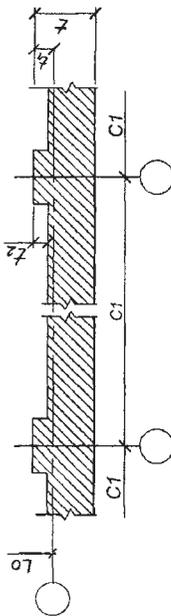
1 – зазор; 2 – толщина стены;
3 – стальная фахверковая колонна
(с – вставка)

Опирание на стену плит
и несущих конструкций покрытия



При опирании плит размер l_1 равен 130 мм, несущих конструкций покрытия - $l_1 \geq 250$ мм, $t \geq 380$ мм.

Опирание несущих конструкций покрытия
на пиллостры



Размер l_2 принимается равным 130, 260, 380 мм и т.д., при $l_2 \geq 260$ мм. Размер t_1 , как правило, равен нулю (разбивочную ось совмещают с внутренней гранью стены)

Торцевые стены

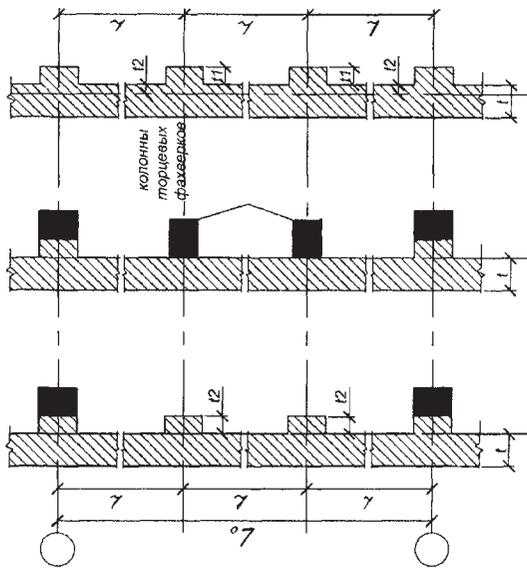


Рис. 2.10. Привязки кирпичных стен к разбивочным осям

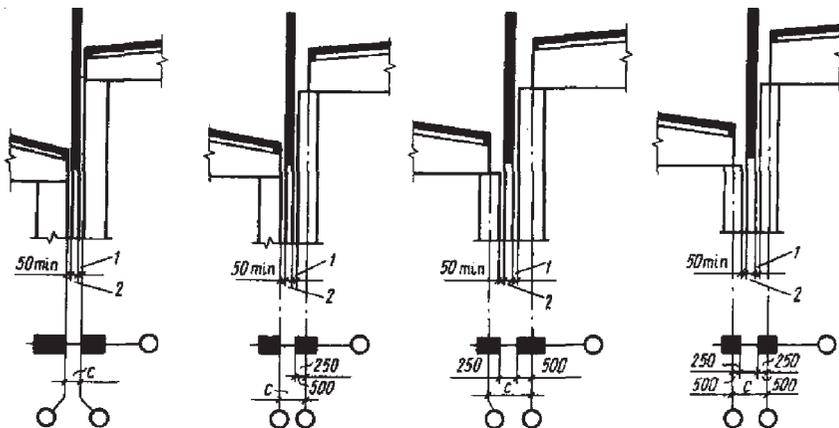


Рис. 2.11. Варианты привязки колонн к продольным координационным модульным осям при перепаде высот параллельных пролетов:
 1 – зазор; 2 – толщина стены; c – вставка

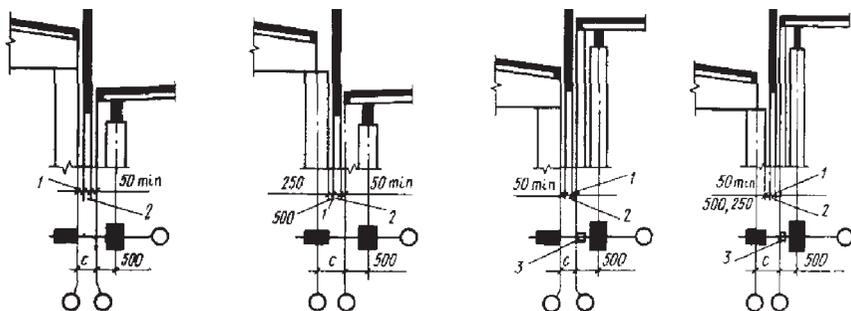


Рис. 2.12. Варианты привязки колонн к продольным координационным модульным осям при примыкании взаимно перпендикулярных пролетов разных высот:
 1 – зазор; 2 – толщина стены (c – вставка)

Глава 3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

3.1. Общие положения по проектированию предприятий пищевой промышленности

Строительство предприятий пищевой промышленности ведется непосредственно в районах ее потребления (городах и других населенных пунктах) и до 80 % осуществляется по типовым проектам. Разработана серия типовых проектов хлебозаводов, цехов по переработке птицы, мясоперерабатывающих комбинатов, городских молочных комбинатов, цехов детского питания, заводов заменителей цельного молока и др. Наряду с этим ведется строительство по индивидуальным проектам или по проектам, имеющим многократное повторное применение.

Предприятия размещают в населенных пунктах, на отдельных площадках, в производственных зонах и специализированных промышленных узлах: коммунально-складских и промышленно-коммунальных зонах с учетом санитарной классификации предприятий согласно СанПин 2.2.1/2.1.1.1200–03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» (табл. 3.1).

Таблица 3.1

Санитарная классификация предприятий

Класс предприятия	Размер санитарно-защитной зоны, м	Наименование
I	1000	Мясокомбинаты, мясохладобойни, включая базы предубойного содержания скота в пределах до трехсуточного запаса скотосырья
II	500	Предприятия свеклосахарные
III	300	Производство пива, кваса и безалкогольных напитков
		Предприятия по производству товарного солода и дрожжей
		Предприятия по производству растительных масел
		Рыбокомбинаты, рыбоконсервные и рыбофилейные предприятия с утильцехами (без копильных цехов)

Класс предприятия	Размер санитарно-защитной зоны, м	Наименование
		Сахарорафинадные заводы Мясоперерабатывающие заводы, фабрики Сыродельные предприятия Предприятия мясорыбкопильные методом холодного и горячего копчения
IV	100	Производство пищевого спирта Заводы первичного виноделия Молочные и маслозаводы (животные масла) Кондитерские фабрики, предприятия производительностью более 0,5 т/сут Хлебозаводы и хлебопекарные предприятия производительностью более 2,5 т/сут Ликероводочные заводы
V	50	Овоще-, фруктохранилища Заводы коньячного спирта Макаронные фабрики Колбасные фабрики Малые предприятия и цехи малой мощности: по переработке мяса до 5 т/сут, молока до 10 т/сут; производство хлеба и хлебобулочных изделий до 2,5 т/сут, рыбы до 10 т/сут; предприятия по производству кондитерских изделий до 0,5 т/сут Фабрики пищевые заготовочные Производство виноградного сока Производство фруктовых и овощных соков Предприятия по переработке и хранению фруктов и овощей (сушке, засолке, маринованию и квашению) Предприятия по розливу вин Предприятия по производству безалкогольных напитков на основе концентратов и эссенций Предприятия по производству майонезов Предприятия по производству пива (без солодовен)

Размещение предприятий непосредственно у селитебной застройки обеспечивает их пешеходную доступность и способствует постоянству кадрового состава (поскольку около двух третей трудящихся составляют женщины), а также резко сокращает транспортные затраты на доставку готовой продукции в торговую сеть.

При размещении предприятий группами возможно комбинирование производств на основе совместного использования продуктов переработки и полуфабрикатов для получения других, более сложных продуктов. Осуществляют кооперирование предприятий для совместного использования объектов инженерно-технического обеспечения.

Предприятия получают чистую воду, тепло, электроэнергию, газ от сетей и сооружений города, используют котельные. Канализационные стоки (при необходимости после предварительной очистки) сбрасывают в городскую канализационную сеть. В некоторых случаях проводят их очистку на локальных очистных сооружениях, размещаемых на площадях предприятия.

Внедрение в практику оборотных систем водоснабжения резко сокращает потребность предприятий в свежей воде и сброс сточных вод.

При размещении предприятий учитывают и то обстоятельство, что находящиеся на площадке объекты могут выбрасывать в атмосферу различные пары, газы (в том числе дымовые), пыль. Поэтому котельные, аммиачные холодильные установки, локальные сооружения очистки сточных вод, а также площадки приема скота на мясокомбинатах размещают с подветренной стороны (для ветров преобладающего направления) по отношению к производственным зданиям, другим промышленным предприятиям и селитебной застройке.

На предприятиях пищевой промышленности здания социально-бытового, административно-технического и информационного обслуживания трудящихся, как правило, непосредственно примыкают к основному производственным корпусам, а в отдельных случаях соединены с ними переходными галереями.

Благодаря группировке и блокированию зданий на практике достигнута высокая плотность застройки площадок (40...60 %) для комплексов и предприятий, размещаемых в городах. Для предприятий по первичной переработке сырья, размещаемых в сельской местности, плотность застройки составляет 27...40 %, что обусловлено наличием открытых площадок для хранения сырья, тары и др.

Повышение эффективности использования территории предприятий зависит от уменьшения (в пределах допустимых санитарных и противопожарных нормативов) разрывов между зданиями и сооружениями, применения многоэтажных зданий, рациональной прокладки внутриплощадочных инженерных сетей.

Применение многоэтажной застройки также позволяет сократить территорию предприятий на 40...50 % по сравнению с одноэтажной.

Основные цеховые помещения размещают в зданиях в соответствии с выбранной технологической схемой: горизонтальной, вертикальной, смешанной (комбинацией первых двух схем).

Наиболее целесообразен принцип формирования производственных зданий на основе автономных строительно-технологических секций или блоков-секций, каждая из которых включает законченный технологический процесс или группу и завершена в строительном отношении. Такой принцип позволяет на основе однотипного проектного решения путем использования унифицированных строительно-технологических секций различного назначения и мощности не только получать типовые решения для всего параметрического ряда мощностей отрасли, но и создавать индивидуальные решения там, где это требуется.

При прямой организации технологического процесса предпочтение отдается следующему функциональному зонированию внутреннего пространства по горизонтали (поэтажного или в целом на здание): склады приема сырья, цехи обработки сырья и изготовления готовой продукции, склады готовой продукции. По вертикали в многоэтажных зданиях выделяют зоны: размещения служб инженерно-технического обеспечения, складов и экспедиций, инженерных сетей (первый и подвальный этажи, верхний этаж и покрытие зданий), основных производственных помещений и поэтажных складов.

В планировочном решении зданий стремятся к группировке и объединению помещений с одинаковыми эксплуатационными режимами. На предприятиях выделяют следующие группы помещений: с нормальными температурно-влажностными параметрами воздушной среды, с повышенной относительной влажностью (80...95 %) и положительными температурами воздушной среды (22...25 °С), с повышенной относительной влажностью и низкими температурами воздушной среды (от 0 до -35 °С).

При выборе типа конструктивного решения перекрытий в многоэтажных зданиях обращают особое внимание на их долговечность, в частности на достаточность защитных слоев бетона, предотвращающих коррозию арматуры в условиях высокого парциального давления водяных паров в помещениях, а также на качественное устройство полов, исключающих проникание влаги в толщу перекрытия. Ряд пищевых продуктов и полуфабрикатов вызывает разрушение бетона (например, барда, бражка и др.).

Особое внимание уделяется антикоррозионной защите несущих металлических конструкций путем окраски специальными составами либо оцинковкой.

Сырье, полуфабрикаты и готовая продукция ряда пищевых производств (мука, сахарная пудра, спирт, растительное масло) пожаро-взрывоопасны. Смеси воздуха с природным газом, используемые в качестве топлива, а также с аммиаком, широко применяемым в качестве хладагента, – взрывоопасны. Эти обстоятельства также учитываются при разработке конструкций здания (легкосбрасываемые панели и покрытия, защита металлоконструкций от нагрева и т. д.).

Марка по морозостойкости основных железобетонных несущих конструкций низкотемпературных холодильников на предприятиях принимается в соответствии с главой СНиП «Бетонные и железобетонные конструкции. Нормы проектирования» с увеличением на одну ступень.

Ограждающие конструкции проектируют с учетом исключения образования конденсата на их поверхности. Конструктивные толщины материалов ограждений в связи с этим подбирают с необходимым сопротивлением теплопередаче. Особое внимание уделяется надежной паро- и гидроизоляции ограждающих конструкций, повышающих эксплуатационные качества и долговечность зданий.

Внутренняя отделка помещений пищевых предприятий выполняется с учетом удобства очистки от пыли и проведения систематической уборки и дезинфекции. Для отделки стен применяются эмалевые краски, облицовка глазурованными плитками. Потолки белятся силикатными или известковыми красками.

Архитектурно-художественные решения предприятий, зданий и сооружений пищевой промышленности формируют на основе учета следующих факторов:

- ансамблевой застройки предприятий в пределах селитебных зон или в составе промышленно-коммунальных зон, используя производственные здания и сооружения в качестве композиционных элементов застройки;
- объединения предприятий с образованием производственных комплексов;
- компоновки генерального плана производственного комплекса (предприятия) с четким зонированием территории промышленной площадки, блокированием зданий, учетом специфики благоустройства территории;
- специфики эксплуатационных и санитарных характеристик помещений с унифицированными строительными параметрами.

В качестве средств и приемов архитектурной композиции служат:

- сочетания прямоугольных объемов зданий различной высоты и протяженности с цилиндрическими и другими формами открытого технологического оборудования и инженерных сооружений;

- пластические элементы зданий, не связанные непосредственно с функционально-технологической организацией производств (солнцезащитные устройства, теплотехнические экраны вентилируемых стен и др.);
- элементы технологических, инженерных и транспортных коммуникаций (трубопроводы, вентиляционные магистрали, галереи, шахты подъемников, лестничные клетки и т. п.).

На пищевых предприятиях в качестве основных выразительных средств архитектурной композиции используют технологические подъемники и вентиляционные камеры на мясоперерабатывающих, молочных и других заводах; склады бестарного хранения муки силосного типа на хлебозаводах; склады какао-бобов силосного типа на кондитерских фабриках; сушильные башни на заводах сухого молока. К ним также относятся пристроенные подсобные цехи и транспортные узлы, пункты приема сырья, пристроенные автомобильные и железнодорожные сооружения – навесы, козырьки, дебаркадеры, экспедиционные платформы, открытое технологическое оборудование.

Указанные средства архитектурной композиции рекомендуется применять с учетом функционально-технологической организации предприятий при соблюдении следующих приемов:

- контрастного противопоставления основных и второстепенных элементов, предусматривающего выявление главного акцента застройки промышленной площадки путем размещения на красных линиях застройки (в зоне ее активного восприятия) наиболее крупных, интересных по архитектурному решению зданий производственного и вспомогательного назначения, инженерных сооружений;
- симметричного или асимметричного, а также ритмического построения объемов производственных зданий на основе блокирования строительно-технологических секций (блоков-секций) с учетом конкретной градостроительной ситуации;
- контрастного сочетания остекленных плоскостей с глухими участками стеновых ограждений, обычно способствующего выявлению функционального назначения производственного здания и осуществляемых в нем основных технологических процессов, связанных с переработкой сырья, хранением готовой продукции в холодильниках, на складах и т. п.;
- выявления крупных ритмических и метрических членений фасадов, отличающихся размерами;
- нарушения монотонности восприятия протяженных плоскостей фасадов вставками глухих участков стен, лестничных клеток, а также размещения перед ними инженерных сооружений;

- обогащения общего композиционного решения использованием пластических форм инженерных сооружений и открытого технологического оборудования;
- активного использования силуэта производственных зданий и сооружений.

Крупномасштабные объемы производственных зданий, контрастирующие с окружающей застройкой, характерны для производственных комплексов, размещаемых как в промышленно-коммунальных зонах, так и на отдельных площадках на селитебных территориях. Этим же свойством обладают предприятия большой производственной мощности.

Особое внимание следует уделять разработке архитектурного облика зданий из легких металлических конструкций с учетом специфики их производства. Здания из них для предприятий по переработке продовольственной сельскохозяйственной продукции будут во многих случаях возводиться в сельской местности. Их архитектурный облик, как правило, предопределен типовым решением и заводским изготовлением комплектов, из которых монтируется здание на месте. В этом случае многое зависит от качества типового решения и тщательности изготовления комплектов на заводе. Во всех случаях такое здание будет контрастировать с окружающей застройкой своими «машинными формами» и требовать тактичного подхода к созданию архитектурного ансамбля сельской застройки.

3.2. Общие требования к промышленным зданиям и их классификация

В строительной практике различают понятия здание и сооружение. *Здание* – наземное сооружение, имеющее внутреннее пространство, предназначенное и приспособленное для различных видов человеческой деятельности.

Сооружение – строение специального назначения (плотины, мосты, тоннели и др.).

Промышленное здание – здание, предназначенное для размещения орудий труда и выполнения трудовых процессов, в результате которых получается промышленная продукция.

К промышленным зданиям вне зависимости от их назначения предъявляется ряд требований:

функциональные – заключаются в том, что объемно-планировочные и конструктивные решения здания должны обеспечивать наилуч-

шие условия для организации в нем технологического процесса. При этом следует учитывать возможности расширения, реконструкции, технического перевооружения производства. Также в здании должны быть созданы безопасные, комфортные или близкие к комфортным условиям для работы;

технические – предусматривают обеспечение достаточных характеристик прочности, устойчивости, изолирующей способности, долговечности, огнестойкости здания в целом и его конструктивных элементов. При этом должны учитываться все внешние воздействия, воспринимаемые зданием в целом и его отдельными элементами, которые подразделяются на силовые и несиловые (рис. 3.1).

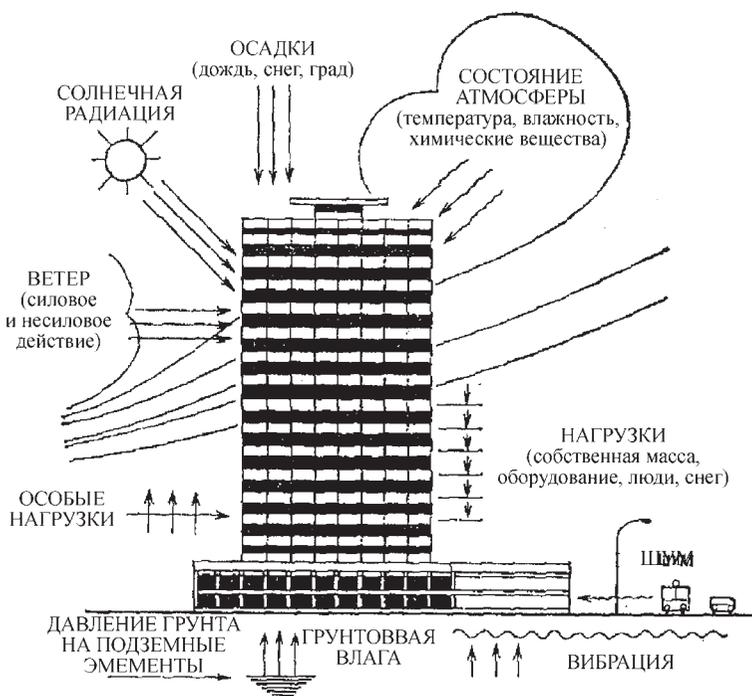


Рис. 3.1. Внешние воздействия на здание

К *силовым* относят нагрузки от собственной массы элементов здания (постоянные нагрузки), массы оборудования, людей, снега, нагрузки от действия ветра (временные) и особые (сейсмические нагрузки, воздействия в результате аварии оборудования и т. п.).

К *несиловым* относят температурные воздействия (изменение линейных размеров конструкций), воздействия атмосферной и грунтовой влаги (изменение свойств материалов конструкций), движение воздуха (изменение микроклимата в помещении), воздействие лучистой энергии солнца (изменение физико-механических свойств материалов конструкций), воздействие агрессивных химических примесей, содержащихся в воздухе (могут привести к разрушению конструкций), биологические воздействия (вызываемые микроорганизмами или насекомыми, приводящие к разрушению конструкций), воздействие шума от источников внутри или вне здания, нарушающие нормальный акустический режим помещения.

В число технических требований также входит применение унифицированных типовых решений и ремонтпригодность конструктивных элементов зданий;

архитектурно-художественные – предъявляют к зданию как фрагменту городской застройки, предприятия, промышленного района. Архитектурная выразительность достигается соответствием форм и объемов здания своему назначению, общим обликом здания, пропорциональностью его частей, применением соответствующих отделочных материалов и высоким качеством работ;

экономические – состоят в обеспечении минимально необходимых затрат на строительство и эксплуатацию проектируемого здания;

экологические – заключаются в использовании безотходных и малоотходных технологий строительства, сохранении естественного природного ландшафта, минимальном, строго регламентированном загрязнении воздушного и водного бассейнов при проведении строительных работ.

Приведенная градация требований достаточно условна. Дифференциация требований, предъявляемых к зданиям, позволяет обеспечить разносторонний подход к принятию объемно-планировочных и конструктивных решений. Этому же способствует и классификация зданий по различным признакам.

Промышленные здания принято классифицировать по назначению:

- основные, в которых изготавливают, обрабатывают и собирают промышленную продукцию;
- подсобно-производственные, предназначенные для размещения неосновных производств (ремонтно-механические и др. цехи);
- обслуживающие, где располагают электрические подстанции, котельные, компрессорные и т. д.;
- транспортные, предназначенные для размещения и обслуживания средств транспорта;

- складские – для хранения сырья, полуфабрикатов, горючесмазочных материалов, готовой продукции и др.;
- вспомогательные – для размещения административно-бытовых помещений, столовых, медпунктов и т. д.;

в соответствии с размещением внутренних опор (рис. 3.2):

- пролетные – размер пролета превышает размер шага колонн (как правило, одноэтажные);
- ячеечные – размеры шага и пролета равны или имеют близкие значения;
- зальные – при очень больших расстояниях между противоположными опорами, к которым крепятся конструкции покрытия, и при отсутствии промежуточных опор;

по этажности (рис. 3.3, 3.4):

- одноэтажные;
- малоэтажные (до трех этажей включительно);
- многоэтажные (4...9 этажей);
- повышенной этажности (10...20 этажей);
- высотные (свыше 20 этажей);
- смешанной этажности.

В зависимости от расположения различают этажи:

- надземные – этажи, полы которых расположены не ниже отметки земли;
- цокольные:
 - полуподвальные – заглублены не более чем на половину высоты помещения;
 - подвальные – этажи, заглубленные ниже поверхности земли;
- мансардные (чердачные) – этажи, расположенные в пределах чердака.

Особым видом этажей являются *технические этажи*, служащие для размещения санитарно-технического оборудования и коммуникаций, в качестве которых используют подвальные (технические подполья), верхние (технические чердаки), а в высотных зданиях иногда и средние надземные этажи;

по числу пролетов:

- однопролетные;
- многопролетные;

по наличию подъемно-транспортного оборудования:

- крановые;
- бескрановые;

Т и п з д а н и я		
Ячейковый	Пролетный	Зальный
Интерьер		
Схема разреза		
Схема плана		

Рис. 3.2. Разновидности промышленных зданий в зависимости от размещения внутренних опор

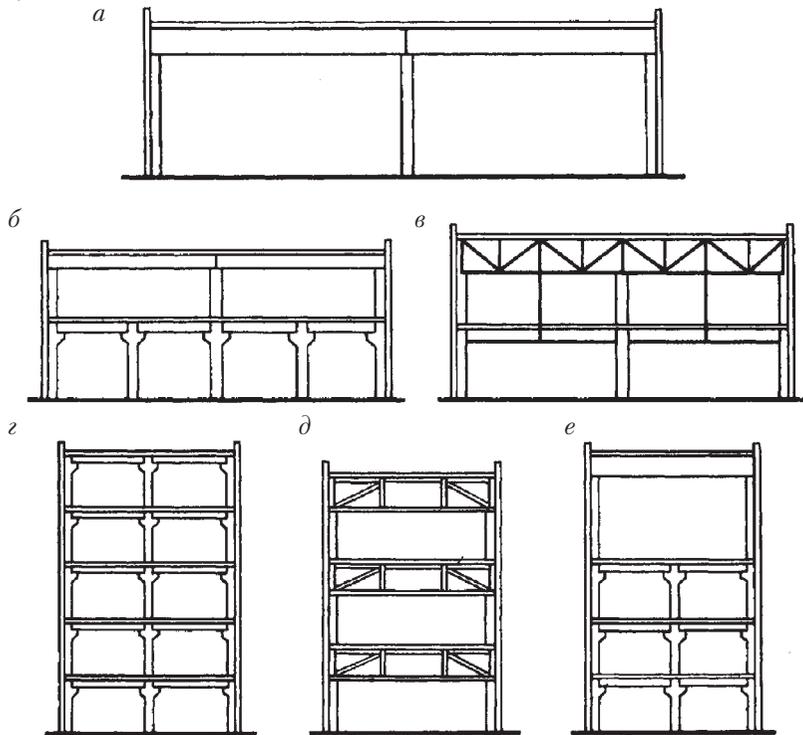


Рис. 3.3. Производственные здания различной этажности: *а* – одноэтажное здание; *б* – двухэтажное здание с укрупненной сеткой колонн верхнего этажа; *в* – двухэтажное здание с подвеской перекрытия к усиленной стропильной конструкции; *г* – многоэтажное здание с постоянной сеткой колонн на всех этажах; *д* – многоэтажное здание с техническими этажами; *е* – многоэтажное здание с укрупненной сеткой колонн верхнего этажа

по *типу застройки* (рис. 3.5):

- павильонного типа (здания узкие, протяженные, одно- или двухпролетные);
- сплошного типа (широкогабаритные, многопролетные);

по *материалу основных несущих конструкций*:

- здания с железобетонным каркасом (сборным, сборно-монокристаллическим, монокристаллическим);
- со стальным каркасом;
- с кирпичными несущими стенами и покрытием по железобетонным, стальным или деревянным конструкциям;

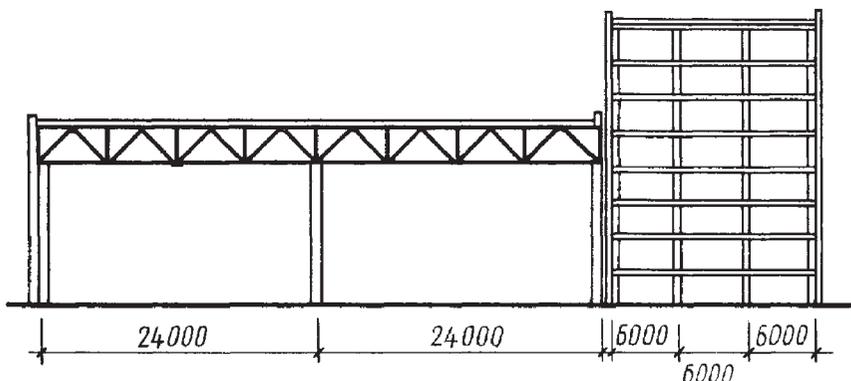


Рис. 3.4. Схема поперечного разреза промышленного здания смешанной этажности

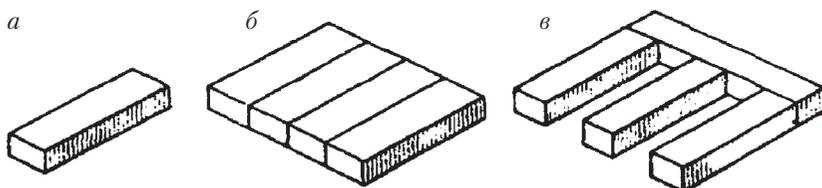


Рис. 3.5. Схемы различных видов застройки производственных зданий: *а* – здание павильонного типа; *б* – здание сплошной застройки; *в* – здание гребенчатой Ш-образной застройки

по виду освещения:

- с естественным освещением;
- с искусственным освещением;
- со смешанным освещением;

по принятому виду отопления:

- отапливаемые;
- неотапливаемые (холодные);

по системе воздухообмена:

- здания с общей естественной вентиляцией (аэрацией);
- здания с механической вентиляцией и кондиционированием воздуха;
- с комбинированной вентиляцией;

по *профилю покрытия*:

- с фонарными надстройками (зенитные, аэрационные, светоаэрационные фонари);
- бесфонарные;

по *степени долговечности* (прочность, устойчивость и сохранность как здания в целом, так и его элементов во времени) на четыре класса:

- I класс — срок службы более 100 лет;
- II класс – срок службы от 50 до 100 лет;
- III класс – срок службы от 20 до 50 лет;
- IV класс – срок службы от 5 до 20 лет;

по *капитальности* (исходя из совокупности требований по огнестойкости и долговечности основных конструктивных элементов в заданных условиях эксплуатации) на четыре класса:

- I класс – здания, к которым предъявляются повышенные требования;
- II класс – здания, которые имеют II, III степень огнестойкости и II класс долговечности;
- III класс – здания, которые имеют III класс долговечности без учета их огнестойкости;
- IV класс – здания, для которых допустимы минимальные требования;

по *степени огнестойкости на пять степеней* (показателем огнестойкости является предел огнестойкости, который устанавливают по времени (в мин) наступления одного или последовательно нескольких нормируемых для данной конструкции признаков предельных состояний: потери несущей способности (R), потери целостности (E), потери теплоизолирующей способности (I));

по *взрывопожарной и пожарной безопасности* на пять категорий:

взрывопожароопасная категория А – помещения, в которых имеются горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых в помещении развивается расчетное избыточное давление взрыва, превышающее 5 кПа; вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа;

взрывопожароопасная категория Б – помещения, в которых имеются горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С; горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или па-

ровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа;

пожароопасная категория В₁ – В₄ – помещения, в которых имеются горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна); вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б;

категория Г – помещения, в которых имеются негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистой теплоты, искр и пламени; горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива;

категория Д – помещения, в которых имеются негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.

Таблица 3.2

Степень огнестойкости зданий (извлечение из СНиП 21-01–97*)

Степень огнестойкости здания	Несущие элементы здания	Предел огнестойкости строительных конструкций, не менее					
		Наружные несущие стены	Перекрытия междуэтажные (в т. ч. чердачные и над подвалами)	Элементы бесчердачных покрытий		Лестничные клетки	
				Настилы (в т. ч. с утеплителем)	Фермы, балки, прогоны	внутренние стены	марши и площадки
I	R 120	E 30	REI 60	RE 30	R 30	REI 120	R 60
II	R 90	E 15	REI 45	RE 15	R 15	REI 90	R 60
III	R 45	E 15	REI 45	RE 15	R 15	REI 60	R 45
IV	R 15	E 15	REI 15	RE15	R 15	REI 45	R 15
V	Не нормируется						

Глава 4. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ

4.1. Классификация и стандартизация строительных материалов

Строительные материалы делят на группы в зависимости от происхождения, вида сырья, способа получения, назначения, специальных свойств и т. д.

По происхождению строительные материалы подразделяются на

- природные, которые получают непосредственно из природного сырья путем механической обработки, но без изменения его первоначального химического состава и структуры (песок, щебень и др.);
- искусственные, получаемые после специальной переработки природного и искусственного сырья, и по свойствам значительно отличающиеся от исходного сырья (минеральные вяжущие вещества, керамические материалы, бетоны, строительные растворы, металлы, акустические, тепло- и гидроизоляционные, лакокрасочные материалы, пластмассы и др.).

По назначению и области применения в строительстве делят:

- на стеновые;
- кровельные;
- тепло-, гидро-, звукоизоляционные;
- отделочные и др.

По технологическому признаку в зависимости от вида сырья и технологии производства материалы разделяют на группы:

- природные каменные материалы – бутовый камень, щебень и др.;
- керамические изделия – кирпич, черепица и др.;
- неорганические (минеральные) вяжущие – известь, цементы и др.;
- бетоны и строительные растворы;
- железобетонные изделия;
- искусственные каменные материалы и изделия на основе неорганических вяжущих веществ – силикатные, асбестоцементные и другие изделия;
- материалы и изделия из минеральных расплавов – стекло и др.;
- изделия из древесины – доски, паркет и др.;
- битумные и дегтевые материалы – рубероид, толь и др.;
- полимерные (синтетические) материалы и изделия – линолеум и др.

Каждый строительный материал должен удовлетворять определенным техническим требованиям, которые устанавливаются государственными стандартами (ГОСТ), техническими условиями (ТУ) или строительными нормами и правилами (СНиП).

Государственный стандарт (ГОСТ) – документ, в котором дается краткое описание материала и способы его изготовления, классификация, указаны форма, размеры, марки и сорта (если они имеются), технические показатели, правила приемки, упаковки, транспортирования и хранения, методы испытания материала или изделия.

Технические условия (ТУ) или отраслевые временные технические условия (ВТУ) утверждают на материалы, которые еще не стандартизированы или применяются ограниченно. В них указаны правила приемки, методы испытаний и требования к качеству, форме, размерам и сортам выпускаемой продукции. Они действуют в пределах министерства или ведомства.

Строительные нормы и правила (СНиП) – свод нормативных документов, применяемых в строительстве. СНиПы распространяются на все виды строительства и являются общеобязательными. По каждому виду материалов в СНиПе даны условия, области применения материалов, изделий и конструкций для строительства, а также требования к важнейшим физическим, механическим и другим свойствам.

4.2. Основные свойства строительных материалов

Свойство – способность материала определенным образом реагировать на воздействие отдельных или совокупных внешних или внутренних силовых, усадочных, тепловых и др. факторов.

Основные свойства строительных материалов могут быть разделены на физические, механические и химические.

4.2.1. Физические свойства

Физические свойства характеризуют строение материала или его отношение к физическим процессам окружающей среды. К ним относятся:

средняя плотность (ρ_m) – определяется отношением массы материала (m) ко всему занимаемому им объему (V), включая имеющиеся в нем пустоты и поры:

$$\rho_m = \frac{m}{V}, \text{ г/см}^3, \text{ кг/м}^3;$$

от плотности материала зависят его прочность и теплопроводность. Значение плотности используют при определении пористости, массы, размера строительных конструкций и т. д. (табл. 4.1 и 4.2);

Таблица 4.1

Средняя плотность некоторых строительных материалов

Материал	Средняя плотность, кг/м ³	Материал	Средняя плотность, кг/м ³
Гранит	2580...2700	Бетон тяжелый легкий	1800...2400
Песчаник	2300...2600		500...1800
Плотный известняк	2100...2400	Керамический кирпич	1600...1800
Песок	1400...1600	Сталь	7800...7850
Вулканический туф	220...900	Древесина сосны	500...600

истинная плотность ($\rho_{и}$) – определяется отношением массы материала (m) к объему в абсолютно плотном состоянии (V_a) без пор и пустот:

$$\rho_{и} = \frac{m}{V_a}, \text{ г/см}^3, \text{ кг/м}^3;$$

насыпная плотность – это отношение массы зернистых или порошкообразных материалов ко всему занимаемому ими объему, включая и пространство между частицами;

Таблица 4.2

Плотность строительных материалов

Материал	Плотность, кг/м ³		
	насыпная	средняя	истинная
Гипсовое вяжущее	800...1100	1250...1450	1800
Известь:			
воздушная (пушонка)	400...450	500...700	2000...2400
гидравлическая	500...800	850...1100	2200...3000
Портландцемент	900...1300	1500...2000	2200...3200
Растворы:			
строительные	–	1500 и более	–
обыкновенные	–	Менее 1500	–
легкие	–		–
Бетон:			
тяжелый	–	1800...2500	–
легкий	–	500...1800	–

пористость – это процентное содержание пор в объеме материала:

$$П = \left(1 - \frac{\rho_m}{\rho_n} \right) \cdot 100 \%;$$

она бывает *открытая* (сообщающиеся поры), *закрытая* (замкнутые поры) и *полная*.

По величине пор материалы подразделяются:

- на мелкопористые (размеры пор – сотые и тысячные доли миллиметра);
- крупнопористые (размеры пор – от десятых долей миллиметра до 1...2 мм);

(величина пористости колеблется от 0 (стекло, металлы) до 95 % (пенопласты); по ее значению можно судить о таких свойствах материала, как прочность, водопоглощение, морозостойкость, теплопроводность и др.);

межзерновая пустотность – воздушные ячейки, образующиеся между зернами рыхло насыпанного материала (песка, щебня), или полости, имеющиеся в некоторых изделиях (пустотелом кирпиче, панелях). Пустотность песка и щебня составляет 35...40 %, пустотелого кирпича – 15...50 %;

гигроскопичность – способность капиллярно-пористого материала поглощать влагу из воздуха или парогазовой смеси;

водопоглощение – способность материала впитывать и удерживать воду в порах при непосредственном контакте с ней. Определяют его путем полного насыщения водой предварительно высушенного материала;

водостойкость – степень снижения прочности материала при предельном его водонасыщении. Она характеризуется *коэффициентом размягчения* $K_{разм}$, который равен отношению предела прочности при сжатии материала, насыщенного водой к пределу прочности при сжатии материала в сухом состоянии. Материалы с коэффициентом не менее 0,8 относят к водостойким и применяют в конструкциях, работающих в воде и в местах с повышенной влажностью;

морозостойкость – способность насыщенного водой материала выдерживать многократное попеременное замораживание и оттаивание без признаков разрушения и значительного снижения прочности. *Марка изделий по морозостойкости* (Мрз (F) 10, 15, 25, 35, 50, 100, 150, 200 и более) определяется количеством циклов замораживаний и оттаиваний в насыщенном водой состоянии, которое выдерживает материал без видимых следов разрушений – трещин, отслоений;

огнестойкость – способность материала выдерживать действие высокой температуры в условиях пожара без потери несущей способности (большого снижения прочности и значительных деформаций).

По степени огнестойкости материалы делят:

- на негоряемые – не горят и не подвергаются значительным деформациям под воздействием огня или высокой температуры (кирпич, бетон и др.);
- труднотгораемые – не горят, но подвергаются значительным деформациям под воздействием огня или высокой температуры (гранит, гипсовые изделия и др.);
- сгораемые – воспламеняются под действием огня или высокой температуры и продолжают гореть после удаления источника теплоты (рубероид, пластмассы и др.);

огнеупорность – свойство материала противостоять длительному воздействию высоких температур, не деформируясь и не расплавляясь;

теплопроводность – свойство материала пропускать через свою толщину теплоту. Ее оценивают количеством теплоты, проходящей через образец материала длиной 1 м, поперечным сечением 1 м² за 1 с при разности температур на противоположных плоскопараллельных поверхностях образца в 1 °С. Она зависит от структуры материала, пористости, влажности и др. Знание теплопроводности необходимо при расчете толщины материалов, используемых в качестве стеновых, для изоляции холодильников и др. (табл. 4.3).

Таблица 4.3

Значения плотности и теплопроводности некоторых строительных материалов

Материал	Плотность, кг/м ³	Теплопроводность, Вт/(м·°С)
Минеральная вата	50...350	0,048...0,091
Древесноволокнистые плиты	200...1000	0,06...0,15
Пенопласты	40...150	0,029...0,05
Керамзитобетон	500...1800	0,14...0,66
Сосна	500	0,09
Кирпич	1800	0,56
Бетон	2400	1,69
Гранит	2800	3,49
Сталь	7850	58

звукопоглощение – способность материала ослаблять интенсивность звуковой волны при ее прохождении через него вследствие превращения звуковой энергии в другие формы (например, тепловую). Материалы с сообщающимися открытыми порами поглощают звук лучше, чем материалы с замкнутыми порами;

звукопроницаемость – свойство материала пропускать шум, в том числе и звукового диапазона. Она оценивается коэффициентом звукопроницаемости, который характеризует относительное уменьшение силы звука при прохождении его через толщу материала;

усадка – свойство материала уменьшаться в размерах (линейная усадка) и объеме (объемная усадка) за счет протекания в нем физико-химических процессов под влиянием различных факторов: температуры, влаги и др.

радиационная стойкость – свойство материала сохранять свою структуру и физико-механические характеристики после воздействия ионизирующих излучений;

долговечность – способность материала сопротивляться комплексному действию атмосферных и других факторов (изменение температуры и влажности, действие воды, мороза, солнечных лучей и т. д.) в условиях эксплуатации. Долговечность строительных изделий измеряют сроком службы без потери эксплуатационных качеств в конкретных климатических условиях и режиме эксплуатации.

4.2.2. Механические свойства

Под *механическими свойствами* понимают способность материалов сопротивляться разрушению и деформированию под действием внешних сил. К ним относятся:

прочность – свойство материала сопротивляться разрушению под действием напряжений, возникающих от нагрузки. Она характеризуется *пределом прочности* – напряжениями, соответствующими нагрузке, вызывающей разрушение материала

$$R = F/A,$$

где R – предел прочности, Н/м², МПа; F – разрушающая нагрузка, Н; A – площадь поперечного сечения образца до испытания, м².

Предел прочности при сжатии материалов колеблется от 0,5 до 1000 МПа и более (табл. 4.4). По величине предела прочности устанавливается *марка* строительных материалов по прочности, измеряемая в кгс/см². Прочность материала зависит от структуры, плотности,

и плотности материала, характера агрессивной среды, ее концентрации, температуры, давления, агрегатного состояния, скорости движения и др. К ним относятся:

растворимость – способность материала растворяться в жидко-растворителях (воде, масле и др.). Мерой растворимости материала при данных условиях служит концентрация его насыщенного раствора. Если материал под действием растворителя ухудшает свои свойства или разрушается, то растворимость – отрицательный фактор. Если же растворимость используется как составная часть технологии, например, при изготовлении мастик, то – положительным;

коррозионная стойкость – свойство материала сохранять свои первоначальные качества и долговечность в условиях агрессивной (разрушающей) среды (вода (пресная и морская), газы, растворы кислот и солей, органические растворители);

кислото- и щелочестойкость – способность материала сохранять свои свойства под действием кислот и щелочей. Кислотостойкостью обладают соли сильных кислот (азотной, соляной и др.), некоторые полимерные материалы, а также специальные керамические плитки. Щелочестойкими считаются пигменты, применяемые при приготовлении растворов для декоративных штукатурок (охра, умбра и др.);

газостойкость – способность материала не вступать во взаимодействие с газами окружающей среды.

4.3. Природные каменные материалы

Природные каменные материалы получают механической обработкой (дробление, раскалывание, распиливание и т. п.) горных пород.

Горные породы – это природные образования более или менее однородного состава и строения, образующие в земной коре самостоятельные геологические тела.

В зависимости от условий образования горные породы делятся на магматические (изверженные), осадочные и метаморфические (видоизмененные).

Магматические породы образовались в результате застывания и кристаллизации магмы. Если магма застывала в глубине земной коры, охлаждение шло медленно и под большим давлением, то образовались *глубинные горные породы* (крупнокристаллические, плотные) – граниты, сиениты, диориты, габбро, лабрадориты и др. Они отличаются высокой прочностью, плотностью (более 2500 кг/м³), износостойкостью и морозостойкостью. Если магма выливалась на поверхность земли,

то образовывались так называемые *излившиеся* породы – базальты, порфиры, диабазы и др. Из-за быстрого остывания магмы такие породы закристаллизовались лишь частично или застывали в стеклообразном состоянии. Если магма была насыщена газами, то образовывались сильно пористые легкие породы плотностью 800...1600 кг/м³ – пемза, вулканический туф и др.

Осадочные породы образовались в результате разрушения горных пород (*механические отложения*) или биологической (*органогенные породы*) переработки природного каменного сырья – глина, песок, гравий, известняк, мел и т. д. *Химические осадочные породы* образовались в результате растворения минеральных веществ и последующего выпадения твердых веществ из растворов – природный гипс, доломит, магнезит и др.

Метаморфические породы образуются в толще земной коры в результате видоизменения магматических и осадочных пород под действием высоких температур и давления – мрамор, гнейс, глинистый сланец и др.

В зависимости от способа изготовления изделия и материалы из природного камня делят:

на пиленные, получаемые из массива камнерезными или камнекольными машинами (блоки-полуфабрикаты, крупные камни);

колотые – раскалыванием блоков с последующей обработкой (плиты и камни тесаные, бортовой камень, брусчатка и т. п.);

грубоколотые – направленным раскалыванием блоков без последующей обработки (постелистый камень);

рваные – взрыванием горной породы и отделением мелких фракций (бутовый камень);

дробленые – дроблением горной породы с последующим разделением на фракции (щебень, искусственный песок);

молотые – помолом горной породы (молотый минеральный порошок, каменная мука).

По величине средней плотности природные каменные материалы классифицируют на *тяжелые* – плотностью более 1800 кг/м³ и *легкие* – плотностью менее 1800 кг/м³.

Природные каменные материалы используются в строительстве в качестве сырья для изготовления минеральных вяжущих веществ (глина, мел, известняк, мергель и др.); в качестве заполнителей для изготовления бетонов и растворов (песок, гравий, щебень); в качестве штучных изделий (стенные камни и блоки из пористых известняков, вулканических туфов и других горных пород плотностью 900...2200 кг/м³; плиты для наружной облицовки из гранита, сиенита, габбро; плиты для

внутренней облицовки из мрамора, пористых известняков, вулканических туфов; плиты для отделки полов из гранита, сиенита, кварцита, реже мрамора, а также материалы для дорожного (бортовые камни, брусчатка и др.) и гидротехнического строительства.

4.4. Минеральные вяжущие материалы

Минеральные вяжущие – порошкообразные вещества, которые при смешивании с водой дают пластичную массу, способную в результате физико-химических процессов с течением времени затвердевать.

По способу твердения различают:

- *воздушные вяжущие*, способные твердеть и длительно сохранять прочность только на воздухе – воздушная известь, гипсовые и магнезиальные вяжущие, жидкое стекло;
- *гидравлические вяжущие*, способные твердеть и длительно сохранять прочность не только на воздухе, но и в воде – гидравлическая известь, портландцемент и его разновидности;
- *вяжущие автоклавного твердения*, способные твердеть в автоклаве в условиях повышенной температуры и давления насыщенного пара – известково-шлаковый и другие цементы.

4.4.1. Воздушные вяжущие

Воздушная известь получается обжигом при температуре 1000 ... 1200 °С горных пород (мела, известняков, доломитов), состоящих преимущественно из углекислого кальция (CaCO_3) и содержащих не более 6...8 % примесей глины и кварцевого песка. При этом протекает реакция



В результате обжига получают комовую негашеную известь, которую подвергают либо помолу для получения порошкообразной извести-кипелки (CaO), либо гасят водой для получения гашеной извести $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

В зависимости от содержания MgO строительная воздушная известь делится на *кальциевую* ($\text{MgO} < 5 \%$), *магнезиальную* ($\text{MgO} = 5...20 \%$) и *доломитовую* ($\text{MgO} = 20...40 \%$).

Основные показатели качества:

- содержание активных окислов $\text{CaO} + \text{MgO}$. По их содержанию воздушная строительная известь делится на три сорта;
- скорость гашения;

- количество непогасившихся зерен (в комовой негашеной извести);
- тонкость помола (для молотой извести).

Строительную воздушную известь применяют для получения известковых кладочных, штукатурных, отделочных и смешанных растворов; при производстве силикатного кирпича и бетонов; при получении известковых красок; для получения смешанных известково-пуццолоновых и известково-шлаковых цементов.

Гипсовые вяжущие получают термической обработкой (150 ... 200 °С) гипсового сырья, которое теряет часть химически связанной воды и превращается в полуводный гипс



Качество гипсовых вяжущих зависит от тонкости помола, водопотребности, сроков схватывания, предела прочности при сжатии и изгибе.

В зависимости от сроков схватывания гипсовые вяжущие делят на три группы: А – *быстротвердеющие* (начало схватывания не ранее 2 мин, конец не позднее 15 мин); Б – *нормальнотвердеющие* (начало схватывания не ранее 6 мин, конец не позднее 30 мин); В – *медленнотвердеющие* (начало схватывания не ранее 20 мин, конец – не нормируется).

По пределу прочности при сжатии и изгибе гипсовые вяжущие делят на 12 марок: от Г–2 до Г–25 (цифры показывают предел прочности при сжатии в МПа).

Гипсовые вяжущие неводостойкие. Ввиду значительного снижения прочности гипсовых изделий при воздействии влаги их можно применять в условиях, исключающих систематическое увлажнение, и в помещениях с относительной влажностью воздуха не более 60 %.

Гипсобетонные изделия изготавливают из растворной или бетонной смеси с применением пористых заполнителей: минеральных (топливные и доменные шлаки, ракушечник и др.) и органических (опилки и др.).

Изделия на основе гипсовых вяжущих, в которых в процессе службы могут возникать растягивающие напряжения, армируют деревянной рейкой, камышом или другими подобными материалами. Стальную арматуру не применяют, так как сталь корродирует.

Гипсовые изделия характеризуются низкой тепло- и звукопроводностью, хорошей обрабатываемостью, способностью легко окрашиваться. По назначению их разделяют на панели и плиты для перегородок, листы обшивочные (сухая гипсовая штукатурка), изделия для перекрытий и др.

4.4.2. Гидравлические вяжущие

Портландцемент – продукт тонкого измельчения портландцементного клинкера с гипсом (3...7 %), допускается введение в смесь активных минеральных добавок (10...15 %). Клинкер получают обжигом до спекания (1450 °С) сырьевой смеси, состоящей приблизительно из 75 % карбоната кальция и 25 % глины.

К основным свойствам портландцемента относятся:

- истинная плотность – 2900...3200 кг/м³;
- насыпная плотность в рыхлом состоянии – 1000...1100 кг/м³;
- тонкость помола характеризуется количеством цемента, проходящего через сито № 008 – не менее 85 %;
- удельная поверхность – 2000...3000 см²/г;
- сроки схватывания: начало – не ранее 45 мин от момента затворения, а конец – не позднее 10 ч;
- марка – характеризуется пределом прочности при изгибе и сжатии образцов-балочек размером 40×40×160 мм, изготовленных из цементно-песчаного раствора нормальной консистенции состава 1:3, выдержанных в течение 28 сут. Промышленность выпускает портландцемент марок 300, 400, 500, 550, 600.

Портландцемент имеет несколько разновидностей: шлакопортландцемент, быстротвердеющий, пластифицированный, гидрофобный, сульфатостойкий, белый, пуццолановый, глиноземистый, расширяющийся.

Шлакопортландцемент получают путем совместного помола доменного гранулированного шлака (21...80 %), портландцементного клинкера (79...20 %) и гипса (не более 5 %). Его выпускают трех марок: 300, 400 и 500. По коррозионной стойкости и водостойкости он превосходит обычный портландцемент, но твердеет несколько медленнее. Его недостаток – пониженная морозостойкость по сравнению с обычным портландцементом.

Гидрофобный портландцемент получают, добавляя к клинкеру при помоле гидрофобные поверхностно-активные вещества. Он применяется в тех случаях, когда трудно обеспечить необходимые условия хранения обычного цемента.

Сульфатостойкий портландцемент изготавливают из клинкера с пониженным содержанием трехкальциевого силиката (не более 50 %) и трехкальциевого алюмината (не более 5 %) и тем самым повышается стойкость бетона к сульфатной коррозии.

Пуццолановый портландцемент получают путем совместного помола портландцементного клинкера (75...60 %), активной минеральной

добавки (20...40 %) и небольшого количества гипса. В качестве активных минеральных добавок применяют вулканические туфы, пеплы, трепел, золы ТЭС и др. Пуццолановый портландцемент выпускают трех марок 200, 300 и 400 и применяют для гидротехнического строительства.

4.5. Бетоны

Бетон – искусственный каменный материал, полученный в результате затвердевания рационально подобранной, хорошо перемешанной и уплотненной смеси, состоящей из вяжущего вещества, крупного и мелкого заполнителей и воды, а в необходимых случаях и различных добавок. Смесь этих материалов до затвердевания называют *бетонной смесью*.

Классифицируют бетоны

по виду вяжущего:

- на цементные;
- гипсовые;
- известковые;
- полимербетоны;

по средней плотности:

- на особо тяжелые – средняя плотность более 2500 кг/м³;
- тяжелые – средняя плотность 2100... 2500 кг/м³;
- облегченные – средняя плотность 1800...2000 кг/м³;
- легкие – средняя плотность 1200...1800 кг/м³;
- особо легкие – средняя плотность 500...800 кг/м³;

по назначению:

- на конструкционные;
- теплоизоляционные;
- гидротехнические;
- жаростойкие и др.;

по виду заполнителей:

- на бетоны на плотных заполнителях с объемным водопоглощением зерен менее 6 %;
- бетоны на пористых заполнителях с объемным водопоглощением зерен более 6 %;
- бетоны на специальных заполнителях;

по крупности зерен заполнителей:

- на крупнозернистые – бетоны с крупным и мелким заполнителем;
- мелкозернистые – бетоны, не содержащие крупного заполнителя;

по структуре:

- на плотные;

- крупнопористые;
- поризованные;
- ячеистые;

по условиям твердения:

- на бетоны естественного твердения;
- бетоны, подвергнутые для ускорения твердения тепловой обработке при атмосферном давлении;
- бетоны, твердевшие в автоклавах при повышенном давлении.

К основным свойствам бетонов относят прочность, пористость, морозостойкость, водонепроницаемость и огнестойкость.

Прочность характеризуется *классом* – это гарантированная прочность бетона на сжатие с вероятностью 0,95. Он определяется по пределу прочности при сжатии образцов-кубов размером 150×150×150 мм, изготовленных из рабочей бетонной смеси и твердевших 28 сут в нормальных условиях (температура 20±2 °С и относительная влажность воздуха 95 %). Прочность бетона зависит от прочности затвердевшего цементного камня и прочности его сцепления с заполнителем, а также марки цемента и соотношения воды и цемента.

Пористость бетонов колеблется в широких пределах. Так у тяжелого бетона ее величина равна 5...10 %, а у газобетона – 55...85 %.

По морозостойкости бетон различают по маркам Мрз (F) 50...500, которая зависит от вида цемента и морозостойкости заполнителей.

Водонепроницаемость – свойство бетона не пропускать через себя воду. Ее определяют на специальных приборах и оценивают массой воды, прошедшей за единицу времени при постоянно заданном давлении через единицу площади испытываемого образца при определенной его толщине.

Огнестойкость бетона достаточна высока. Однако при длительном воздействии температуры от 100 до 250 °С прочность его снижается на 25 %.

Тяжелый бетон применяют для изготовления сборных бетонных и железобетонных конструкций, а также для возведения монолитных зданий (сооружений).

Легкий бетон применяют для изготовления стеновых панелей, блоков, теплоизоляции покрытий и перекрытий, для устройства стяжки.

Ячеистый бетон используется для теплоизоляции конструкций зданий и сооружений, оборудования, трубопроводов. Этот бетон применяют также для изготовления ограждающих конструкций зданий и сооружений различного назначения (стеновых панелей, перегородок, плит покрытий и перекрытий и др.).

Таблица 4.5

Соотношение между марками и классами бетона по прочности на сжатие

Марка бетона по прочности на сжатие	Класс бетона по прочности на сжатие	Марка бетона по прочности на сжатие	Класс бетона по прочности на сжатие
М 15	В 1	М 300	В 22,5
М 25	В 2	М 350	В 27,5
М 35	В 2,5	М 400	В 30
М 50	В 3,5	М 450	В 35
М 75	В 5	М 500	В 40
М 100	В 7,5	М 600	В 45
М 150	В 12,5	М 700	В 55
М 200	В 15	М 800	В 60
М 250	В 20		

4.6. Железобетон

Железобетон – строительный материал, в котором соединены в единое целое затвердевший бетон и стальная арматура, совместно работающие в конструкции.

Арматура – это стальные стержни, проволока, канаты или прокатные профили, закладываемые в бетон для получения железобетонных конструкций необходимой прочности, жесткости, трещиностойкости.

Арматурную сталь (рис. 4.1) подразделяют:

по назначению:

- на рабочую, которая воспринимает нагрузки,
- монтажную, которая необходима для обеспечения правильного расположения рабочей арматуры;

по технологии изготовления:

- на горячекатаную стержневую – стержни диаметром 6...80 мм. В зависимости от механических свойств она подразделяется на классы (ГОСТ 5781–82): AI(A240), AII(A300), AIII(A400), AIV(A600), AV(A800), AVI(A1000). С повышением класса увеличивается предел прочности и снижается относительное удлинение при разрыве арматурной стали;
- холоднотянутую проволочную, которую изготавливают двух классов: В-I – из низкоуглеродистой стали (для армирования бетона без предварительного напряжения) и В-II – из высокоуглеродистой или легированной стали (для предварительного напряженного армирования);

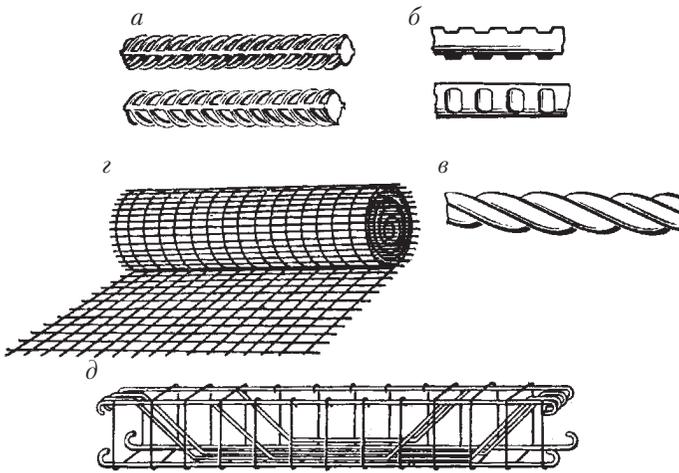


Рис. 4.1. Стальная арматура для железобетона:

а – горячекатаные стержни периодического профиля; *б* – холодно-тянутая профилированная проволока; *в* – арматурный канат; *г* – арматурная сетка; *д* – арматурный каркас

по характеру профиля:

- на гладкую (класс АI(A240));
- периодического профиля (классы АII–АVI, но по требованию потребителя может быть и гладкой);

по условиям применения в железобетоне:

- на напрягаемую;
- ненапрягаемую.

Введение в бетон стальной арматуры позволило получить материал с высокой прочностью как на сжатие, так и на растяжение. Арматуру располагают в бетоне так, чтобы возникающие в железобетоне растягивающие усилия воспринимались арматурой, а сжимающие усилия передавались на бетон (рис. 4.2).

Совместная работа бетона и стальной арматуры обеспечивается тем, что:

а) между бетоном и стальной арматурой возникают значительные силы сцепления, препятствующие скольжению арматуры в бетоне;

б) сталь и бетон в пределах изменения температуры от 0 до 80 °С имеют почти одинаковые температурные коэффициенты линейного расширения, и поэтому при изменении температуры не нарушается монолитность конструкции;

в) бетон надежно защищает арматуру от коррозии.

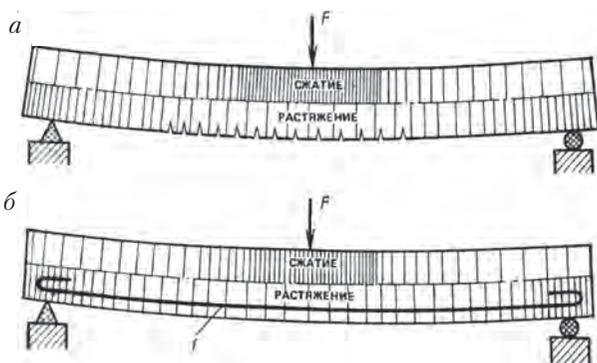


Рис. 4.2. Балка:

a – неармированная бетонная; *б* – армированная железобетонная; 1 – арматура; 2 – бетон

Железобетон применяют для конструкций, работающих на изгиб.

Железобетонные конструкции подразделяются на сборные и монолитные. *Монолитные* конструкции бетонируют на месте строительства, а *сборные* – на строительстве из отдельных элементов, изготовленных на заводах или полигонах.

Широко применяют в строительстве конструкции из предварительно-напряженного железобетона (балки, фермы, плиты и т. д.). Основными его преимуществами являются повышенная трещиностойчивость, хорошее сопротивление динамическим воздействиям и возможность использования высокопрочных бетонов и стали.

4.7. Строительные растворы

Строительный раствор – искусственный каменный материал, полученный в результате затвердевания рационально подобранной смеси вяжущего вещества (цемента, извести), мелкого заполнителя (песка) и воды, а в необходимых случаях – различных добавок (минеральных, поверхностно-активных, химических и др.). Смесь этих материалов до затвердевания называют *растворной смесью*.

Строительные растворы классифицируют по величине средней плотности на

- тяжелые – средней плотностью более 1500 кг/м³;
- легкие – средней плотностью менее 1500 кг/м³;

по виду вяжущего на

- цементные;
- известковые;

- гипсовые;
- сложные (смешанные) – цементно-известковые, известково-гипсовые и др.;

по назначению:

- на кладочные – для кладки из кирпича, штучных камней и блоков;
- отделочные (штукатурные) – для оштукатуривания внутренних и наружных поверхностей конструкций;
- специальные – для омоноличивания сборных железобетонных конструкций, для устройства гидроизоляции и др.

Затвердевший раствор должен обладать следующими свойствами:

- прочностью, которая характеризуется *маркой*, определяемой по пределу прочности при сжатии (в кгс/см²) образцов-кубов размером 70,7×70,7×70,7 мм или половинок, получаемых после испытания на изгиб растворных балочек размером 40×40×160 мм, испытанных в возрасте 28 сут. По прочности на сжатие строительные растворы делятся на марки: 4; 10; 25; 50; 75; 100; 150; 200 и 300. Растворы марок 4; 10; 25 изготавливают обычно на извести и местных вяжущих; растворы более высоких марок – на цементно-известковом и цементном вяжущем;

- морозостойкостью, которая определяется числом циклов замораживания-оттаивания до потери 15 % первоначальной прочности (или 5 % массы). По морозостойкости растворы подразделяют на марки: Мрз (F) 10...300.

4.8. Силикатный кирпич и бетон

Силикатный кирпич – искусственный камень, получаемый из смеси кварцевого песка (~ 90 %) и извести (около 10 %) путем прессования (15...20 МПа) и последующего твердения в автоклаве под действием пара высокого давления (0,8...1,2 МПа).

Силикатный кирпич обладает следующими характеристиками:

- цвет – светло-серый;
- геометрические размеры: рядового – 250×120×65 мм, модульного – 250×120×88 мм;
- средняя плотность – 1800...1850 кг/м³;
- водопоглощение: рядового кирпича – не более 16 %, лицевого – не более 14 %;
- марка по величине предела прочности при сжатии: рядового кирпича – 75, 100, 125, 150, 200 и 250, лицевого – не ниже 125;
- марка по морозостойкости: рядового – Мрз (F) 15, лицевого – Мрз (F) 25, 35, 50.

Силикатный кирпич является стеновым строительным материалом. Его можно применять для возведения надземных частей многоэтажных зданий. Нельзя использовать силикатный кирпич для фундаментов, подвергающихся воздействию грунтовых и сточных вод, содержащих углекислоту. непригоден он также и для печей, так как не выдерживает длительного воздействия высокой температуры.

Силикатный бетон – это искусственный камень, получаемый на основе известково-песчаного, известково-золяного и других известково-кремнеземистых вяжущих в результате твердения в автоклаве под действием пара высокого давления (0,8...1,2 МПа).

Силикатные бетоны подразделяются:

по величине средней плотности:

- на тяжелые – средняя плотность более 1800 кг/м³;
- легкие – средняя плотность от 500...1800 кг/м³.

Легкие, в свою очередь, подразделяются на *крупнопористые* (беспесчаные), получаемые из бетонных смесей без мелкого заполнителя; *поризованные*, получаемые из бетонных смесей, в состав которых в процессе изготовления вводится пена или газообразователь; *легкие на пористых заполнителях* (силикатный керамзитобетон и др.) и *ячеистые* (пено- и газосиликатобетоны);

по назначению:

- на теплоизоляционные – средняя плотность менее 500 кг/м³;
- конструкционно-теплоизоляционные – средняя плотность от 500...900 кг/м³;
- конструкционные – средняя плотность 900...1200 кг/м³;

по прочности при сжатии (по марке):

- на низкопрочные бетоны – 25, 50, 75, 100 и 150;
- бетоны средней прочности – 200, 300, 400 и 500;
- высокопрочные – 600, 700, 800, 1000 и более;

по структуре:

- на плотные (мелкозернистые) с плотностью 1800...2000 кг/м³ при прочности на сжатие 10...60 МПа;
- ячеистые с плотностью 300...1200 кг/м³ при прочности на сжатие 1...20 МПа.

Силикатные бетоны применяют в гражданском и промышленном строительстве как и обычные цементные бетоны: для устройства стен (стеновые блоки и панели), сборных перекрытий (настилы и панели перекрытий) и т. д.

4.9. Асбестоцементные изделия

Асбестоцемент – искусственный каменный материал, получаемый в результате затвердевания смеси, состоящей из цемента, воды и асбеста.

Он обладает следующими физико-механическими свойствами:

- средняя плотность – 1600...2000 кг/м³;
- предел прочности при изгибе до 30 МПа;
- предел прочности при сжатии до 90 МПа.

Асбестоцементные материалы не пропускают электрический ток, не горят, морозостойки, имеют малую водо- и воздухопроницаемость, однако обладают повышенной хрупкостью и при неравномерном насыщении водой могут коробиться.

Асбестоцементные изделия можно разделить на *листовые* (волнистые и плоские) и *трубы*. Промышленность выпускает шесть марок волнистых листов размером 1,2×0,68 м при толщине 5,5 мм. Их применяют для покрытия кровель жилых и промышленных зданий.

Плоские облицовочные листы (длиной до 2,8 м, шириной до 1,6 м, толщиной 4...10 мм) выпускают как естественного серого цвета, так и окрашенные и покрытые полимерными отделочными материалами. Их применяют для внутренней отделки вспомогательных помещений, в качестве ограждений балконов и лестниц и для обшивки панелей.

4.10. Керамические материалы

Керамическими называют искусственные поликристаллические каменные материалы и изделия, изготовляемые из минерального сырья (преимущественно природных глин или их смесей с добавками) путем формования, сушки и последующего обжига при высоких температурах.

Сырьевые материалы для получения керамических изделий условно делят на три группы: *пластичные* (главным образом глинистые) материалы; *непластичные* (отощающие) материалы и *плавни*.

Керамические материалы разделяют:

по структуре:

- на пористые – водопоглощение по массе свыше 5 % (кирпич, черепица, дренажные трубы и др.);
- плотные – водопоглощение по массе менее 5 % (плитки для полов, канализационные трубы, санитарный фарфор и др.);

по назначению:

- на стеновые – керамические кирпич и камни;
- облицовочные (для внутренней и наружной облицовки);

- кровельные – черепица;
- для дорожного строительства;
- санитарно-технические изделия;
- специальные – огнеупорные, кислотоупорные, химически стойкие;
- теплоизоляционные;
- декоративно-художественные (декоративные фасадные детали, вазы, изразцы и т. п.) и бытовые.

Для оценки качества керамических материалов проверяют их внешний вид, форму, размеры, цвет, степень обжига, прочность при сжатии и изгибе (марку), водопоглощение, морозостойкость.

Керамический кирпич (рис. 4.3) выпускают рядовой размерами 250×120×65 мм или модульный – 250×120×88 мм.

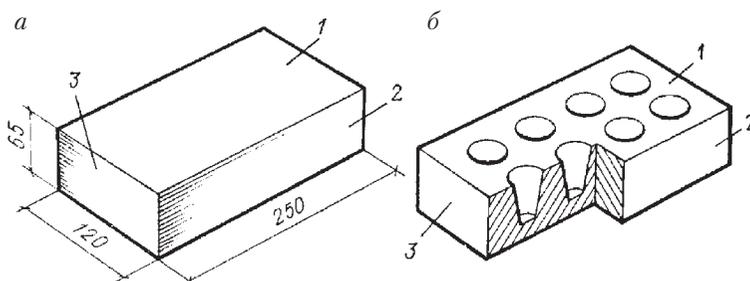


Рис. 4.3. Керамический кирпич:

а – пластического формования; *б* – полусухого прессования; 1 – постель; 2 – ложок; 3 – тычок

Кирпич обладает следующими физико-механическими свойствами:

- средняя плотность – 1600...1900 кг/м³;
- водопоглощение не менее 8 %;
- марка по прочности – 75, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300;
- марка по морозостойкости – Мрз (F) 15, 25, 35, 50.

Кирпич применяют для кладки внутренних и наружных стен, изготовления стеновых блоков и панелей, кладки дымовых труб и печей.

Кирпич керамический пустотелый и пористо-пустотелый (рис. 4.4) получают для снижения массы и теплопроводности кирпича путем введения добавок, выгорающих при обжиге, и формирования сквозных или несквозных пустот в теле кирпича. Его применяют наравне с обыкновенным, за исключением кладки фундаментов, подземных частей зданий, печей и дымовых каналов.

Керамические пустотелые камни могут быть рядовые размером 250×120×138 мм, заменяющие два кирпича, модульные – 250×138×138 мм

и укрупненные – 250×250×138 мм. Камни изготавливают с вертикальными, реже горизонтальными пустотами (рис. 4.5). Пустотность камней составляет от 25 до 37 %.

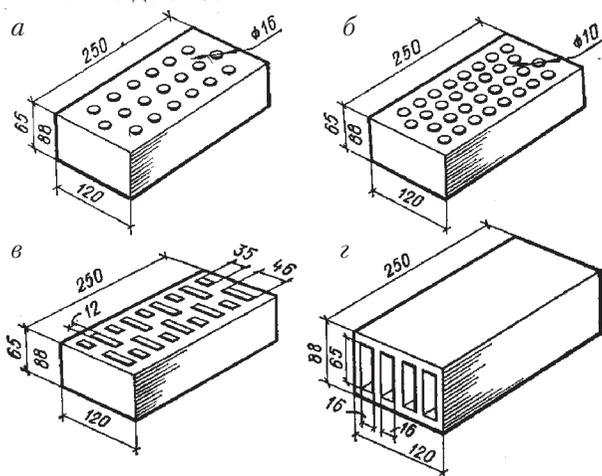


Рис. 4.4. Пустотелый керамический кирпич:
 а – с 19 вертикальными пустотами; б – с 32 вертикальными пустотами; в – с 18 вертикальными пустотами; г – с 4 горизонтальными пустотами

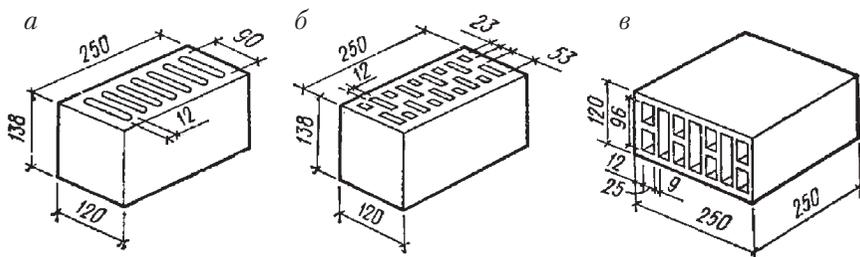


Рис. 4.5. Керамические камни:
 а – с 7 вертикальными пустотами; б – то же, с 18; в – с 11 горизонтальными пустотами

Керамические изделия для внутренней облицовки могут применяться для облицовки стен и покрытия полов в помещениях санитарных узлов, кухонь, бань, бассейнов, торговых, пищевых и химических предприятий и т. д. Плитки для внутренней облицовки выпускают различной формы и размеров: квадратные размером 150×150, 100×100, 200×200 мм,

прямоугольные 150×100, 150×75 мм и др. Они должны иметь водопоглощение до 16 %. Их выпускают с гладкой лицевой поверхностью, покрытой белой или цветной глазурью, а тыльная сторона – рифленая.

Керамзит – легкий пористый материал ячеистого строения, получаемый при обжиге легкоплавких глинистых пород, способных вспучиваться при быстром нагревании до температуры 1050...1300 °С. В зависимости от насыпной плотности (кг/м³) керамзит делят на марки от 150 до 600 с градацией через 50 и от 600 до 800 с градацией через 100. Предел прочности в зависимости от марки составляет 0,4...6 Па.

4.11. Стекло

Стекло – твердый, хрупкий, аморфный материал, получаемый при охлаждении минеральных расплавов, содержащих стеклообразующие компоненты (оксиды кремния, бора, алюминия и др.) и оксиды металлов (лития, калия, магния, свинца и др.).

Сырьевые материалы, применяемые в производстве стекла, условно делят на *главные* (кварцевые пески, бура, сода, сульфат натрия, поташ, известняк, мел и др.) и *вспомогательные*: *красители* – соединения марганца, хрома, никеля и др.; *обесцвечиватели* – оксид никеля, сурьмы и др.; *глушители* – соединения фосфора, олова и др.; *осветители* – сульфат натрия и др.

Стекло обладает следующими физико-механическими свойствами:

- средняя плотность – 2200...2800 кг/м³;
- предел прочности при растяжении – 35...100 МПа;
- предел прочности при сжатии – 580...1200 МПа;
- твердость по шкале Мооса – 5...7 и выше;
- теплопроводность – 0,7...0,8 Вт/(м·°С).

Стекло обладает высокой химической стойкостью, биостойкостью, долговечностью, жесткостью, невозгораемостью, стойкостью к перепаду температур, влаге, солнечной радиации.

Промышленность выпускает листовое, полированное, многослойное, закаленное, архитектурно-строительное стекло: блоки, стеклопакеты, облицовочные плитки и др. Архитектурно-строительное стекло бывает прозрачное, окрашенное, рассеивающее, декоративное, теплопоглощающее, термостойкое и т. д.

Стекло используют для заполнения оконных проемов и фонарей, как конструкционный и конструкционно-отделочный, тепло- и звукоизоляционный, свето- и теплоотражающий материал.

4.12. Древесные строительные материалы и изделия

В настоящее время древесные строительные материалы – это не только механически обработанная натуральная древесина, но и изделия из древесины, подвергнутые сложной технологической обработке, в том числе композиционные материалы и изделия.

Положительные свойства древесины: высокая прочность, небольшая плотность, низкая теплопроводность, легкость обработки, простота скрепления отдельных элементов с помощью врубок, гвоздей, клея, высокая морозостойкость, высокая химическая стойкость.

К отрицательным свойствам следует отнести: неоднородность строения и обусловленную этим разницу физико-механических показателей свойств вдоль и поперек волокон, гигроскопичность и связанные с ней деформации и коробления, горючесть и способность гнить в неблагоприятных условиях, недостаточную твердость, способность к трещинообразованию.

Для повышения долговечности древесину подвергают сушке (естественной или искусственной), обработке антисептиками, а для защиты от влаги и огня – специальными защитными составами.

Для изготовления несущих деревянных конструкций применяют преимущественно хвойные породы – сосну, лиственницу, ель. Лиственные породы с твердой древесиной – дуб, ясень и др. – используют для изготовления мелких ответственных деталей несущих конструкций (шпонок и др.), а также при столярно-отделочных работах. Мягкие лиственные породы (осину, тополь, ольху, липу) можно применять взамен хвойных пород только в конструкциях временных зданий и сооружений, а также для устройства опалубок, лесов и т. п.

Древесину используют в виде круглого сортамента, пиломатериалов, фанеры, в древесноволокнистых, древесностружечных плитах, в клееных конструкциях, в виде промышленных изделий.

Фанеру изготавливают склеиванием тонких слоев (шпонов) древесины, располагаемых так, чтобы направление волокон в смежных слоях было взаимно перпендикулярно. В зависимости от вида применяемого клея и его водостойкости фанера бывает повышенной, средней и ограниченной водостойкости. Ее применяют для облицовки стен, дверных полотен, а также для устройства временных зданий и сооружений.

Изделия для полов бывают следующих видов: штучный и щитовой паркет, паркетные доски и мозаичный наборный паркет, наклеенный на бумагу, доски для настила чистых полов. Для их изготовления применяют дуб, бук, березу, сосну, лиственницу, клен и др. породы. *Штучный паркет* состоит из отдельных планок (клепок) шириной 30...60 мм, дли-

ной 150, 200, 250, 300 и 400 мм с пазом и гребнем на кромках и торцах. Их наклеивают водостойкими клеями на деревянное основание из брусков или досок и получают *паркетные доски* прямоугольной или квадратной формы (длина 1200...1300 мм, ширина 145 и 160 мм, толщина 25...27 мм). *Паркетные щиты* состоят из деревянного основания, собранного из брусков, и верхнего лицевого покрытия из паркетных планок одинаковой ширины, наклеенных на основание в виде квадратных элементов, располагаемых в шахматном порядке. Их выпускают размерами 400×400 и 800×800 мм. *Мозаичный наборный паркет* состоит из паркетных клепок, наклеенных на плотную бумагу, удаляемую после закрепления паркета на основании пола.

4.13. Строительные материалы и изделия из пластмасс

Пластмассы – материалы, содержащие в качестве основной составной части полимер (связующее), который в период формования изделий находится в вязкотекучем (пластическом) состоянии, а при эксплуатации изделий – в твердом.

Пластические массы подразделяются

по виду связующих на четыре класса:

- на основе синтетических смол – продукты полимеризации;
- на основе синтетических смол – продукты поликонденсации;
- на основе химически модифицированных природных полимеров;
- на основе природных и нефтяных асфальтов и битумов;

по структуре:

- на ненаполненные пластмассы;
- газонаполненные пластмассы;
- наполненные пластмассы, в состав которых входят различные наполнители, по виду которых они подразделяются на пластмассы с порошкообразным наполнителем и пластмассы с коротковолокнистым наполнителем;
- пластические массы составных структур.

Пластмассы обладают следующими свойствами:

- малая средняя плотность – до 200 кг/м³;
- низкая теплопроводность – 0,03 Вт/(м·°С);
- малая теплостойкость – 70...200 °С;
- высокий коэффициент температурного расширения;
- горючесть.

Они легко окрашиваются, отличаются высокой химической стойкостью, легкостью обработки и склеивания, хорошо свариваются. Вместе с тем пластмассы не лишены недостатков. Большинство из них го-

рючи, под действием высоких температур и длительных нагрузок пластмассы проявляют большие пластические деформации (ползучесть). Длительное воздействие солнечных лучей, повышенной температуры совместно с кислородом воздуха приводят к «старению» пластмасс, т. е. изменяют их эксплуатационно-технические свойства.

По количеству компонентов, входящих в пластические массы, их можно подразделить на *простые*, состоящие из чистого полимера (органическое стекло), и *сложные*, состоящие из полимера, наполнителя, пластификатора, стабилизатора и красителя.

Строительные материалы на основе пластмасс выпускают в виде листов, плит, рулонных материалов, профильных погонажных изделий, многослойных материалов, клеев и мастик и т. д.

Ненаполненные пластмассы. К ним относятся:

1) органическое стекло (плексиглас), используемое в виде листов для заполнения оконных и дверных проемов, устройства прозрачных перегородок и др.;

2) ненаполненная поливинилхлоридная смола, применяемая в виде листов (винипласт), труб, стержней. Из винипласта изготавливают вентиляционные короба повышенной химической стойкости;

3) полистирольные смолы, из которых изготавливают полистирольные плитки, применяемые для отделки душевых кабин, санитарных узлов, кухонь и для внутренней отделки торговых, лечебных и детских учреждений.

Газонаполненные пластмассы (высокопористые полимеры) применяют в качестве звуко- и теплоизоляционных материалов. По характеру пористости они разделяются на *пенопласты* – материалы с несообщающимися между собой порами, заполненными газом, являющиеся продуктами затвердевания вспененных смол, и *поропласты* – материалы с сообщающимися между собой порами, образовавшимися при вспучивании смолы газами в период ее отверждения. Применяемые пено- и поропласты изготавливают на основе поливинилхлоридных, полистирольных, полиэфирных и др. смол. На практике широкое применение получили газонаполненные пластмассы на основе полистирола: стиропор (выпускают в виде плит, применяют в качестве наполнителя в тонкостенных слоистых панелях) и мочевиноформальдегидной смолы – мипора (выпускают в виде блоков плотностью 10...100 кг/м³).

Наполненные пластмассы

Пластмассы с порошкообразным наполнителем применяют в качестве материалов и изделий для полов – рулонных материалов, плиток для полов, поливинилацетатных мастик и полимерцементных составов для бесшовных полов, а также в виде погонажных изделий. Ру-

лонные материалы для устройства покрытий полов изготавливают в виде широких и относительно тонких полотнищ. Наиболее распространен линолеум, который выпускают следующих видов: поливинилхлоридный (на подоснове, безосновный, однослойный, двухслойный), глицеральный (полиэфирный) на тканевой подоснове, коллоксилиновый (безосновный однослойный), резиновый двухслойный (релин) на пористой или войлочной тепло- и звукоизолирующей подоснове, пергаминный, а также синтетические ворсовые ковровые покрытия. Синтетические линолеумы гигиеничны, характеризуются высокими эксплуатационными качествами и долговечностью; применяются для устройства покрытий полов в жилых, общественных и промышленных зданиях. *Поливинилацетатные мастики и полимерцементные составы для бесшовных полов.* В состав мастики входят поливинилацетатная водная эмульсия, мелкий кварцевый песок, молотый кварцевый песок, минеральные пигменты, вода. Мاستичные полы характеризуются высокой прочностью, хорошим сцеплением с основанием и долговечностью. В целях придания поверхности полов блеска их покрывают прочными водостойкими лаками или натирают восковой мастикой. Полимерцементные составы обладают высокой стойкостью к истиранию, водонепроницаемостью и хорошими декоративными свойствами.

Пластические массы составных структур делят на армированные (волоконистые и слоистые) – стеклопластики, древеснослоистые пластики и трехслойные (ячеистые и составные). *Стеклопластиками* называют большую группу полимерных материалов, в которых в качестве наполнителя применено стеклянное волокно. Они характеризуются высокой механической прочностью, небольшой средней плотностью и являются эффективными конструкционными материалами. Их применяют в качестве ограждающих и отделочных материалов.

Синтетические клеи – это растворы высокомолекулярных органических веществ, применяемые для соединения конструктивных элементов, выполненных из древесины, бетона, стали, стекла и других материалов. По виду органических высокомолекулярных веществ различают следующие синтетические клеи:

- эпоксидные и др. – на основе конденсационных смол;
- полиакрилаты и др. – на основе полимеризационных смол.

К строительным клеям и клеевым соединениям предъявляют следующие требования: высокая адгезия к склеиваемым материалам, прочность клеевых соединений не ниже прочности склеиваемых материалов, высокая долговечность в условиях эксплуатации клеевых конструкций, требуемая вязкость, быстрое отверждение.

4.14. Материалы на основе битумных и дегтевых связующих

Битумы – органические вяжущие черного цвета, состоящие из высокомолекулярных углеводородов и их кислородных и сернистых производных, получаемые при перегонке нефти.

Дегти – органические вяжущие черного или темно-бурого цвета, получаемые при нагревании без доступа воздуха твердых видов топлива (угля, торфа, древесины).

Битумные и дегтевые связующие применяют для получения асфальтовых и дегтевых растворов и бетонов, кровельных и гидроизоляционных материалов и мастик, эмульсий, антикоррозионных лаков и т. п.

Кровельные и гидроизоляционные материалы на основе битумов, дегтей и их смесей делят на рулонные и листовые. *Рулонные материалы* подразделяются на *основные* (рубероид, толь и др.) и *безосновные* (пергамин, гидроизол и др.).

Рубероид – рулонный материал, полученный пропиткой кровельного картона мягкими нефтяными битумами с покрытием одной или двух сторон тугоплавким битумом с последующей посыпкой, которая повышает атмосферостойкость и улучшает внешний вид материала. Его выпускают в рулонах с шириной полотна 750, 1000, 1025 мм и применяют для покрытия скатных и пологих кровель.

Толь – рулонный материал, полученный пропиткой и покрытием кровельного картона дегтями. Толь с крупнозернистой посыпкой используется для устройства верхнего слоя пологих и плоских кровель, с посыпкой из песка – при устройстве кровель временных сооружений, гидроизоляции фундаментов и других каменных и деревянных частей сооружений.

Пергамин – рулонный материал, полученный пропиткой кровельного картона нефтяным битумом. Используется в качестве подкладочного материала под рубероид и для пароизоляции.

Гидроизол – материал, получаемый пропиткой асбестового картона нефтяным битумом. Употребляют для оклеечной гидроизоляции подземных и других сооружений, а также для защитных противокоррозионных покрытий металлических трубопроводов.

4.15. Теплоизоляционные материалы и изделия

Теплоизоляционные материалы – это материалы, предназначенные для тепловой изоляции ограждающих конструкций зданий различного назначения, а также для промышленного и энергетического оборудования и трубопроводов в целях уменьшения тепловых потерь.

Эти материалы имеют небольшую среднюю плотность (не выше 500 кг/м^3), низкий коэффициент теплопроводности (не более $0,18 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$) и высокую пористость ($90\text{...}95\%$ от их объема). Высокая пористость может быть реализована следующими способами: созданием волокнистого каркаса; газо- и пенообразованием; введением пористых заполнителей или выгорающих добавок; повышенным водозатворением; вспучиванием и др.

Теплоизоляционные материалы подразделяют

по плотности на марки:

- особо низкой плотности ($15, 25, 35, 50, 75$) – ячеистые пластмассы и др.;
- низкой плотности ($100, 125, 150, 175$) – пеностекло и др.;
- средней плотности ($200, 225, 250, 300, 350$) – легкие бетоны;
- плотные ($400, 450, 500, 600$) – газосиликат, ячеистая керамика.

(Теплоизоляционные материалы марки 500 и выше применяют как конструктивно-теплоизоляционные, т. е. одновременно используются их теплоизоляционные свойства и способность воспринимать полезную нагрузку);

по виду исходного сырья:

- на органические – древесноволокнистые и древесностружечные плиты и др.;
- неорганические – минеральная вата, ячеистые бетоны, пеностекло и др.;
- смешанные – фибролит и др.

по форме:

- на сыпучие – вспученный перлит и вермикулит;
- рулонные – маты, полосы;
- штучные – плиты, блоки, кирпичи, скорлупы;

по структуре:

- на пористо-волокнистые – минераловатные плиты и др.;
- ячеистые – ячеистое стекло, пенопласты и др.;
- пористо-зернистые – перлит, вермикулит и др.;

по теплопроводности:

- на малотеплопроводные ($\lambda \leq 0,058 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$) – минеральная вата;
- среднетеплопроводные ($\lambda = 0,058\text{...}0,116 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$) – ячеистые бетоны и керамика;
- повышенной теплопроводности ($\lambda = 0,116\text{...}0,18 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$) – керамзитобетон, битумоперлит;

по сжимаемости (под удельной нагрузкой $0,02 \text{ МПа}$):

- на мягкие (сжимаемость $> 30\%$) – минераловатный войлок;
- полужесткие (сжимаемость $6\text{...}30\%$) – полужесткие минераловатные плиты;

• жесткие (сжимаемость до 6 %) – жесткие минераловатные плиты; по возгораемости:

- на несгораемые – ячеистые бетоны, пеностекло;
- трудносгораемые – цементный фибролит;
- сгораемые – древесноволокнистые, древесностружечные плиты, ячеистые пластмассы.

Прочность теплоизоляционных материалов невысокая, обычно 0,2–2,5 МПа.

Наибольшее распространение получили: минеральная и стеклянная вата, ячеистое стекло, керамзит, материалы на основе асбеста, древесноволокнистые, древесностружечные плиты, фибролит и др.

Минеральная вата получается путем распыления расплавленных горных пород (доломита, мергеля) или металлургических шлаков. Ее плотность 75...125 кг/м³. Она не горит, не гниет, не поддается порче грызунами, мало гигроскопична, морозостойка. Ее можно применять для теплоизоляции горячих (до 600 °С) поверхностей. В строительстве широко применяют минераловатные изделия в виде плит. Плиты изготавливают мягкими, полужесткими и жесткими на битумном или синтетическом связующем плотностью до 400 кг/м³. Плиты на синтетических связующих (смолах) обладают лучшими теплоизоляционными свойствами.

Ячеистое стекло (пеностекло) получают путем спекания порошка стекольного боя с газообразователями (известняком и др.) и выпускают в виде блоков или плит пористой (ячеистой) структуры. Пеностекло является водостойким, морозостойким и несгораемым материалом с плотностью 100...700 кг/м³, легко поддается обработке инструментами. Применяют для теплоизоляции строительных конструкций, трубопроводов в системах теплоснабжения, камер холодильников и др.

Древесноволокнистые и древесностружечные плиты вырабатывают из отходов древесины и других волокнистых растительных материалов, которые подвергают измельчению с добавлением синтетических веществ, прессованию и термической обработке. Выпускают плиты толщиной до 25 мм с плотностью до 400 кг/м³.

Фибролит – материал, получаемый в виде плит путем прессования массы из древесных стружек и цементного теста. Готовые плиты обычно имеют толщину 25, 50, 75 и 100 мм, плотность 300...500 кг/м³; для теплоизоляции применяют плиты с плотностью 300...350 кг/м³. По огнестойкости они относятся к трудносгораемым материалам. Фибролитовые плиты можно пилить, сверлить, вбивать в них гвозди. Теплоизоляционный фибролит к утепляемым конструкциям приклеивают

битумной мастикой, известково-цементным раствором или крепят гвоздями. В связи с низкой водостойкостью фибролит не рекомендуют применять в условиях повышенной влажности.

4.16. Лакокрасочные материалы

Лакокрасочными называются материалы, наносимые в вязкожидком состоянии тонким слоем на отделяемую поверхность и при высыхании образующие пленку, хорошо сцепляющуюся с окрашиваемой поверхностью.

Лакокрасочные материалы состоят из двух основных компонентов – сухого вещества и связующего. В состав сухого вещества входят пигменты и наполнители, а в состав связующего – разнообразные пленкообразующие вещества (полимеры, олифы, клеи и др.) и растворители.

Пигменты – это тонкоизмельченные цветные порошки минерального или органического происхождения, нерастворимые в воде и органических растворителях (масло, скипидар, спирты), но способные равномерно смешиваться с ними, образуя красочные составы. В основном применяют минеральные пигменты с большой стойкостью к атмосферным, химическим и световым воздействиям: оксид цинка, ультрамарин, оксид хрома и др.

Наполнители – нерастворимые минеральные вещества, добавляемые в красочные составы для экономии пигментов, а также для придания составам повышенной прочности, огнестойкости, кислотостойкости и т. п.

Связующие вещества служат для сцепления частиц пигмента и наполнителя между собой и с окрашиваемой поверхностью. Различают три основные группы связующих: *масляные* (олифы, масляные лаки), *клеевые* (водные растворы различных клеев) и *эмульсионные* (вещества, содержащие масло, воду и эмульгаторы). К отдельной группе относят известковые красочные составы, в которых известь одновременно выполняет две функции – белого пигмента и связующего (суспензия).

Растворители – это жидкости, применяемые для доведения малярных составов до необходимой (рабочей) консистенции. Их также используют для растворения загустевших масляных красок, лаков и грунтовок. Растворители должны быть инертными, достаточно летучими для полного испарения из лакокрасочного состава. Наиболее распространенные растворители – ацетон, скипидар, уайт-спирит и др.

Масляные краски представляют собой пасту, содержащую смесь пигментов, наполнителей и связующих. Вырабатываются двух видов: густотертые (содержат минимальное количество олифы) и готовые

к употреблению. Их применяют для внутренней и наружной окраски по металлу, дереву, штукатурке.

Эмалевые краски представляют собой готовые к употреблению суспензии органических или минеральных пигментов с масляными или синтетическими *лаками* (растворы пленкообразующих веществ в органических растворителях или в воде, наносимые на поверхность тонким слоем и образующие после высыхания тонкие покровные пленки). По виду связующего краски бывают алкидные, эпоксидные и карбамидные. Эпоксидные эмали имеют повышенную химическую стойкость.

Эмульсионные краски представляют собой суспензии пигментов, получаемые перетиранием тонкодисперсных пигментов на водных эмульсиях различных пленкообразователей. Их применение позволяет заменить часть или весь растворитель в красках водой. Если в качестве связующих используют полимеры, то получаемые краски называют *латексными*. Они дают прочную пленку, хорошо защищающую окрашиваемые поверхности.

4.17. Металлы

Металлы в строительстве применяются в виде сплавов. Наибольшее применение имеют сплавы железа с углеродом (сталь и чугун) и значительно меньшее – сплавы меди и олова (бронза), а также меди и цинка (латунь).

Металлические изделия и конструкции легко соединяются друг с другом с помощью болтовых, винтовых соединений и сварки. Их необходимо защищать от действия огня и коррозии.

Металлы классифицируют на *черные* (железо и сплавы на его основе – чугун, сталь) и *цветные* (сплавы на основе алюминия, магния, меди, цинка, олова, свинца).

Чугун – сплав железа с углеродом (более 2 %), марганцем (до 1,5 %) и кремнием (до 4,5 %). В зависимости от строения и состава чугун бывает белый, серый и ковкий. В строительстве применяют *серый* чугун для изготовления деталей, работающих на сжатие (башмаков, колонн), а также санитарно-технических (корпусов запорной арматуры, отопительных радиаторов, канализационных труб) и архитектурно-художественных изделий.

Сталь – железоуглеродистый сплав с содержанием углерода до 2 %. В зависимости от химического состава и механических свойств стали делят на две группы: *углеродистые* и *легированные*. Марка стали отражает ее химический состав.

В зависимости от способа обработки строительные стали делят на три группы: I – горячего проката; II – холодной вытяжки (выпускается

в виде высокопрочной холоднотянутой проволоки круглого и периодического профиля, а также в виде холоднотянутой проволоки обыкновенного качества); III – комбинированной обработки – гнутые профили.

В строительстве широко применяется прокатная сталь (прокат), которая делится на две группы: *сталь листовая* (толстая, тонкая и универсальная) и *сталь профильная* (уголки, двутавры, тавры, рельсы, швеллеры и др.).

Сталь используют для изготовления конструкций, арматуры, подмоостей, ограждений, форм для изготовления железобетонных изделий и т. д.

Широкое распространение получают *алюминиевые сплавы*, которые используют для изготовления проката в виде профилей: уголков, швеллеров, труб круглого и прямоугольного сечений. Эти изделия отличаются коррозионной устойчивостью, сейсмостойкостью, хладостойкостью, антимагнитностью и долговечностью. Их применяют для изготовления трехслойных стеновых панелей и плит покрытия с внутренним слоем из пенопластов, в качестве декоративных материалов.

4.18. Особенности и характеристика агрессивных сред и их воздействий на строительные конструкции

Основными причинами коррозии строительных конструкций являются утечки, проливы и аварийные выбросы, повышающие степень агрессивности среды.

В зависимости от физического состояния агрессивные среды делятся на газовые, жидкие и твердые.

Газовые или газовоздушные агрессивные среды наиболее распространены и определяются составом и содержанием агрессивных веществ в мг/дм³ или мг/м³ воздуха.

Твердые среды (аэрозоль, пыль и т. д.) в сухом состоянии неагрессивны. Коррозия возникает в том случае, если эти вещества, оседая на элементах строительных конструкций, увлажняются.

Жидкие среды в виде растворов кислот, щелочей, солей, растворителей и т. д. воздействуют, главным образом, на полы. На строительные конструкции они могут воздействовать посредством брызг или местных проливов, капельного конденсата и тумана.

Степень агрессивности воздействия среды на бетон оценивается по внешним признакам (шелушение, повреждение углов и граней, волосяные трещины, выпадение отдельных кусков), изменением прочности конструкции и т. д. Ориентировочная оценка воздействия агрессивных сред на незащищенный бетон приведена в табл. 4.6.

Степень агрессивности воздействия среды на строительные конструкции, изготовленные из бетона и железобетона, в зависимости от влажности воздуха, характеристики или степени агрессивности среды дана в табл. 4.8 и 4.9. При этом группы агрессивности газов в зависимости от их вида и концентрации показаны в табл. 4.7.

Таблица 4.6

Ориентировочная оценка воздействия агрессивных сред на бетон

Степень агрессивной среды	Глубина разрушения поверхностного слоя бетона нормального твердения, мм/год	Средняя скорость коррозии бетона, мг СаО/см ² сут	Среднегодовая потеря несущей способности конструкции, %
Неагрессивная	до 0,2	до 0,01	<5
Слабоагрессивная	0,2...0,4	0,01...0,03	5
Среднеагрессивная	0,4...1,2	0,03...0,08	10
Сильноагрессивная	>1,2	>0,08	15

Таблица 4.7

Группы агрессивности газов в зависимости от их вида и концентрации

Наименование	Группа газов			
	A	B	C	D
	концентрация, мг/м ³			
Углекислый газ	<2000	>2000	–	–
Аммиак	<0,2	0,2...20	>20	–
Сернистый ангидрид	<0,5	0,5...10	> 10...200	>200...1000
Фтористый водород	<0,05	0,05...5	>5...10	>10...100
Сероводород	<0,01	0,01...5	>5...100	>100
Оксиды азота	<0,1	0,1...5	>5...25	>25...100
Хлор	<0,1	0,1...1	>1...5	>5...10
Хлористый водород	<0,05	0,05...5	>5...10	>25...100

Воздействие агрессивной среды на конструкции может проявиться или разрушением защитного слоя бетона, или потерей бетоном защитных свойств по отношению к арматуре. Коррозия арматуры в боль-

Таблица 4.8

Степень агрессивности среды на конструкции из бетона и железобетона

Характеристика агрессивности среды	для бетонных конструкций			для железобетонных конструкций		
	сухая, < 60	нормальная, 61–75	относительная влажность, > 75	сухая, < 60	нормальная, 61–75	влажная, > 75
Газообразные среды	без агрессивных газов	неагрессивная	неагрессивная	неагрессивная	неагрессивная	слабоагрессивная
	агрессивные газы группы А	то же	то же	то же	то же	то же
	то же, группы В	то же	то же	слабоагрессивная	слабоагрессивная	среднеагрессивная
	то же, группы С	то же	то же	слабоагрессивная	слабоагрессивная	среднеагрессивная
Твердые среды	то же, группы D	то же	то же	среднеагрессивная	среднеагрессивная	то же
	малорастворимые	то же	то же	неагрессивная	неагрессивная	слабоагрессивная
	хорошо растворимые	то же	то же	слабоагрессивная	слабоагрессивная	среднеагрессивная
	малогигроскопичные	то же	то же	слабоагрессивная	слабоагрессивная	среднеагрессивная
Нефть, нефтепродукты	хорошо растворимые	слабоагрессивная	среднеагрессивная	среднеагрессивная	среднеагрессивная	сильноагрессивная
	гигроскопичные	–	–	–	–	–
	сырая нефть	–	–	–	–	–
	сернистая нефть, сернистый мазут, дизельное топливо, керосин	–	слабоагрессивная	–	слабоагрессивная	–
Масла	бензин	–	–	–	–	–
	минеральные	–	слабоагрессивная	–	слабоагрессивная	–
	растительные	–	среднеагрессивная	–	среднеагрессивная	–
	животные	–	то же	–	то же	–
Растворители	бензол	–	слабоагрессивная	–	слабоагрессивная	–
	ацетон	–	неагрессивная	–	неагрессивная	–

Таблица 4.9

Оценка степени агрессивности воздействия технологических растворов на бетон

Агрессивная среда	Концентрация растворов, %, при агрессивности среды		
	слабой	средней	сильной
Раствор минеральных кислот	<1	1...10	>10
Раствор органических кислот	<5	5...20	>20
Раствор щелочей	<8	8...15	>15
Раствор солей	<10	10...30	>30

шинстве случаев идет значительно быстрее, чем корродируют открытые стальные конструкции в тех же условиях воздействия среды.

Разрушение железобетонных конструкций в агрессивных промышленных средах происходит из-за коррозии стальной арматуры.

В настоящее время проблема повышения долговечности железобетонных конструкций в промышленных зданиях и сооружениях с агрессивными средами решается: снижением степени агрессивности производственных сред; повышением коррозионной стойкости бетонов и арматуры; защитой бетонов и арматуры химически стойкими покрытиями в несколько слоев, например лакокрасочными (перхлорвиниловыми, эпоксидными, глифталевыми и др.).

При эксплуатации конструкций, подверженных воздействию агрессивных сред, затрачиваются огромные средства на их антикоррозионную защиту, кроме того, предприятия несут значительные убытки, связанные с простоями основного производства во время ремонтов. Проблема повышения долговечности железобетонных конструкций в промышленных зданиях и сооружениях с агрессивными средами приобретает все большее значение.

Глава 5. ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ И КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ЗДАНИЙ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

5.1. Производственные здания

Современная практика проектирования и строительства предприятий по производству продовольственных товаров показала, что при разработке объемно-планировочных и конструктивных решений зданий необходимо учитывать ряд факторов, обусловливаемых функциональными особенностями и эксплуатационными режимами производства. К числу этих факторов относятся:

- выбор рационального типа зданий с унифицированными строительными параметрами, позволяющими в необходимых случаях осуществить блокирование;
- планировочное зонирование зданий;
- объединение помещений с одинаковыми эксплуатационными режимами;
- объединение основных технологических участков в общих залах большой площади;
- максимальное использование производственных площадей за счет повышения плотности расстановки оборудования и эффективного заполнения полезного объема помещений (установка оборудования на антресолях, галереях);
- группировка вертикальных и горизонтальных технологических коммуникаций;
- вынесение санитарно-технических разводов и трубопроводов за пределы цехов в технические коридоры и подвалы, на чердаки, изолированные от производственных помещений.

В практике строительства предприятий по производству продовольственных товаров сложились определенные типы зданий и габаритные схемы.

Одноэтажные здания – бесчердачные, бесфонарные здания шириной 24...72 м с сетками колонн 6×12, 6×18 или 12×24 м и высотой этажа 4,8; 6 или 7,2 м.

Они являются типовыми для мясоперерабатывающих, молочных заводов, хлебозаводов и др. (рис. 5.1) .

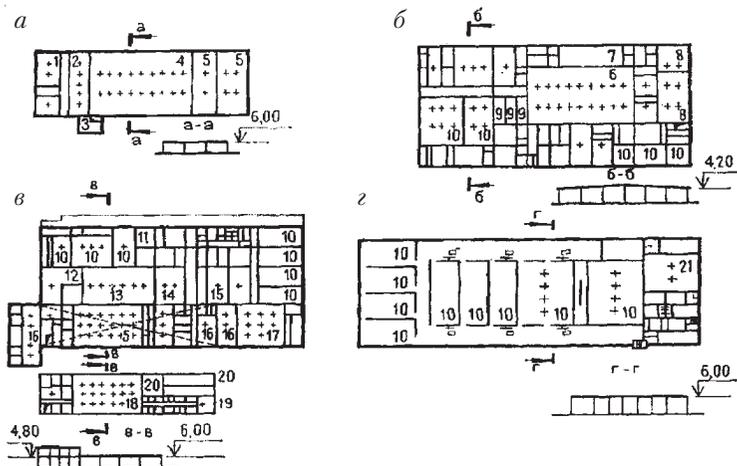


Рис. 5.1. Объемно-планировочные решения предприятий, размещаемых в одноэтажных зданиях:

а – хлебозавод мощностью 65 т/сут; *б* – мясоперерабатывающий завод мощностью 20 т/смену; *в* – молочный завод мощностью 100 т/смену; *г* – холодильник на 5000 т одновременного хранения; 1 – склад тары; 2 – тестоприготовительное отделение; 3 – склад бестарного хранения муки; 4 – пекарный зал; 5 – хлебохранилище; 6 – сырьевой цех мясного производства; 7 – помещение посола мяса; 8 – термическое отделение; 9 – дефростерные; 10 – охлаждаемые камеры; 11 – цех топленого масла; 12 – цех детской продукции; 13 – цех розлива молока; 14 – творожный цех; 15 – цех мороженого; 16 – помещение приема молока; 17 – цех сметаны; 18 – аппаратное отделение; 19 – лаборатория; 20 – помещения кондиционеров; 21 – компрессорная холодильной установки

В сахарной и ряде других отраслей промышленности получили распространение одноэтажные здания павильонного типа с крупными сетками колонн и высотой производственных цехов до 24 м (рис. 5.2).

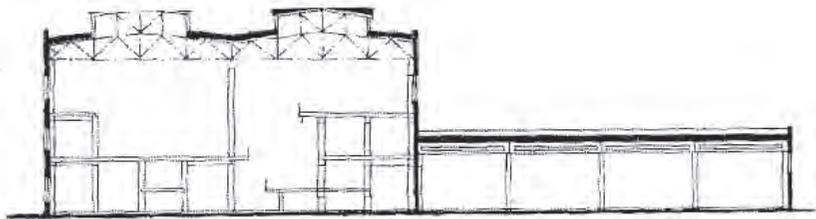


Рис. 5.2. Объемно-планировочные решения одноэтажных зданий павильонного типа на примере сахарного завода

Применение одноэтажных зданий позволяет располагать производства в одной плоскости, обеспечивает возможность эффективной замены оборудования при сравнительно несложной трансформации помещений, создает возможность размещения крупногабаритного оборудования на одном этаже, упрощает конструктивные решения (рис. 5.5–5.9). Однако такие здания занимают значительные территории.

Многоэтажные здания – бесчердачные, без технических этажей, с сеткой колонн 6×6 м и высотой этажей 4,8 и 6 м. Такие здания особенно удобны для размещения производств с большой численностью работающих, так как позволяют проектировщику приблизить подсобные и вспомогательные помещения к рабочим местам, использовать гравитационную (самотечную) передачу продуктов переработки. Их строят для предприятий хлебопекарной, кондитерской, маслосебяно-жировой, ликеро-водочной и др. отраслей (рис. 5.11).

В типовых проектах предприятий ряда отраслей промышленности основные производства размещены в одноэтажном здании с пристройкой к нему многоэтажного здания.

Для ряда пищевых производств возможно использование двухэтажных зданий, где могут быть применены различные сетки колонн: более мелкая (6×6, 6×9 м) на первом этаже и крупная (6×12, 6×18 м) на втором.

Основная схема функционального планировочного зонирования одноэтажных производственных зданий определяется взаимным размещением производственных и подсобно-складских помещений. Предпочтение отдается размещению их в последовательном порядке (прямоточная организация технологического процесса): рампы с навесами (рис. 5.10), склады приема сырья, цехи первичной переработки сырья и изготовления готовой продукции, склады готовой продукции.

Схема горизонтального планировочного зонирования производственных этажей многоэтажных зданий аналогична рассмотренной выше схеме планировочного зонирования одноэтажных зданий. По вертикали многоэтажные здания зонированы по следующему принципу: на покрытии и верхнем этаже размещают службы инженерно-технического обеспечения (кондиционеры, баки для воды и др.), на первом и в подвальном этажах – помещения складов и экспедиций, подсобных служб инженерно-технического обеспечения – трансформаторные, тепловые пункты и др., на остальных этажах – производственные помещения. Для двухэтажных зданий вертикальное зонирование производственных помещений имеет свои особенности: мелкие подсобные помещения, отделения и цехи небольшой площади размещают на первом этаже. Площади второго этажа используют для крупных цехов основного производства.

Одноэтажные производственные здания предприятий мясной промышленности зонировуют по горизонтали с выделением основных технологических участков: по убою скота, обработке сырьевых продуктов (разделочные цехи), выработке мясных изделий, хранению готовой продукции. Этим обеспечивается высокий санитарный уровень производства. В многоэтажных зданиях обычно выделяются две зоны: нижняя (первый и подвальный этажи) с размещением подсобных цехов и экспедиционного хозяйства и верхняя с размещением основных производственных цехов (рис. 5.3).

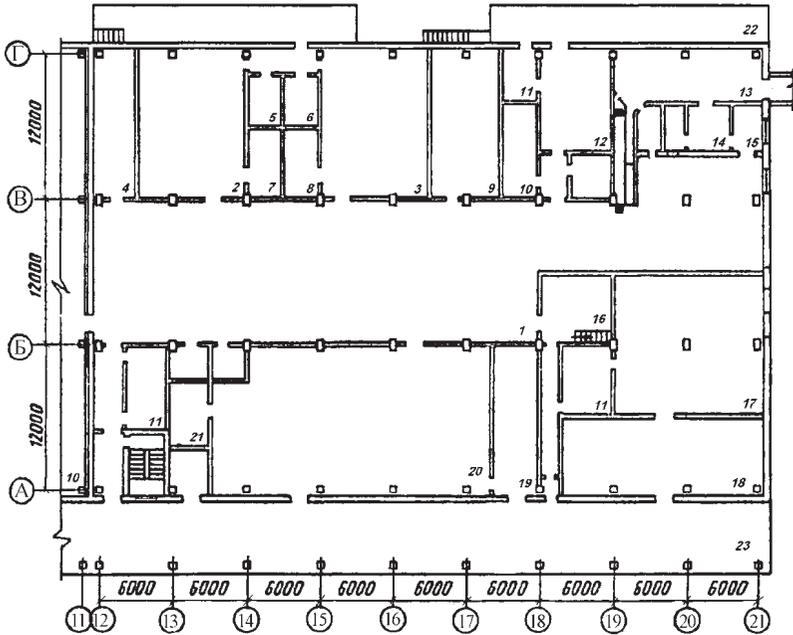


Рис. 5.3. Мясожировой корпус мясокомбината [8]:

1 – цех первичной переработки скота и обработки субпродуктов; 2 – цех пищевых жиров; 3 – цех обработки кишок; 4 – моечная роликов; 5 – склад тары; 6 – сушилка; 7 – комплектация жира; 8 – комплектация кишок; 9 – отделение обработки шерстных субпродуктов; 10 – холодильник; 11 – бытовые помещения; 12 – санитарная камера; 13 – загон для скота; 14 – загон; 15 – бокс; 16 – прием технологического сырья; 17 – цех кормовых и технических продуктов; 18 – получение и хранение кормовой муки; 19 – склад соли и приготовление рассола; 20 – цех консервирования шкур; 21 – обработка волоса; 22 – пандус; 23 – автомобильная платформа

Наряду с зонированием производственных зданий предприятий по функциональному признаку часто используют планировочное зонирование их по эксплуатационным режимам. Относительная влажность воздушной среды многих производственных помещений мясоперерабатывающих, свеклосахарных и других заводов достигает 90 %, диапазон температур воздуха в различных помещениях находится в пределах от +35 до –35°С.

При этом предъявляются повышенные требования к санитарному состоянию помещений. Разнообразие эксплуатационных условий не позволяет добиться объединения мелких производственных помещений в крупные залы, что отрицательно сказывается на планировке зданий и их стоимости.

Особое внимание при проектировании производственных зданий предприятий по производству продовольственных товаров уделяют четкому решению транспортного и экспедиционного хозяйств.

Вертикальные коммуникации (лифты, лестницы) группируют в транспортные узлы. Обычно на предприятиях предусматривают два транспортных узла: для подачи сырья и подачи готовой продукции. Горизонтальные коммуникации – технологические трубопроводы, крупногабаритное санитарно-техническое оборудование и сети инженерного обеспечения – группируют и прокладывают вдоль транспортных коридоров и в подвальных этажах. В особых помещениях размещают пульта управления, вентили, задвижки. Экспедиционное хозяйство организуют с двумя экспедициями – по приему сырья и отправке готовой продукции.

Несущие и ограждающие конструкции производственных зданий предприятий по производству продовольственных товаров разрабатывают с учетом температурно-влажностных режимов помещений, требований равномерного распределения температуры и влажности по всему объему помещения, исключения условия образования плесени, развития микроорганизмов и скопления пыли, биостойкости применяемых строительных материалов, воздействия на конструкции агрессивных сред, мероприятий по сокращению естественной убыли продуктов в охлаждаемых помещениях.

Производственные здания возводят с применением сборных железобетонных, монолитных железобетонных и легких конструкций. Во всех случаях конструктивные решения зданий предприятий должны соответствовать эксплуатационным требованиям производства. В частности, предусматривается рациональное пластическое решение поверхности строительных конструкций без уступов и членений, что

исключает неветилируемые участки, где возможно отложение пыли, появление плесени. В междуэтажных перекрытиях, покрытиях и стенах производственных зданий не должно быть пустот, в которые могут попасть органические вещества, а затем – развиться микрофлора. В связи с этим в зданиях избегают устраивать подвесные потолки.

Фундаменты, колонны, перекрытия, покрытия изготавливают преимущественно из сборного железобетона с использованием унифицированных элементов, а также металла (там, где это экономически оправдано). В наибольшей степени эксплуатационным режимам производств удовлетворяют типовые безбалочные конструкции (рис. 5.4), позволяющие создать в помещениях равномерные воздушные потоки, снизить потери холода и уменьшить усушку продуктов в охлаждаемых помещениях, улучшить гигиенические условия на производстве, облегчить унификацию и монтаж перегородок. Эти конструкции, кроме того, допускают свободную прокладку коммуникаций под перекрытиями во всех направлениях.

Одним из перспективных направлений по совершенствованию конструктивных решений является строительство производственных зданий с применением легких конструкций. Актуальность применения таких конструкций для строительства предприятий пищевых продуктов состоит в быстром вводе их в эксплуатацию (до 8 месяцев), что обеспечивает скорейшую окупаемость капиталовложений. При этом трудоемкость возведения зданий снижается на 20 %.

Однако современные легкие несущие конструкции типа «Берлин», «Кисловодск», «Плауэн» находят ограниченное применение при строительстве предприятий по производству продовольственных товаров в связи со сложными эксплуатационными режимами (высокая влажность, агрессивная среда и др.), наличием большого числа межцоховых перегородок и трудностью их примыкания к легким конструкциям, а также низкой огнестойкостью. Последняя не всегда удовлетворяет требованиям пожарной безопасности.

Ограждающие конструкции определяются принятыми решениями несущих конструкций. Предусматривают три варианта стеновых ограждений: самонесущие кирпичные стены, самонесущие вертикальные железобетонные панели, навесные горизонтальные и вертикальные железобетонные панели.

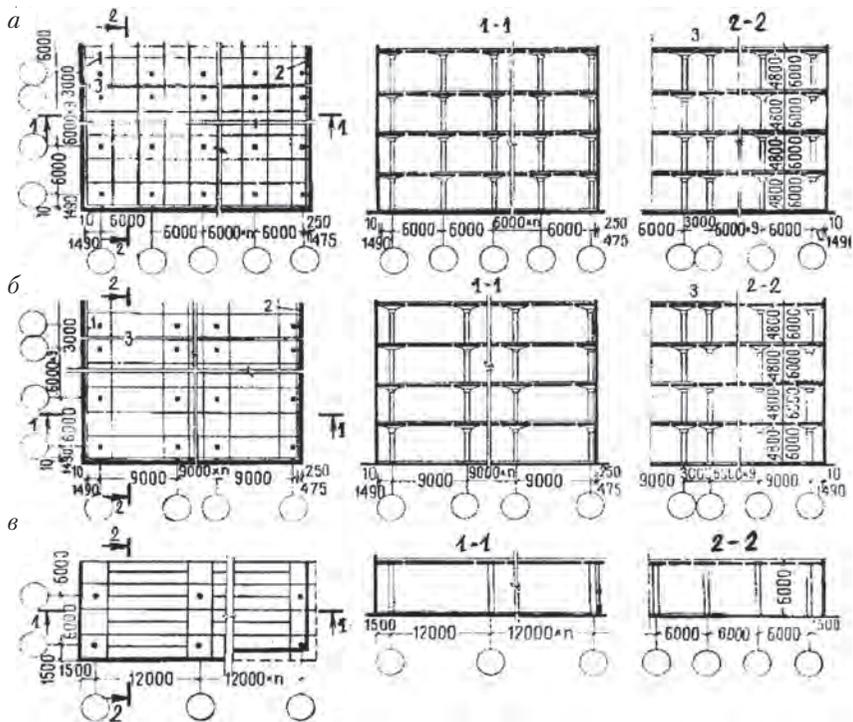


Рис. 5.4. Безбалочные конструкции, применяемые для предприятий по производству продовольственных товаров:
а – для многоэтажных зданий, типовое решение с сеткой колонн 6×6 м; *б* – то же, с сеткой колонн 6×9 м; *в* – для одноэтажных зданий; 1 – варианты с самонесущими стенами; 2 – варианты с панельными стенами; 3 – температурные швы

Практика строительства и эксплуатации предприятий по производству продовольственных товаров, особенно мясомолочной промышленности, свидетельствует о весьма серьезных недостатках стен из кирпича и типовых горизонтальных панелей.

Кирпичные стены в помещениях с высокой влажностью интенсивно разрушаются. Причиной разрушения обычно является отсутствие пароизоляции и герметизации в местах сопряжений стен с оконными переплетами. В сборных стенах из горизонтальных типовых панелей наблюдаются сильное увлажнение, промерзание и последующее разрушение панелей в местах опорных столиков и в зоне вертикальных стыков.

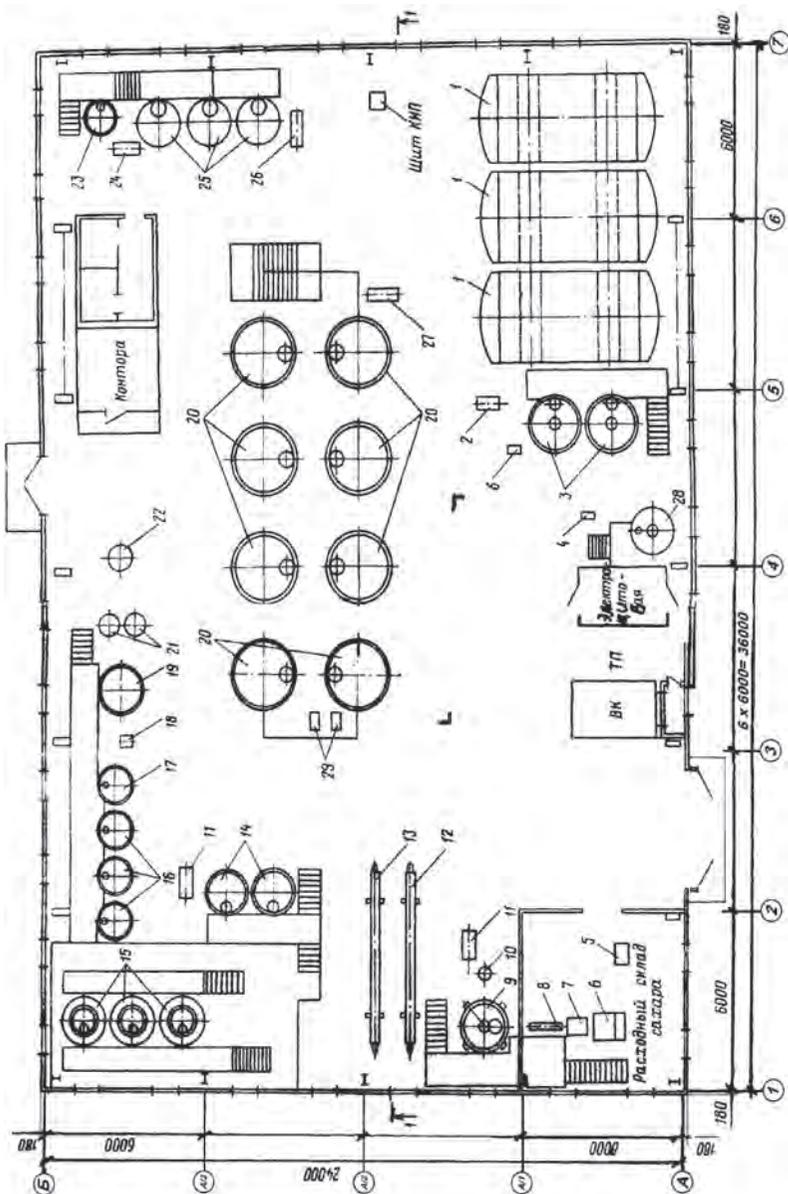


Рис. 5.5. Цех производства хлебного кваса производительностью 650 тыс. дал в год [5]:
a – план на отм. 0,000

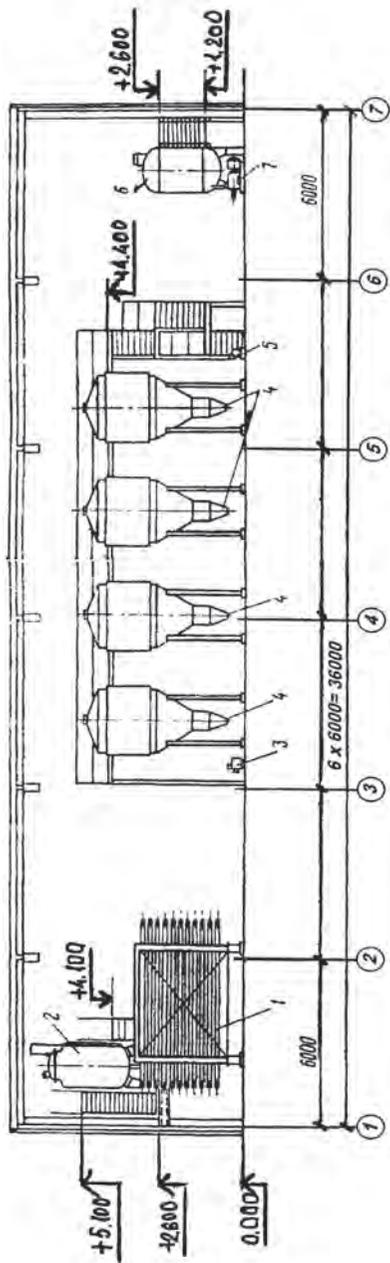


Рис. 5.6. Цех производства хлебного кваса производительностью 650 тыс. дал в год [5]:
 б – разрез 1-1 (см. рис. 5.5); 1 – теплообменник для кваса; 2 – мерник для хлебного кваса; 3 – насос для кваса;
 4 – бродильно-купажные аппараты; 5 – насос для возврата мощющего раствора; 6 – емкость для воды, мощющего
 и обратного растворов; 7 – насос для подачи мощющего раствора

Спецификация оборудования к рис. 5.5, 5.6

№ п/п	Наименование	Количество
1	Сборник для хранения концентрата квасного сусла	3
2	Насос для концентрата квасного сусла	1
3	Аппарат для растворения концентрата квасного сусла	2
4	Насос для растворенного концентрата квасного сусла	1
5	Тележка ручная грузовая	1
6	Весы для сахара	1
7	Мешкоопрокидыватель	1
8	Нория для сахара	1
9	Аппарат для варки сахарного сиропа	1
10	Фильтр-ловушка для сахарного сиропа	1
11	Насос для сахарного сиропа	1
12	Теплообменник для сахарного сиропа	1
13	Теплообменник для кваса	1
14	Сборник для сахарного сиропа	2
15	Мерник для хлебного кваса	3
16	Сборник для дрожжей и молочнокислых бактерий	3
17	Сборник для комбинированной закваски	1
18	Насос для комбинированной закваски	1
19	Бродильный аппарат (большой)	1
20	Бродильно-купажный аппарат	8
21	Бродильный аппарат (малый)	2
22	Стерилизатор	1
23	Сборник для концентрированной щелочи	1
24	Насос для концентрированной щелочи и дезинфицирующего раствора	1
25	Емкость для воды, моющего и оборотного растворов	3
26	Насос для подачи моющего раствора	1
27	Насос для возврата моющего раствора	1
28	Аппарат для моющего раствора	1
29	Насос для кваса	2

Увеличение долговечности ограждающих конструкций для применения их в помещениях с высокой влажностью воздуха, положительными и отрицательными температурами является одной из главных задач проектировщиков. Разработаны горизонтальные и вертикальные трехслойные железобетонные панели на гибких связях для стеновых ограждений таких помещений с применением тяжелого и легкого бетонов и эффективной теплоизоляции (рис. 5.12).

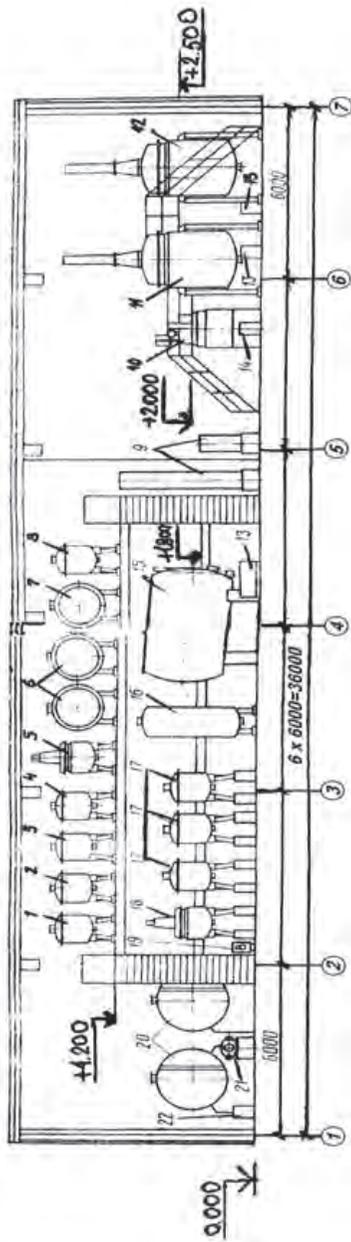


Рис. 5.8. Цех производства безалкогольных напитков производительностью 2 млн дал в год [5]:
 б – разрез 1-1 (см. рис. 5.7); 1 – сборник для экстракта; 2 – сборник для лимонной кислоты; 3 – напорный сборник для настоев; 4 – напорная цистерна для лимонной кислоты; 5 – котел для колера; 6 – напорные цистерны для соков; 7 – напорная цистерна для сахарного сиропа; 8 – напорный сборник для концентрата квасного сусла; 9 – теплообменники для сахарного сиропа; 10 – аппарат для приготовления колера; 11 – аппарат для варки сахарного сиропа; 12 – аппарат для инверсии сахарного сиропа; 13 – насосы для сахарного сиропа; 14 – насос для колера; 15 – сборник для хранения сахарного сиропа; 16 – фильтр угольный для брака; 17 – сборники для брака; 18 – котел для растворения лимонной кислоты; 19 – насос для лимонной кислоты; 20 – сборник для соков; 21 – фильтр-пресс для соков; 22 – насос для соков; ТП – трансформаторная подстанция; ВК – вентиляционная камера

Спецификация оборудования к рис. 5.7, 5.8

№ п/п	Наименование	Количество
1	Сборник для соков	4
2	Сборник для концентрата квасного сусла	3
3	Насос для концентрата квасного сусла	1
4	Тележка ручная	1
5	Нория для сахара	1
6	Мешкопрокидыватель	1
7	Весы платформенные	1
8	Насос для соков	1
9	Фильтр-пресс для соков	1
10	Фильтр-пресс для купажа безалкогольных напитков	1
11	Аппарат для приготовления купажа безалкогольных напитков	3
12	Насос для купажа безалкогольных напитков	1
13	Аппарат для приготовления купажа Московского кваса	1
14	Насос для купажа Московского кваса	1
15	Теплообменник для купажа Московского кваса	1
16	Теплообменник для купажа безалкогольных напитков	1
17	Теплообменник для сахарного сиропа	2
18	Аппарат для приготовления колера	1
19	Аппарат для варки сахарного сиропа	1
20	Фильтр-ловушка для сахарного сиропа	1
21	Аппарат для инверсии сахарного сиропа	1
22	Насос для колера	1
23	Насос для сахарного сиропа	2
24	Фильтр ионообменный	2
25	Фильтр осветляющий механический	1
26	Емкость контактная	1
27	Фильтр угольный	1
28	Фильтр патронный	1
29	Сборник для подготовленной воды	2
30	Насос для подготовленной воды	1
31	Фильтр для подготовленной воды	1
32	Вакуум-насос	1
33	Вакуум-нейтрализатор	1
34	Сборник для приема серной кислоты	1
35	Сборник для серной кислоты	1

№ п/п	Наименование	Количество
36	Насос-дозатор для серной кислоты	1
37	Сборник для концентрированной щелочи	1
38	Сборник для приготовления дезинфицирующего раствора	1
39	Насос для дезинфицирующего раствора	1
40	Насос для лимонной кислоты	1
41	Котел для растворения лимонной кислоты	1
42	Сборник для брака	3
43	Насос для подачи брака	1
44	Фильтр угольный	1
45	Напорный сборник для концентрата квасного сусла	1
46	Напорная цистерна для сахарного сиропа	1
47	Напорные цистерны для соков	2
48	Сборник для хранения сахарного сиропа	1
49	Котел для колера	1
50	Напорный сборник для лимонной кислоты	1
51	Напорный сборник для настоев	1
52	Напорный сборник для композиций	1
53	Сборник для экстракта	1

При проектировании стеновых ограждений из кирпича предусматривают специальные мероприятия по повышению их долговечности и морозостойкости. Наиболее эффективно в этом отношении устройство защитных экранов с осушающими продухами. За рубежом несущие наружные стены зданий, как правило, облицовывают профилированными металлическими листами. Зазор между листами и поверхностью стены выполняет функции осушающего продуха.

В отечественной практике при строительстве предприятий по производству продовольственных товаров для стеновых ограждений все еще используют обычные типовые однослойные железобетонные конструкции.

Доказано, что применение для одноэтажных зданий холодильников ограждающих конструкций из металлических профилированных листов с использованием эффективной теплоизоляции (пенополистирол ПСБ-С и др.) позволяет осуществлять быстрый монтаж и, если требуется, демонтаж стенового ограждения для его замены. Масса таких конструкций в 6...7 раз меньше массы железобетонных.

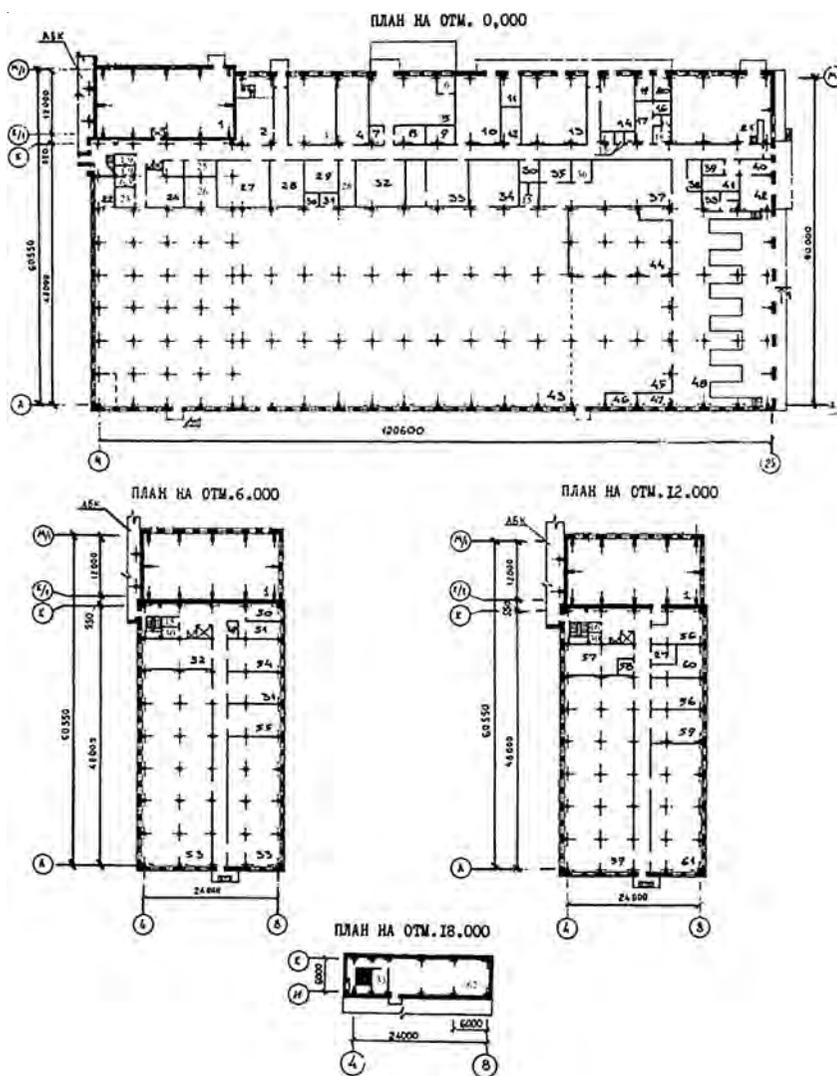


Рис. 5.9. Хлебозавод мощностью 135 т хлебобулочных изделий в сутки

Экспликация помещений к рис. 5.9

№ п/п	Наименование	Площадь, м ²
1	Склад бестарного хранения муки	285,00
2	Помещение подготовки сырья	72,00
3	Склад муки в мешках	108,00
4	Склад мокрого хранения соли	72,00
5	Воздушно-компрессорная станция	125,00
6	Операторская	9,00
7	Кладовая запасных частей	9,00
8	Помещение промывки фильтров	10,50
9	Кладовая отходов	18,90
10	Трансформаторная подстанция	99,10
11	Кладовая инструментов	19,80
12	Насосная оборотной воды	20,90
13	Ремонтно-механическая мастерская	144,00
14	Столярная мастерская	57,30
15	Санузлы	34,50
16	Душевые	18,60
17	Мужской гардероб	22,8
18	Женский гардероб	7,2
19	Кладовая пожарного инвентаря	14,30
20	Кладовая смазочных материалов	13,50
21	Технологическая котельная	218,00
22	Помещение дежурной группы	17,90
23	Курительная	10,90
24	Моечное отделение	39,60
25	Насосная	18,00
26	Помещение приготовления хлебной мочки	36,00
27	Электрощитовая	81,00
28	Кладовая сырья	81,00
29	Холодильная камера	35,50
30	Кладовая уборочного инвентаря	5,80
31	Машинное отделение холодильных установок	70,00
32	Материальная кладовая	81,00
33	Венткамера	403,50
34	Отделение панировочных сухарей	78,70
35	Камера сушки контейнеров	25,00
36	Камера мойки контейнеров	16,20
37	Помещение для мойки лотков и контейнеров	167,50
38	Помещение для ремонта контейнеров	18,30

№ п/п	Наименование	Площадь, м ²
39	Электролитная	12,80
40	Ремонтная	19,10
41	Агрегатная	18,30
42	Зарядная	34,20
43	Пекарный зал	864,00
44	Камера сохранения свежести хлеба	204,00
45	Экспедиция	396,00
46	Экспедиторская	19,20
47	Ожидальная	19,80
48	Рапма	648,00
49	Кладовая	6,60
50	Комната сменного технолога	20,20
51	Комната мастеров	22,80
52	Весовое отделение	72,00
53	Тестоприготовительное отделение	442,00
54	Пульт управления	60,00
55	Мастерская КИП	62,00
56	Кладовая дополнительного сырья	118,00
57	Просеивательное отделение	56,00
58	Аспирационное отделение	16,30
59	Помещение производственных сборников для муки	504,00
60	Ассортиментный кабинет	43,00
61	Отделение жидких дрожжей и заквасок	238,70
62	Помещение водобаков	117,00
63	Помещение личной гигиены женщин	6,60

Однако применение ограждающих конструкций из металлических профилированных листов для предприятий по производству продовольственных товаров все еще встречает определенные трудности в отечественной практике строительства, так как отсутствуют долговечные коррозионно-стойкие покрытия, не решены вопросы герметизации швов в связи с высокой влажностью производств и жесткими санитарными требованиями.

Необходимость применения теплоизоляции различной толщины препятствует выпуску ограждающих конструкций заводской готовности, при этом требуется их трудоемкая полистовая сборка. Наличие пустот в конструкциях покрытий и стен снижает эксплуатационные качества помещений, возможность их эффективной обработки. Отсутствует эффективная конструкция зенитного фонаря для покрытий с применением металлических профилированных листов.

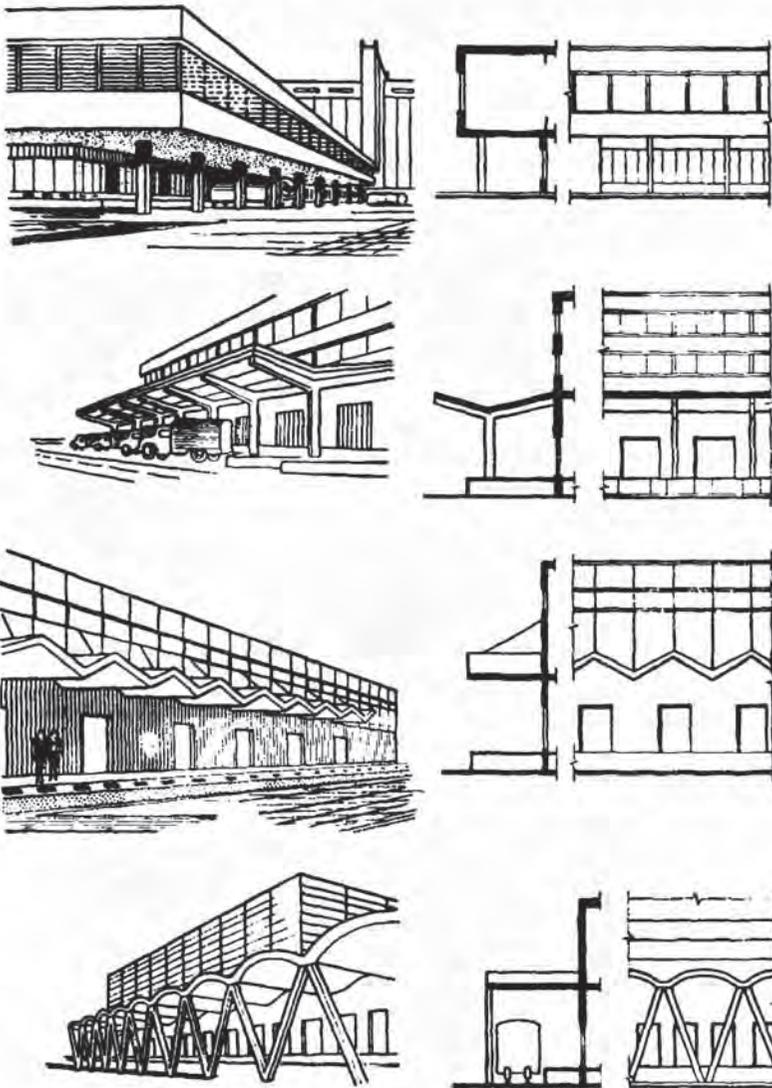


Рис. 5.10. Навесы над рампами

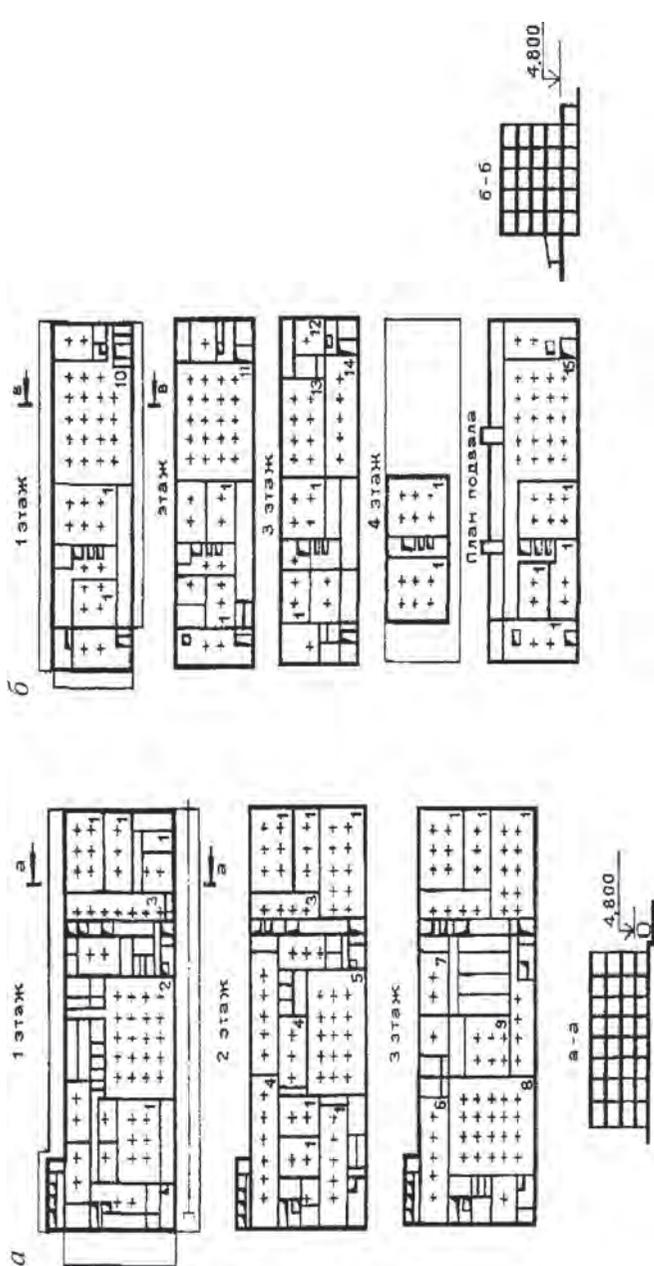


Рис. 5.11. Объемно-планировочные решения предприятий, размещаемых в многоэтажных зданиях:

а – мясоперерабатывающий завод; *б* – молочный комбинат; 1 – охлаждаемые камеры; 2 – производство полуфабрикатов; 3 – экспедиция; 4 – производство колбас; 5 – производство субпродуктовых изделий; 6 – термическое отделение; 7 – производство пельменей; 8 – сырьевой цех мясного производства; 9 – помещение посола мяса; 10 – цех розлива молока; 11 – аппаратное отделение; 12 – цех сметаны; 13 – цех мороженого; 14 – творожный цех; 15 – блок подсобных помещений

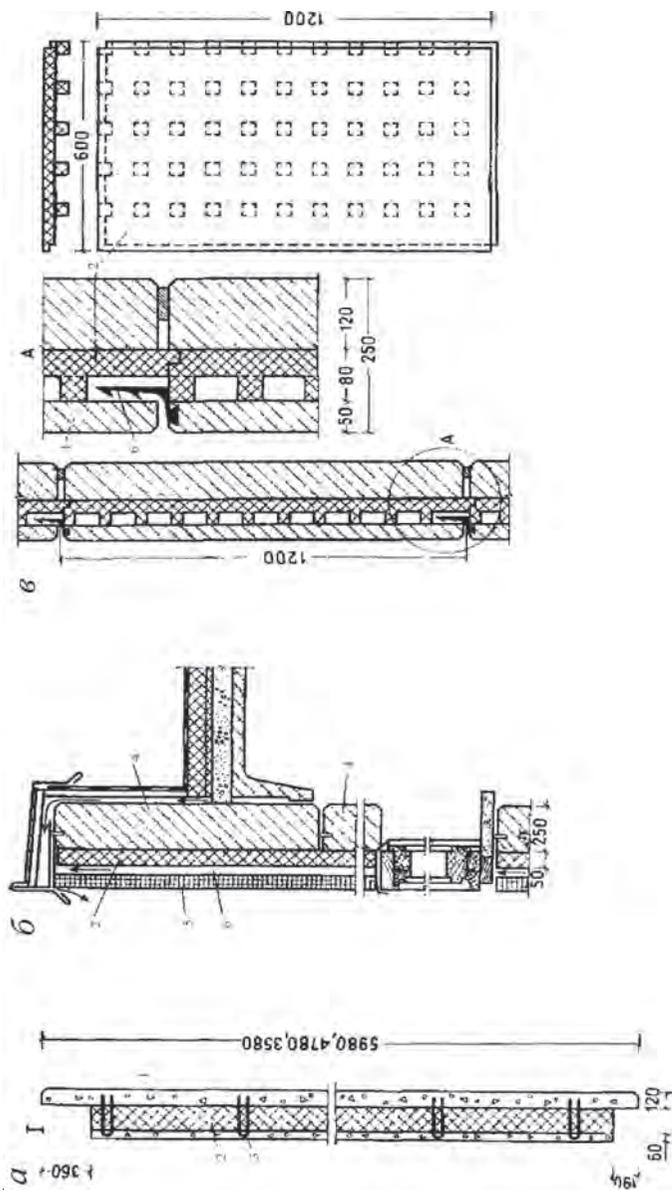


Рис. 5.12. Конструктивные решения стеновых ограждений производственных зданий:

а – фрагменты стен для помещений с высокой влажностью воздуха; а – трехслойная панель на гибких связях; б – многослойная стена с вентилируемой полостью; в – трехслойная железобетонная вентилируемая панель на гибких связях; 1 – железобетон; 2 – пенополистирол; 3 – гибкие связи; 4 – керамзитобетон; 5 – наружные облицовочные плиты; 6 – воздушная прослойка

Для охлаждаемых помещений предусматривают конструктивные решения, обеспечивающие снижение поступления теплоты. Теплоизоляция стен таких помещений должна быть открыта со стороны низких температур (внутри помещений) для выхода из нее водяных паров. В связи с этим ее поверхность обычно отделывают пористой штукатуркой по металлической сетке, перфорированными асбестоцементными листами, а в трехслойных панелях на гибких связях оставляют специальные отверстия. Если теплоизоляция имеет хорошую лицевую поверхность (плиты ПСБ-С, веллит, экспонзит и т. п.), со стороны низких температур ее оставляют открытой, защищая от механических повреждений деревянными решетками. Со стороны высоких температур, т. е. там, где парциальное давление водяных паров выше, чем в охлаждаемом помещении, теплоизоляцию защищают слоями пароизоляции из незагнивающих паронепроницаемых материалов.

Здания предприятий по производству продовольственных товаров отличаются большой насыщенностью перегородками: на 1 м² производственной площади приходится 0,6...1,5 м² перегородок. В связи с этим разработка и внедрение легких перегородок, имеющих малую трудоемкость изготовления и монтажа, являются актуальной задачей. Перегородки проектируют из вертикальных и горизонтальных железобетонных панелей, кирпича, керамзитобетона. В охлаждаемых помещениях для перегородок используют многослойные железобетонные и металлические панели, такие же, как и для наружных стен, а также ячеистые бетоны, перлитобетон, фибролит, морозостойкое пеностекло.

В отечественной и зарубежной практике в покрытиях широко применяют железобетонные элементы. Выполняют два типа покрытий: вентилируемые и невентилируемые (рис. 5.13). Над мокрыми цехами для исключения влагонакопления обычно предусматривают вентилируемые покрытия. Преимущество вентилируемых кровель доказано практикой строительства. Способов выполнения вентилируемых кровель много. Каналы и полости для вентиляции кровли иногда устраивают между теплоизоляцией и несущей конструкцией, в других случаях – сверху теплоизоляционного слоя. При особенно неблагоприятных температурно-влажностных режимах можно устраивать две вентилируемые полости: сверху и снизу теплоизоляционного слоя. Воздушные полости и каналы над утеплителем могут быть выполнены из плоских железобетонных, армоцементных, асбестоцементных или других элементов, укладываемых по столбикам или поясам из жесткого теплоизоляционного материала, а также из волнистых асбестоцементных листов. Вентиляцию можно осуществлять устройством в верхней зоне утеплителя

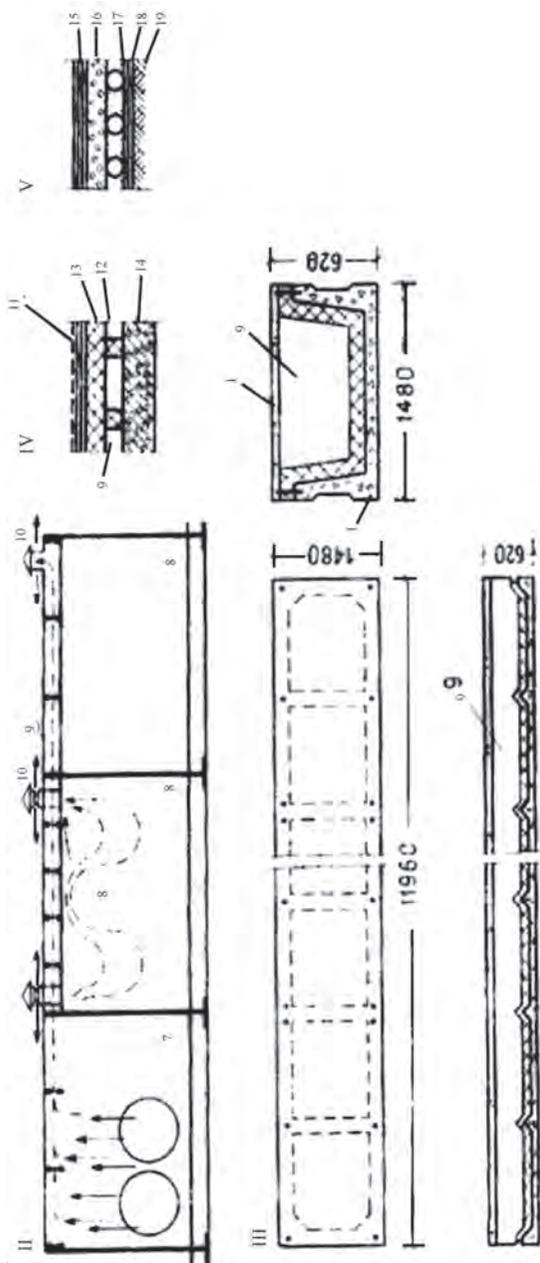


Рис. 5.13. Конструктивные решения покрытий производственных зданий:

II – схематический разрез по производственному зданию с вентиляруемым покрытием; III – железобетонная панель покрытия с вентиляруемой полостью; IV – фрагмент вентиляруемого покрытия с жестким утеплителем; V – деталь пола в охлаждаемых помещениях на земляном основании; 1 – железобетон; 7 – помещения с высокой влажностью воздуха; 9 – вентиляруемое пространство; 10 – вытяжные вентиляторы; 11 – рулонная или мастичная кровля по грунтовке и армоцементной стяжке; 12 – опорный пояс (из кирпича и др.); 13 – жесткий утеплитель; 14 – несущая плита покрытия; 15 – покрытие пола по бетонной подготовке; 16 – утеплитель (керамзитовой гравий и др.); 17 – слой сухого песка с проуском системы обогрева (трубчатых электронагревателей); 18 – бетонная подготовка с гидроизолирующей; 19 – уплотненный грунт

цилиндрических каналов или борозд. Наиболее эффективны сплошные воздушные каналы над утеплителем, имеющие вентиляционные отверстия в карнизной части стен.

В отечественной практике в покрытиях в качестве теплоизоляции применяют жесткие минераловатные плиты, керамзитовый гравий, пеностекло и др. Не применяют материалы с большим коэффициентом водопоглощения.

Полы на предприятиях по производству продовольственных товаров устраивают, в основном, из керамических плиток, укладываемых на цементно-песчаном растворе. Выполняют также полы из бетона, асфальтобетона и мозаично-бетонных плит, укладываемых на цементно-песчаном растворе. Практика эксплуатации полов на действующих предприятиях показала, что покрытия полов из керамических плиток быстро выходят из строя, срок службы их не превышает двух лет. Срок службы полов из асфальтобетона не превышает трех-четырех лет, а из бетона и мозаично-бетонных плит – четырех-шести лет. В связи с этим были разработаны полы из кислотоупорных плит с заделкой швов специальными полимерными мастиками, предотвращающими проникание агрессивных жидкостей в перекрытия и разрушение последних. По ориентировочным подсчетам долговечность таких полов составляет 25...30 лет. В местах интенсивного движения внутрицехового транспорта (экспедиционные платформы, проезды и складские помещения – холодильные камеры, въезды в лифты) для полов применяют материалы, стойкие к ударным и динамическим нагрузкам: асфальтобетон при толщине слоя 40...50 мм, монолитный бетон класса не ниже В30 при толщине слоя не менее 50 мм, чугунные плиты и др. Для исключения пыления полов рекомендуется их поверхность покрывать полиуретановыми лаками.

В холодильниках необходимо защищать грунт основания здания от промерзания в случае строительства на нем охлаждаемых помещений с температурами ниже -4°C . Применяют два способа защиты: электроподогрев и устройство отапливаемого подполья (наиболее экономичный).

На предприятиях по производству продовольственных товаров оконные переплеты, переплеты зенитных фонарей выполняют из древесины и металла. В качестве светопрозрачных ограждений используют стеклоблоки, профильное стекло, стеклопакеты в металлическом или деревянном каркасе. Все указанные конструкции заполнения световых проемов в той или иной степени пригодны для использования в помещениях с повышенной влажностью, агрессивной средой и едкими

санитарными требованиями. Однако стеклопакеты – наиболее приемлемая конструкция заполнения световых проемов помещений при высокой влажности воздуха. Основное их преимущество состоит в высокой степени герметизации внутренней воздушной прослойки, что обеспечивает повышенные теплоизоляционные свойства окон и зенитных фонарей, а также более экономичные условия их эксплуатации. Применение стеклопакетов в зенитных фонарях требует специальных мероприятий для исключения попадания осколков стекла в пищевую продукцию при случайном их разрушении: подвеска сеток и др. В связи с этим следует рекомендовать заполнение светового проема зенитного фонаря органическим стеклом.

5.2. Вспомогательные здания

Практика строительства пищевых предприятий показывает, что в основу объемно-планировочных решений вспомогательных зданий целесообразно закладывать следующие принципы: возможность независимой эксплуатации групп административных и бытовых помещений; секционная планировка гардеробно-душевых помещений; максимальное приближение помещений для приема пищи (столовые, буфеты) к производственным цехам (минимальная протяженность людских потоков и маршрутов персонала в загрязненной одежде).

Основное распространение получили многоэтажные вспомогательные здания с сеткой колонн 6×6 м и высотой этажа 2,8 ... 3,6 м. Наиболее рациональными являются четырехэтажные вспомогательные здания со следующим расположением помещений: первый этаж – управление, склады столовой, медпункт; второй-третий этажи – гардеробно-душевые помещения; четвертый этаж – столовая. Размещение столовой на первом этаже обуславливает меньшие эксплуатационные расходы за счет отсутствия грузовых лифтов и позволяет в отдельных случаях пользоваться этой столовой жителям города.

Однако имеются примеры строительства вспомогательных зданий с числом этажей более четырех. Например, для мясоперерабатывающего завода мощностью 60 т в смену в Черкизове (Москва) возведено семизэтажное вспомогательное здание.

Получила распространение секционная планировка гардеробно-душевых помещений, учитывающая возможность изменения соотношения женского и мужского состава работающих. В ряде объектов уменьшено число санитарно-технических устройств при дифференцирован-

ном графике начала работы предприятия. В то же время площадь гардеробных увеличена с 1,5 до 2,5 м² на одного рабочего.

Планировка и расположение помещений (столовая, гардеробные, санитарные узлы, лестничные клетки и т. п.) должны исключать возможность пересечения потоков работающих в цехах с производственными процессами, требующими особого санитарного режима для обеспечения качества продукции, с потоками работающих в подсобных и других цехах с производственными процессами, вызывающими загрязнение одежды, рук и тела. Не должен также допускаться транзитный проход рабочих через помещения, связанные с переработкой пищевых продуктов. Вспомогательные здания возводят с применением конструкций серии 1.020–1.83.

5.3. Холодильники

Холодильники – это предприятия или отдельные цехи, предназначенные для охлаждения, замораживания и хранения скоропортящихся пищевых продуктов при низких температурах.

В зависимости от назначения их делят:

- на производственные, обслуживающие предприятия пищевой промышленности (мясокомбинаты, рыбокомбинаты, маслодельные заводы и др.);
- распределительные, имеющие большую емкость камер для длительного хранения различных пищевых продуктов в центрах потребления. Они также предназначены для хранения масла, мяса и других продуктов, упакованных в тару;
- хладокомбинаты – распределительные холодильники с производством мороженого, льда из воды или сухого льда;
- портовые холодильники, предназначенные для хранения экспортируемых или импортируемых скоропортящихся продуктов, или продуктов, транспортируемых между внутренними портами с перевалкой грузов из судов-рефрижераторов в изотермические вагоны, или наоборот;
- базисные холодильники, обслуживающие в крупных городах и промышленных районах продовольственные базы. Пищевые продукты в них поступают из производственных или распределительных холодильников.

Здания холодильников блокируют с другими предприятиями и складскими помещениями, предусматривая кооперирование всех инженерных сетей и сооружений.

Холодильники рекомендуется строить преимущественно одноэтажные, но при емкости 10000 т и более допускаются многоэтажные (рис. 5.14, 5.15). Сетка колонн для одноэтажных зданий 6×12 или 12×18 м при ширине здания 72 м и более, а для многоэтажных – 6×6 м. Высоту помещений назначают 4,8 или 6 м для одноэтажных зданий и 4,8 м – для многоэтажных.

Холодильники следует размещать на площадках со спокойным рельефом, низким уровнем грунтовых вод, вне пучинистых грунтов, а при отсутствии таких возможностей предусматривают мероприятия по защите пучинистых грунтов от промерзания. В этом случае в конструкцию пола камер с температурами ниже -4°C укладывают теплоизоляцию и гидроизоляцию в соответствии со схемой притоков внешнего тепла через полы.

К зданиям необходимо обеспечить подъезды автомобильного транспорта. Железнодорожные подъездные пути необходимо иметь для холодильников емкостью 1000 т и более.

Емкость камер хранения производственных холодильников колеблется в широких пределах (до 1000 т и более) и выражается в м^3 *грузового объема*, т. е. объема, непосредственно загружаемого продуктами, который равен произведению грузовой площади на грузовую высоту.

Чтобы получить грузовую площадь, из общестроительной исключают площади колонн, оборудования, проездов и проходов, а также площади, образуемые разрывами между штабелями и строительными конструкциями или оборудованием. Площадь, занимаемая колоннами, грузовыми проездами и отступами от штабелей грузов до строительных конструкций и оборудования камер, составляет для малых камер (20...100 м^2) до 35 % грузовой площади, средних (до 400 м^2) – около 30 % и больших (свыше 400 м^2) до 20 %.

Под грузовой высотой понимают расстояние от пола камеры до верха штабеля. Грузовой объем холодильника складывается из грузовых объемов всех камер хранения.

На рис. 5.16 показана схема планировки холодильника мясокombината. В нем предусмотрена следующая термическая обработка туш: 50 % мяса суточного убоя направляется на охлаждение при температуре -2°C , а остальные 50 % – в камеры однофазного замораживания при -30°C и цикле замораживания (с загрузкой и выгрузкой) 24 ч. Камеры охлаждения и хранения охлажденного мяса обеспечивают охлаждение мяса в течение суток и хранение его в течение 4 сут без перегрузок. Как видно из плана, камера разделена на отсеки, в которых создается надлежащий влажностный режим в зависимости от назначения отсека.

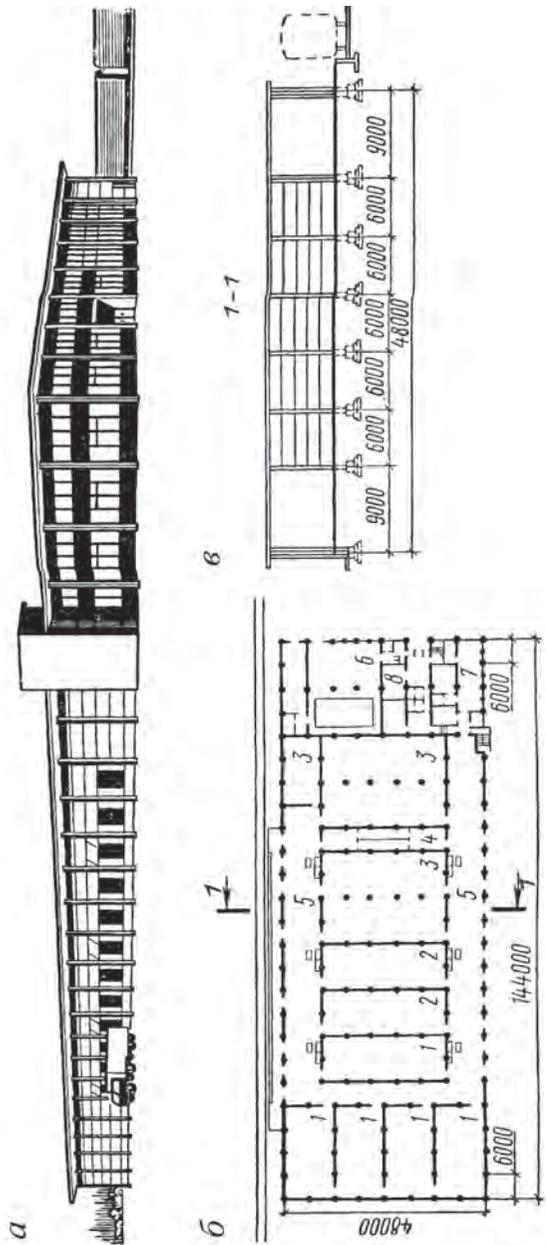


Рис. 5.14. Одноэтажный распределительный холодильный холодильный емкостью 6100 т [24]:
a – общий вид; *б* – план на отм. 0,000; *в* – разрез; 1 – камеры хранения охлажденных грузов; 2 – универсальные камеры; 3 – камеры хранения мороженных грузов; 4 – морозилки; 5 – охлаждаемые платформы-экспедиции; 6 – компрессорная; 7 – мастерские; 8 – вестибюль главного входа

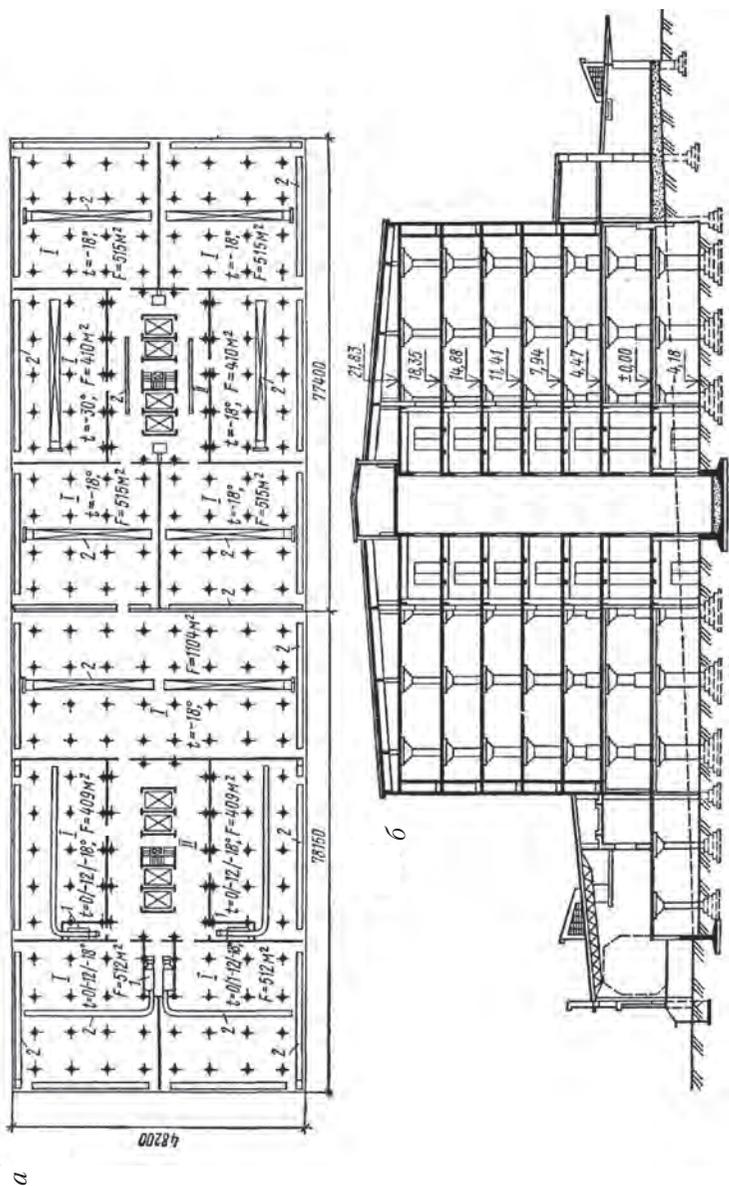


Рис. 5.15. Здание городского холодильника [24]:
 а — план на отм. 0.000; б — поперечный разрез; 1 — воздухоохлаждатели; 2 — потолочные багарей;
 I — камеры хранения; II — вестибюль

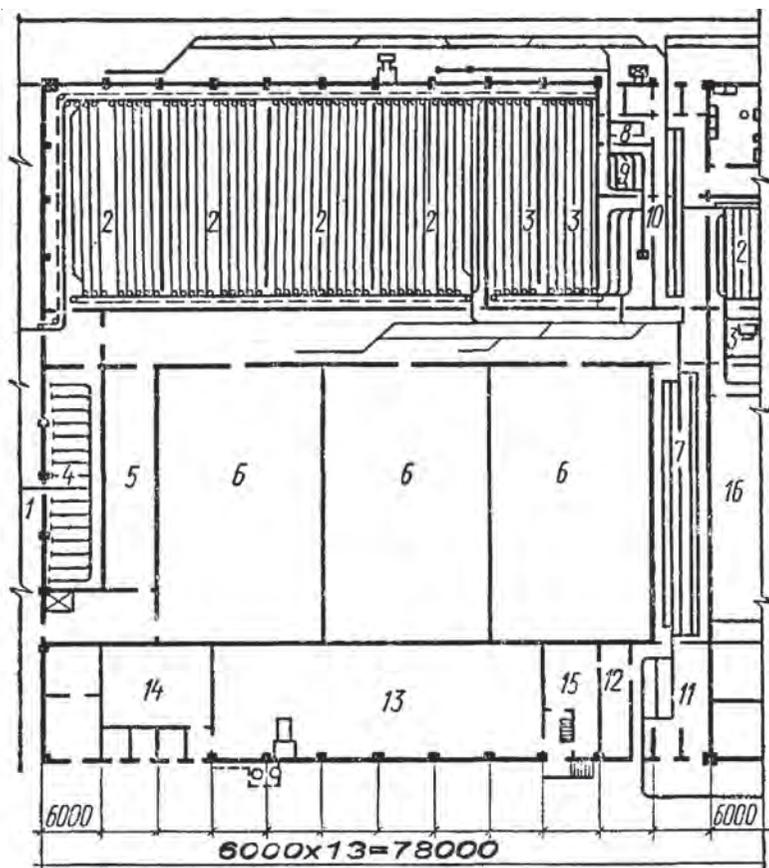


Рис. 5.16. Одноэтажный холодильник мяскокомбината мощностью в смену 60 т мяса скота и птицы и 2000 т хранения мороженого мяса [24]:

1 – мясожировой корпус; 2 – камеры охлаждения и хранения мяса; 3 – камеры однофазного охлаждения; 4 – камера охлаждения субпродуктов; 5 – камера хранения птицы; 6 – камеры хранения мяса и птицы; 7 – камера экспедиции; 8 – прием некондиционных грузов; 9 – камера подмораживания некондиционных грузов; 10, 11 – экспедиции железнодорожная и автомобильная; 12 – помещение обогрева рабочих холодильника; 13 – компрессорная и аппаратная; 14 – трансформаторная и распределительный щит; 15 – бытовые помещения; 16 – колбасный корпус

При проектировании камер рекомендуется принимать следующие отступы штабелей: от стен камер, пристенных колонн – 0,3 м; от плоскости гладких потолков, низа надкапительной плиты безбалочных пе-

рекрытий и низа балок или ферм – 0,2 м; от стенок воздуховодов – 0,3 м; от пристенных батарей охлаждения – 0,2...0,3 м. Ширину грузовых проездов (у штабелей грузов) принимают 1,2 м при ручной укладке и не менее 3 м при укладке электропогрузчиками.

Строительные конструкции усложняются объединением их с теплоизоляцией. При этом междуэтажные перекрытия утяжеляются еще и потолочными приборами охлаждения. Конструкции должны удовлетворять санитарным требованиям. Так, полы, стены и потолки камер, коридоров и тамбуров необходимо делать из легкомоющихся материалов. Применяемые для строительных и изоляционных конструкций материалы не должны подвергаться увлажнению и гниению, так как это может отрицательно отразиться на сохранности пищевых продуктов и ухудшить изолирующие свойства ограждений.

Современная конструкция холодильника представляет собой своего рода этажерку из плоских междуэтажных перекрытий и системы внутренних колонн.

К особенностям сооружения холодильников относится отсутствие в стенах окон, что определяет своеобразный архитектурный облик фасада здания. При его разработке должна быть предусмотрена светлая окраска стен для уменьшения потерь холода от солнечной радиации.

Для фундаментов, каркасов, несущих элементов перекрытий и совмещенных покрытий используют коррозионностойкие, морозостойкие, огнестойкие и биостойкие материалы. Наибольшее применение находят сборные железобетонные конструкции, принятые для типовых строительных секций.

Сборные железобетонные ребристые конструкции унифицированной номенклатуры не отвечают специфическим условиям эксплуатации холодильников, поэтому при их использовании, особенно для холодильников с воздушными системами охлаждения, предусматривают устройство подвесных потолков с гладкой поверхностью.

Стены зданий холодильников выполняют преимущественно многослойными, самонесущего типа без теплозащитных экранов или с ними. Несущие и защитные слои проектируют из различного вида каменных кладок, сборного железобетона и стали.

Внутренние стены и перегородки в охлаждаемых помещениях холодильников проектируют многослойными из тех же материалов, что и наружные стены.

Наибольшее распространение на холодильниках получили полы с покрытием из асфальтобетона толщиной 40...50 мм.

В местах наиболее интенсивного движения: на платформах, в проездах камер, транспортных коридорах, в вестибюлях, в зонах размещения дверей и лифтов применяют более прочные покрытия, например: монолитные из бетона класса В40 не ниже В30 толщиной не менее 50 мм на гранитном щебне; металлоцементные не ниже В40 толщиной не менее 30 мм; из чугунных плит с рифленой поверхностью, укладываемых на прослойки цементно-песчаного раствора марки не ниже 300. С позиций теплозащиты устраивают армированные стяжки из бетона класса В22. Толщину и армирование стяжек определяют расчетом. Независимо от расчета толщина стяжек должна быть не менее 50 мм и армироваться сеткой с шагом 100×100 мм из проволоки 4...5 мм.

Особо повышенные требования предъявляются к теплоизоляции ограждающих конструкций. Теплотехнические расчеты этих конструкций следует производить согласно СНиП 23-02–2003 «Тепловая защита зданий» и СНиП 2.11.02–87 «Холодильники».

Таблица 5.1

Теплотехнические показатели некоторых строительных материалов и конструкций

Материал	Характеристики материала в сухом состоянии	
	средняя плотность, кг/м ³	коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С)
Керамзитобетон на керамзитовом песке и керамзитопенобетон	800	0,21
Керамзитобетон на керамзитовом песке с поризацией	800	0,23
Газо- и пенобетон, газо- и пеносиликат	400	0,11
Цементно-песчаный раствор	1800	0,58
Листы гипсовые обшивочные (сухая штукатурка)	800	0,15
Кирпичная кладка из керамического рядового кирпича на цементно-песчаном растворе	1800	0,56
Кирпичная кладка из силикатного рядового кирпича на цементно-песчаном растворе	1800	0,70

Материал	Характеристики материала в сухом состоянии	
	средняя плотность, кг/м ³	коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С)
Кирпичная кладка из керамического пустотного кирпича плотностью 1000 кг/м ³ на цементно-песчаном растворе	1200	0,35
Кирпичная кладка из силикатного четырнадцатипустотного кирпича на цементно-песчаном растворе	1400	0,52
Плиты древесноволокнистые и древесно-стружечные	400	0,08
Плиты минераловатные прошивные на синтетическом связующем	50	0,048
Пенополистирол	100 и менее	0,041
Керамзитовый гравий	200	0,099
Пеностекло или газостекло	200	0,07

Для теплотехнических расчетов ограждений необходимо знать температурно-влажностные условия, в которых будет находиться конструкция. Наружные расчетные условия определяются климатическими данными района проектирования предприятия, а внутренние – производственно-технологическими требованиями и регламентируются соответствующими техническими условиями и нормами.

Толщину слоя теплоизоляции ограждающих конструкций определяют по расчету с учетом требований и условий энергосбережения.

Глава 6. ВЫБОР КОНСТРУКТИВНОГО РЕШЕНИЯ ЗДАНИЯ

6.1. Конструктивные элементы зданий

Здания состоят из отдельных элементов, которые подразделяются на несущие и ограждающие.

Несущие элементы (фундаменты, стены, каркасы, перекрытия и покрытия) воспринимают вертикальные и горизонтальные нагрузки, возникающие от массы оборудования, людей, снега, собственной массы конструкций, действия ветра и т. д.

Ограждающие элементы (наружные и внутренние стены, полы, перегородки, заполнения оконных и дверных проемов) защищают внутренние помещения от атмосферных воздействий. Они позволяют поддерживать требуемые температурно-влажностные и акустические условия, а также обеспечивают выполнение эстетических требований.

К основным конструктивным элементам здания относятся: фундаменты, стены, перегородки, перекрытия, колонны, покрытия (крыши), лестницы, окна, двери и др.

Фундамент – конструкции, расположенные ниже уровня земли, воспринимающие на себя нагрузки от здания и передающие эти нагрузки на грунт.

Колонны поддерживают перекрытия и другие элементы здания и передают нагрузки от них на фундаменты.

Ригель – несущий элемент в многоэтажных конструкциях зданий и сооружений. Выполняется из железобетона, стали, укладывается по пролету, служит опорой прогонов, плит перекрытия (покрытия).

Балка – конструктивный несущий элемент в виде бруса, работающий на изгиб, который изготавливают из железобетона и укладывают по пролету.

Ферма – несущий элемент здания, который изготавливают из железобетона, стали и укладывают по пролету.

Каркас состоит из вертикальных (стойки и колонны) и горизонтальных (ригелей) стержневых элементов, концентрированно воспринимающих внешние нагрузки и воздействия и сосредоточенно передающих их основанию через фундаменты колонн.

Перекрытия – горизонтальные несущие и ограждающие конструкции, разделяющие здание по высоте на этажи.

Покрытие (крыша) – верхнее ограждение здания, защищающее его от атмосферных осадков, ветра, потерь теплоты и перегрева солнечными лучами, состоящее из несущей части и наружной оболочки – кровли.

Скаты – наклонные плоскости крыш, причем треугольные скаты именуется *вальмами*. Пересечения скатов, образующие выступающие углы, называют *ребрами*, а образующие западающие – *ендовами* или *разжелобками*. Верхнее горизонтальное ребро называется *коньком*, нижняя часть ската – *спуском*, нижняя кромка ската – *обрезом*.

Парапет – невысокая каменная стенка вдоль края какой-либо части архитектурного сооружения (например, крыши).

Стены – вертикальными ограждения, отделяющие помещения от внешней среды и друг от друга.

Перегородки – внутренние (ненесущие) стены, имеющие только ограждающие функции.

Контрфорс – подпорка, столпообразный выступ стены, увеличивающий ее устойчивость.

Пилястра – плоский вертикальный выступ прямоугольного сечения на поверхности стены.

Лестницы служат для сообщения между этажами, а также для эвакуации людей из здания. Они бывают внутренними и наружными. *Внутренние* лестницы размещают в специально огражденных стенами помещениях, называемых *лестничными клетками*. Конструкции лестниц состоят из маршей (наклонных элементов со ступенями) и площадок.

Окна служат для естественного освещения и проветривания помещений. Они состоят из проемов в стене, рам или коробок и оконных переплетов.

Двери служат для сообщения между помещениями. Они состоят из дверных проемов, устраиваемых в стенах или перегородках, дверных коробок и дверных полотен. В промышленных зданиях для доставки в помещения оборудования и материалов устраивают *ворота*, а также предусматривают *монтажные проемы*.

Фахверк – колонны вспомогательного каркаса, который воспринимает массу стен и ветровую нагрузку и передает их на элементы основного каркаса.

Фонари – остекленные надстройки покрытия.

Цоколь – нижняя надземная часть стены с особым характером обработки.

Антресоль – площадка внутри здания, на которой размещены помещения различного назначения (производственные, административно-бытовые) или инженерное оборудование.

Площадка – одноярусное сооружение (без стен), размещенное в здании или вне его, опирающееся на самостоятельные опоры, конструкции здания или оборудования и предназначенное для установки, обслуживания или ремонта оборудования.

Этажерка – многоярусное каркасное сооружение (без стен), свободно стоящее в здании или вне его и предназначенное для размещения и обслуживания технологического или прочего оборудования.

Вставка (встройка) в одноэтажном производственном здании – двух- или многоэтажная часть здания, размещенная в пределах одноэтажного здания по всей его высоте и ширине (вставка) или части высоты и ширины (встройка), выделенная ограждающими конструкциями.

Для создания в помещениях надлежащих эксплуатационных и санитарно-технических условий здания оборудуются санитарно-техническими и инженерными устройствами. К ним относятся отопление, холодное и горячее водоснабжение, вентиляция, канализация, мусороудаление, газо- и электроснабжение, лифты и др.

6.2. Объемно-планировочные, конструктивные решения одноэтажных промышленных зданий

6.2.1. Общая характеристика одноэтажных промышленных зданий

Одноэтажные здания – распространенный тип производственных объектов.

К их достоинствам следует отнести: относительную простоту конструкции и возведения; возможность размещать оборудование с большими габаритными размерами и массой; передавать непосредственно на грунт неограниченные технологические нагрузки, включая и динамические; относительную простоту организации естественного освещения и аэрации.

Недостатками являются: большая площадь застройки и наружных ограждающих конструкций; ограниченные возможности получения выразительных архитектурно-художественных решений, особенно при размещении здания вблизи или в комплексе с жилой застройкой.

Одноэтажные промышленные здания могут иметь в плане простые и сложные формы. В основном преобладает прямоугольная форма, а сложные характерны для производств со значительными тепло- и газовыделениями, когда требуется организация притока и удаления воздуха.

Одноэтажные промышленные здания *по объемно-планировочному решению* могут быть (см. рис. 3.2):

- пролетного типа – технологические процессы ведутся вдоль пролета;
- зального типа – технологический процесс связан с выпуском крупногабаритной продукции и установкой большеразмерного оборудования. Пролеты зданий могут быть 100 м и более;
- ячеекового типа – характерна квадратная сетка колонн;
- комбинированного типа.

6.2.2. Конструктивные элементы одноэтажных промышленных зданий с железобетонным каркасом

Каркас одноэтажного промышленного здания состоит из фундаментов, фундаментных балок, колонн, несущих элементов покрытия, подкрановых балок и связей (рис. 6.1).

Типовым решением при конструировании сборного железобетонного каркаса одноэтажного промышленного здания является применение поперечных рам из сборных железобетонных колонн и несущих элементов покрытия (балок и ферм) и продольных элементов в виде фундаментных балок, плит покрытия и связей (рис. 6.2).

6.2.2.1. Железобетонные фундаменты

Фундаменты *стаканного типа* предусматривают под колонны каркаса, которые по способу устройства могут быть сборными, монолитными или сборно-монолитными (рис. 6.3).

Монолитные железобетонные фундаменты, имеющие ступенчатую конструкцию с подколонником и стаканом для заделки колонн, предназначены для прямоугольных и двухветвевых колонн. Их изготавливают из бетона класса В12,5, 15 с использованием арматуры в виде сеток из стали классов АI (А240) и АII (А300).

Сборные фундаменты могут состоять из одного блока (подколонника со стаканом) или быть составными из подколонника и опорной фундаментной плиты.

Ленточные фундаменты под ряды колонн или сплошные под здание устраивают редко – на слабых или просадочных грунтах и при больших ударных воздействиях на грунт технологического оборудования.

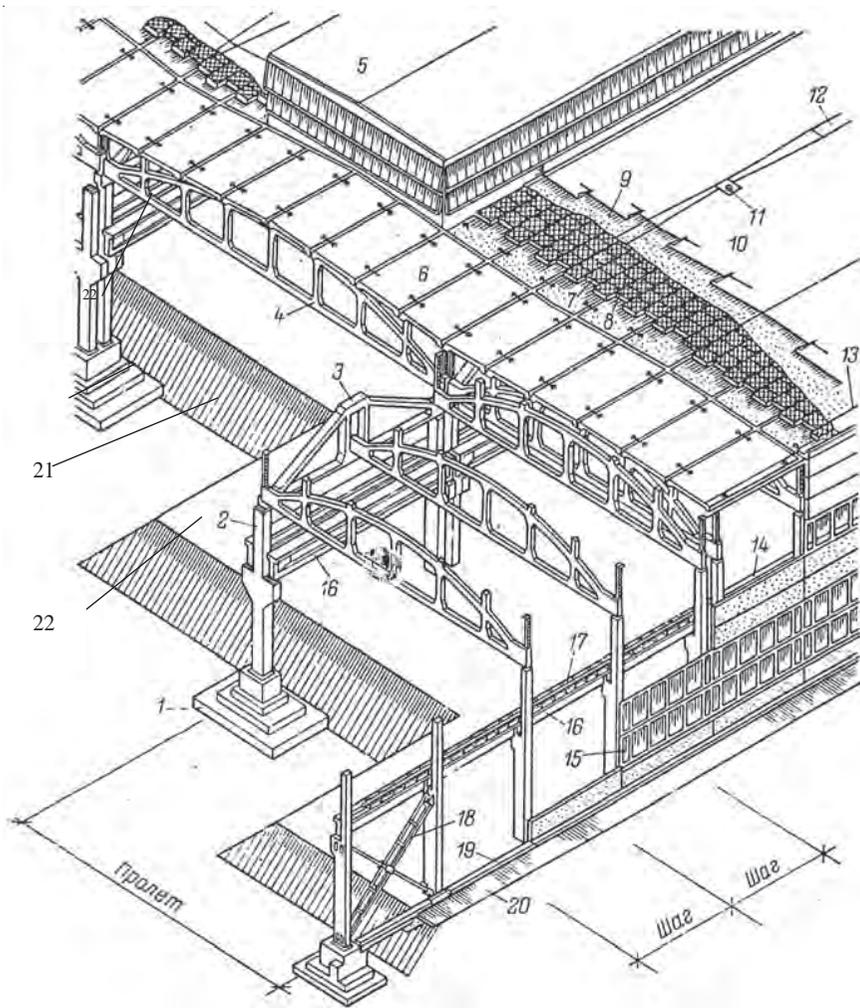


Рис. 6.1. Конструктивные элементы одноэтажного здания с железобетонным каркасом:

1 – фундамент; 2 – колонна; 3 – подстропильная ферма; 4 – стропильная ферма; 5 – светоаэрационный фонарь; 6 – плита покрытия; 7 – пароизоляция; 8 – утеплитель; 9 – выравнивающий слой; 10 – кровельный ковер; 11 – воронка внутреннего водостока; 12 – ендова средняя; 13 – то же, пристенная; 14 – стеновая панель; 15 – оконная панель; 16 – подкрановая балка; 17 – крановый рельс; 18 – вертикальные связи между колоннами; 19 – фундаментная балка; 20 – от-мостка; 21 – основание (грунт); 22 – пол

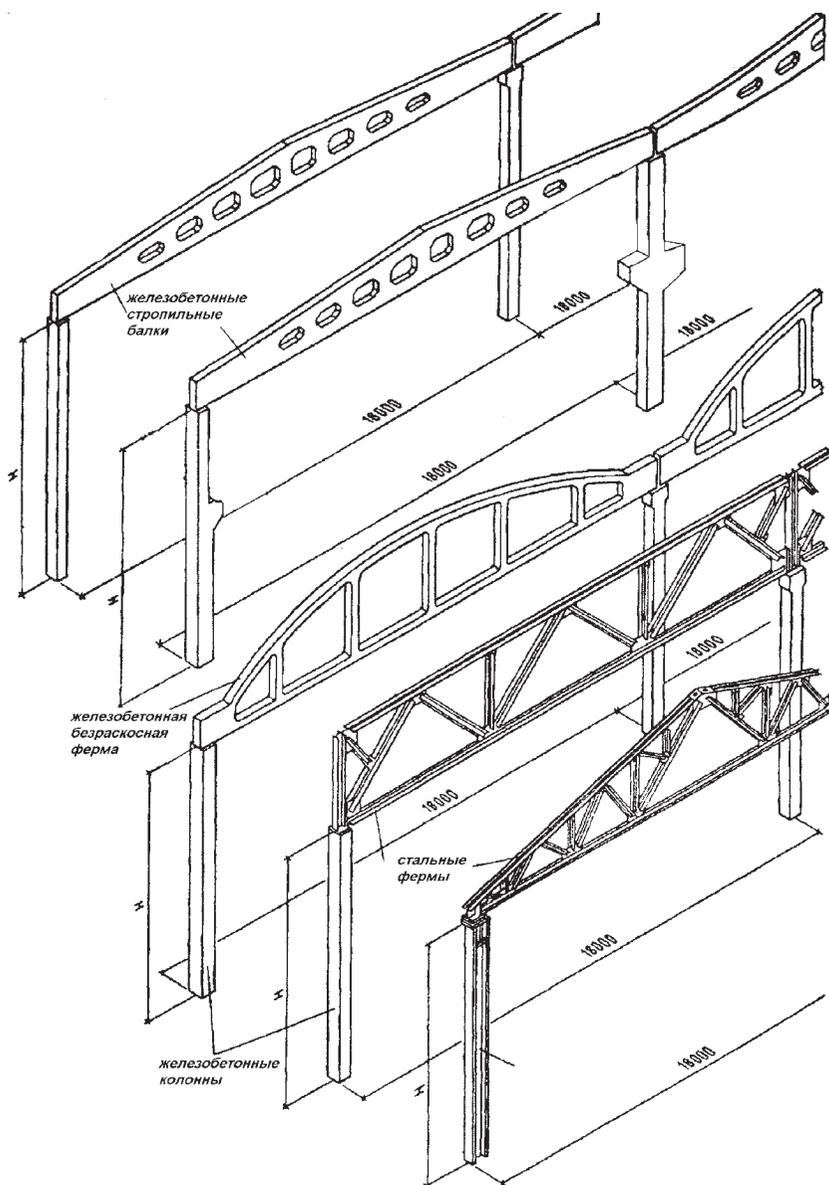


Рис. 6.2. Унифицированные типовые конструкции одноэтажных производственных зданий

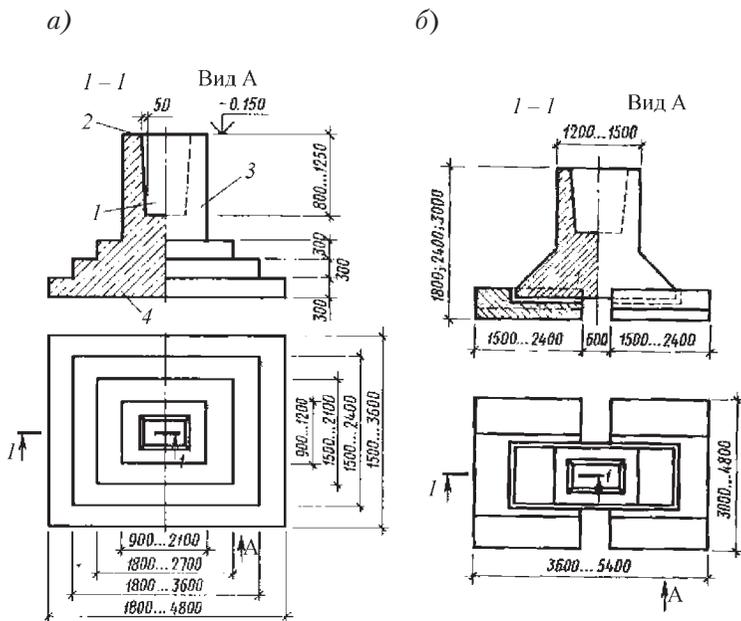


Рис. 6.3. Железобетонный фундамент стаканного типа:
 а – монолитный; б – сборный составной; 1 – стакан; 2 – обрез фундамента; 3 – подколонник стаканного типа; 4 – плитная часть одно-, двух- или трехступенчатая

В случаях залегания у поверхности земли слабых грунтов и близкого расположения уровня грунтовых вод под колонны промышленных зданий целесообразно устраивать *свайные фундаменты* (рис. 6.4). Широко распространены железобетонные сваи, имеющие квадратное или круглое (полое) сечение. Головные части свай связывают монолитным или сборным железобетонным ростверком, который служит одновременно подколонником.

Под железобетонные фундаменты обычно делают подготовку толщиной 100 мм из щебня с проливкой цементным раствором или из бетона класса В7,5.

Размеры конкретного фундамента выбираются в зависимости от нагрузки, передаваемой колонной, характеристик грунта и решений конструктивной части здания ниже отметки 0,000.

Для передачи нагрузки от стен каркасных зданий применяют фундаментные балки (табл. 6.1).

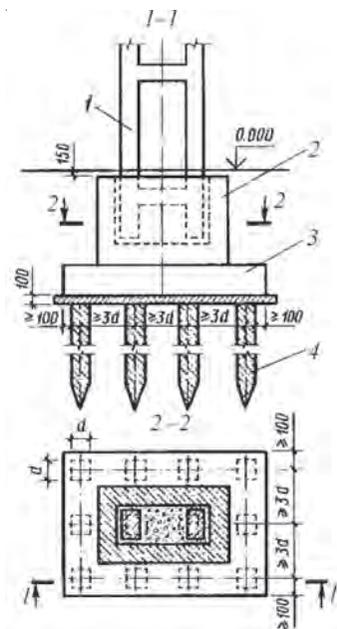


Рис. 6.4. Конструкция фундамента с применением буронабивных свай: 1 – колонна; 2 – подколонник стаканного типа; 3 – бетонная подушка; 4 – буронабивная свая

Фундаментные балки под наружные стены рассчитаны на нагрузку от сплошных стен и стен с оконными или дверными проемами, расположенными над серединой фундаментной балки. Балки рассчитаны на нагрузку от веса кирпичных стен высотой до 15 м. Длина балок 4,3; 4,45; 4,75; 5,05 и 5,95 м.

Для опирания фундаментных балок на фундаменты колонн рекомендуется устройство приливов (бетонных столбиков) (рис. 6.5).

6.2.2.2. Железобетонные колонны

Железобетонные колонны для одноэтажных промышленных зданий могут быть консольные и бесконсольные. По положению в здании они подразделяются на крайние и средние. К крайним колоннам с наружной стороны примыкают стеновые ограждения.

Крайние колонны подразделяются на *основные*, воспринимающие нагрузки от стен и конструкций покрытия, и *фахверковые*, служащие только для крепления стен. Железобетонные или стальные фахверковые колонны устанавливаются в торцах здания и между основными колоннами у продольных стен при шаге основных колонн 12- и 6-метровых стеновых панелях.

Таблица 6.1

Сечение фундаментных балок

Тип стены (цоколя)	Толщина, мм	Сечение
Кирпичная	250	
Панельная самонесущая	200 240	
Кирпичная	380	
Блочная	400	
Панельная самонесущая	300	
Кирпичная	510	
Блочная	500	
Панельные навесные (без кирпичного цоколя)	160 200	
	240 300	

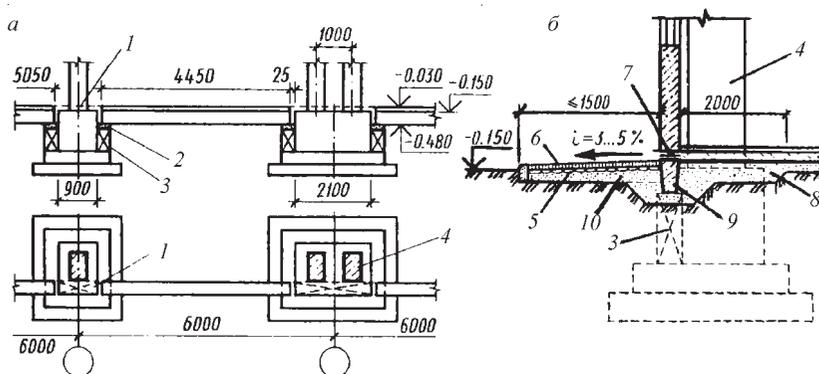


Рис. 6.5. Опираие фундаментных балок на столбики или бетонные приливы:

а – по среднему ряду колонн; *б* – по крайнему ряду колонн;
 1 – набетонка высотой 120 мм; 2 – подливка из раствора толщиной 20 мм; 3 – железобетонный столбик; 4 – колонна; 5 – щебеночная подготовка; 6 – асфальтовое покрытие толщиной 20...40 мм; 7 – гидроизоляция; 8 – шлак или крупнозернистый песок; 9 – фундаментная балка; 10 – песок

В номенклатуре предусмотрены колонны (рис. 6.6):

- прямоугольного сечения для зданий без опорных мостовых кранов (400×400, 400×600, 400×800, 500×500, 500×600, 500×800 мм);
- прямоугольного сплошного сечения для зданий с опорными мостовыми кранами (400×600, 400×800 мм);
- двухветвевые (400×1000, 500×1000, 500×1300, 500×1400, 500×1550, 600×1400, 600×1900, 600×2400 мм).

В колоннах имеются стальные закладные элементы для крепления стропильных конструкций, стеновых панелей и вертикальных связей.

Для зданий без опорных мостовых кранов разработаны колонны прямоугольного сечения, на которые могут опираться как железобетонные, так и стальные стропильные конструкции покрытий (балки и фермы) следующих серий:

- без опорных мостовых кранов высотой 3...9,6 м (серия¹ 1.423-3);
- без опорных мостовых кранов высотой 10,8...14,4 м (серия 1.423-5);
- без опорных мостовых кранов высотой 4,8...14,4 м с предварительным напряжением арматуры в колоннах (серия 1.423.1-7).

¹Серия – группа однородных предметов.

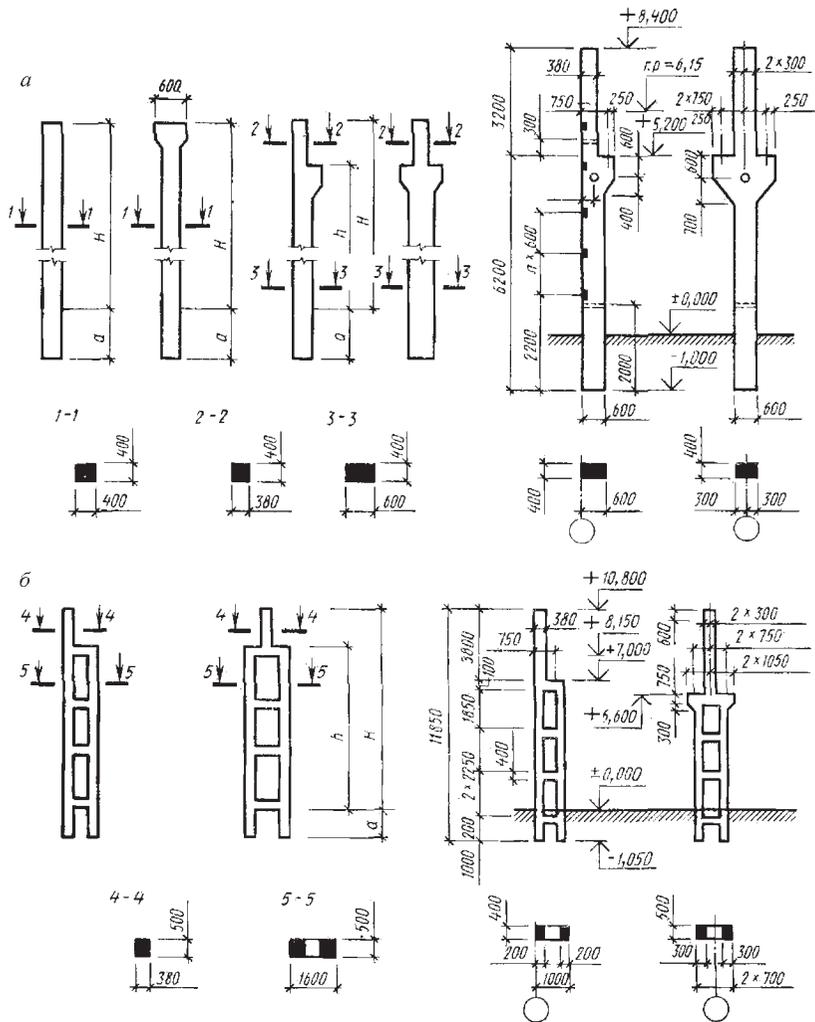


Рис. 6.6. Железобетонные колонны одноэтажных производственных зданий: а – прямоугольного сечения крайние и средние; б – то же, сквозные двухветвевые

Колонны предназначены для применения в зданиях:

- расположенных в I–IV географических районах по скоростному напору ветра и весу снегового покрова (табл. 6.11);
- с неагрессивной, слабо- и среднеагрессивной газовой средой;
- отапливаемых – без ограничения расчетной зимней температуры наружного воздуха;
- неотапливаемых – при расчетной зимней температуре не ниже 40 °С;
- в сейсмических районах (с учетом указаний по применению колонн в зданиях с расчетной сейсмичностью 7, 8 или 9 баллов).

Сплошные колонны для зданий с опорными мостовыми кранами имеют прямоугольное поперечное сечение как в верхней (надкрановой), так и в нижней (подкрановой) частях.

Двухветвевые колонны спроектированы в нижней части с двумя ветвями, соединенными распорами. Ветви, распорки и надкрановая часть колонн имеют сплошное прямоугольное сечение. Для крайних двухветвевых колонн зданий, оборудованных опорными мостовыми кранами, высота надкрановой части определяется шагом 6 или 12 м. Эти колонны также могут применяться в зданиях без опорных мостовых кранов или оборудованных подвесными кранами.

В бескрановых пролетах и в пролетах с подвесным подъемно-транспортным оборудованием грузоподъемностью до 5 т унифицированные сборные железобетонные колонны при шаге 6 и 12 м выполняют:

- при высоте помещений 3,6...9,6 м и пролетах 12, 18, 24 м – постоянного сечения;
- при высоте помещений 10,8...13,2 м и пролетах 18, 24, 30 м, а также при высоте помещений 14,4...18 м и пролетах 24, 30, 36 м – переменного по высоте сечения, в нижней части – сквозными.

Колонны рассчитаны на вертикальные нагрузки от массы покрытия, коммуникаций, навесных стен, собственного веса, от снега и др., а также на горизонтальные воздействия – ветровые, температурные и др.

Колонны изготавливают из тяжелого бетона классов В 15...В 40. Основная рабочая арматура (продольная) в колоннах без предварительного напряжения – стержневая из горячекатаной стали периодического профиля класса АIII (А400).

Для соединения с фундаментом колонна заводится в стакан на глубину до 0,85 м при прямоугольном сечении и до 1,2 м – при двухветвевом.

6.2.2.3. Несущие конструкции покрытия

Несущие конструкции покрытия (балки, фермы) принимают в зависимости от размера пролета, характера и значений действующих нагрузок, технологической схемы, производства и т. д.

Стропильные железобетонные балки (рис. 6.8) устанавливают в зданиях с пролетами 6...18 м, шагом колонн 6 и 12 м, наружным или внутренним водостоком.

Балки имеют тавровое или двутавровое сечение. Их устанавливают на несущие стены с устройством железобетонных опорных подушек или на железобетонные колонны, а балки пролетом 18 м можно устанавливать на подстропильные балки.

Для крепления к колоннам на концах балок с нижней стороны предусмотрены стальные опорные пластинки с вырезами, в которые пропускают выступающие анкерные болты колонн и крепят гайками с прокладкой широких шайб. По верхним поясам балок размещены закладные детали для крепления плит покрытия.

Стропильные железобетонные фермы (рис. 6.9) используют в зданиях с пролетами 18...36 м.

Для уменьшения уклона покрытия предусматривают устройство на верхнем поясе специальных стоек (столбиков), на которые опирают плиты покрытия. Решетка ферм проектируется таким образом, чтобы плиты покрытия шириной 1,5 и 3 м опирались на фермы в узлах стоек и раскосов.

Их устанавливают на железобетонные колонны или подстропильные фермы. Для крепления ферм к колоннам (подстропильным фермам), а также для приварки к фермам плит покрытия, рам фонарей и связей в них предусмотрены закладные стальные детали.

Межферменное пространство рекомендуется использовать для прокладки коммуникаций и устройства технических этажей.

Балки и фермы изготавливают из тяжелого бетона класса В 22,5...В 45. Нижние пояса ферм армируют стержнями из горячекатаной стали периодического профиля класса АIV (А600) или АIII (А400), из семипроволочных прядей класса П-7, из углеродистой холоднотянутой высокопрочной проволоки периодического профиля Вр-II и др.

Подстропильные конструкции (рис. 6.7–6.10) применяют в средних рядах многопролетных зданий для опирания стропильных балок или ферм в тех случаях, когда их шаг составляет 6 м, а шаг колонн средних рядов – 12 м. Их устанавливают вдоль здания по верху колонн и скрепляют с последними сваркой закладных деталей.

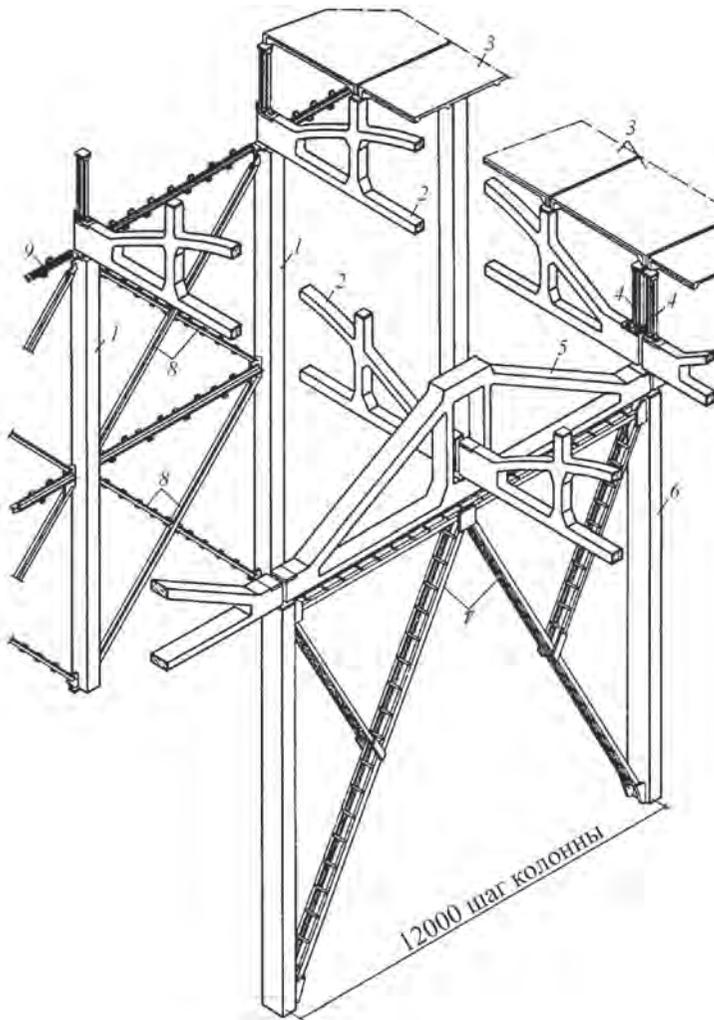


Рис. 6.7. Фрагмент каркаса одноэтажного здания ($H = 12; 13,2; 14,4$ м) с подстропильными фермами и связями:

1 – крайняя колонна (шаг 6 м); 2 – стропильная ферма (пролет 18, 24 м); 3 – плиты покрытия; 4 – стальная стойка для опирания плит покрытия; 5 – подстропильная ферма; 6 – средняя колонна (шаг 12 м); 7 – связи по средним рядам колонн (портальная решетка); 8 – связи по крайним рядам колонн (крестовые связи); 9 – распорки по крайним рядам колонн

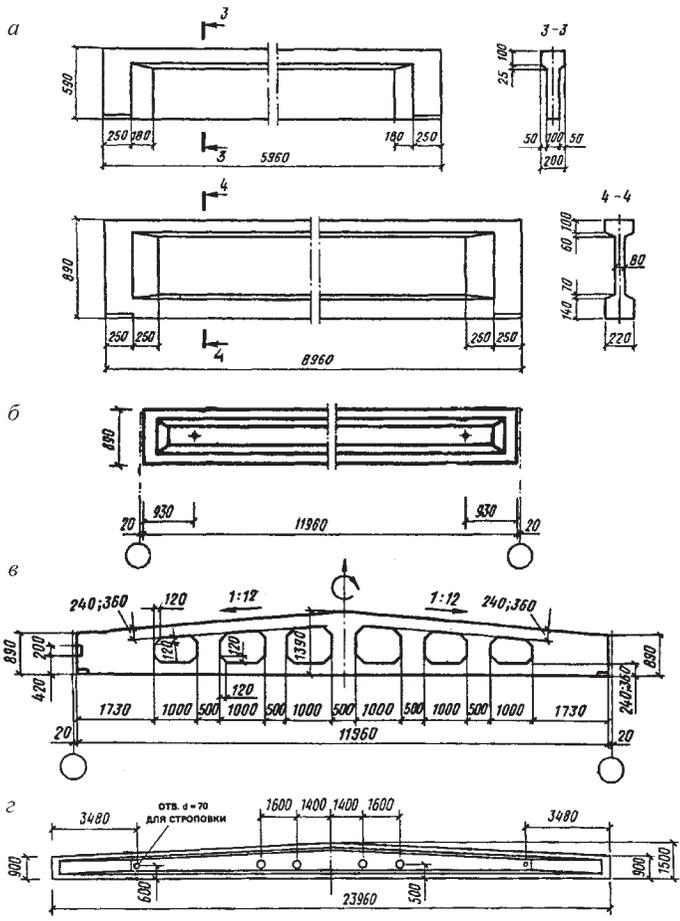


Рис. 6.8. Железобетонные балки: а – для покрытий с плоской кровлей пролетом 6 и 9 м; б – с параллельными поясами для покрытий с плоской и скатной кровлей пролетом 12 м; в – решетчатые пролетом 12 м; з – двутавровые пролетом 24 м

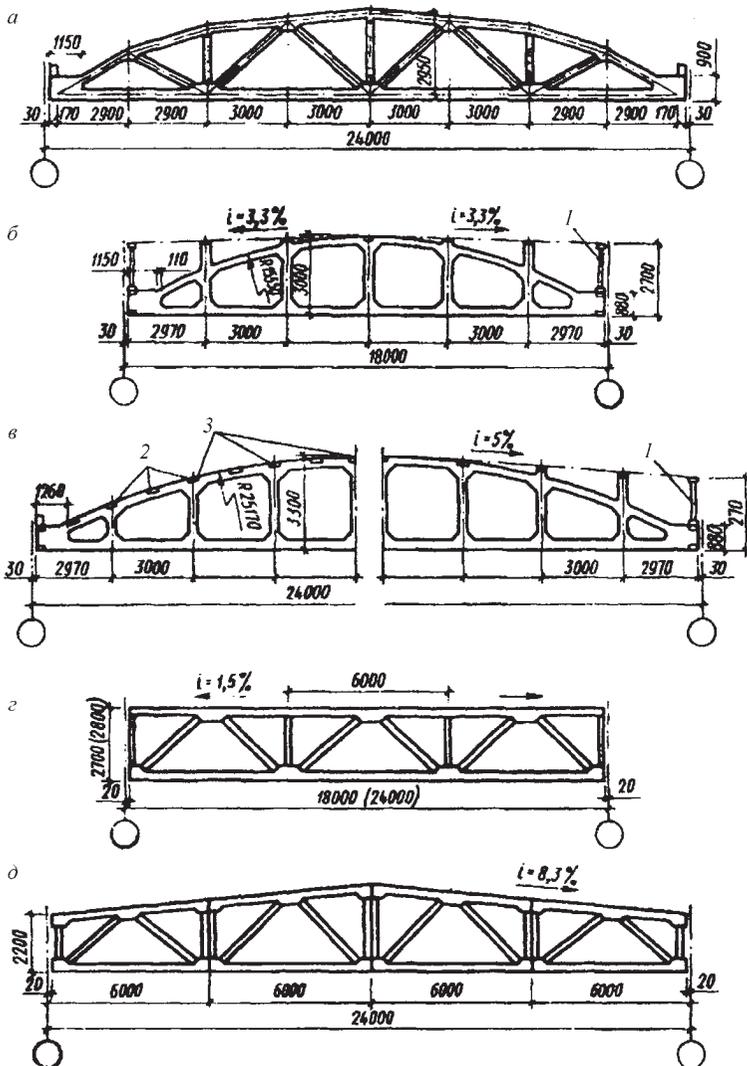


Рис. 6.9. Железобетонные фермы: а – сегментная раскосая; б – безраскосая для малоуклонных кровель пролетом 18 м; в – безраскосая ферма пролетом 24 м; г – с параллельными поясами; д – полигональные сборные; 1 – стальная стойка; 2 – закладные детали для плит шириной 1,5 м; 3 – то же, 3 м

6.2.2.4. Железобетонные ребристые плиты покрытий

Железобетонные ребристые плиты покрытий одноэтажных промышленных зданий относятся как к элементам каркаса, так и к элементам покрытий (рис. 6.11, 6.12).



Рис. 6.11. Железобетонные ребристые плиты для покрытия производственных зданий: а – размером 6×3 м; б – размером 6×1,5 м

Ширина плит 1,5 и 3 м. Плиты снабжены продольными ребрами высотой 0,3 м при длине 6 м и 0,45 м при длине 12 м. Поперечные ребра расположены через 1 м в зависимости от несущей способности плиты и ее ширины.

Плиты размером 3×6 м рассчитаны на равномерно распределенную нагрузку до 7750 Н/м²; размером 1,5×6 м – до 11500 Н/м²; размером 3×12 м – до 5600 Н/м²; размером 1,5×12 м – до 12400 Н/м². Плиты шириной 1,5 м применяются как доборные и на участках покрытий с увеличенной нагрузкой.

Для пропуска вентиляционных шахт в плитах устраивают отверстия диаметром 0,4...1,45 м. На участке их расположения полка плиты утолщается до 100 мм. По концам продольных ребер имеются закладные детали, служащие для приварки плит к закладным деталям сбор-

ных железобетонных конструкций покрытия. При установке на стропильные конструкции плиты приваривают не менее чем в трех точках; швы между ними заполняют бетоном на мелких фракциях.

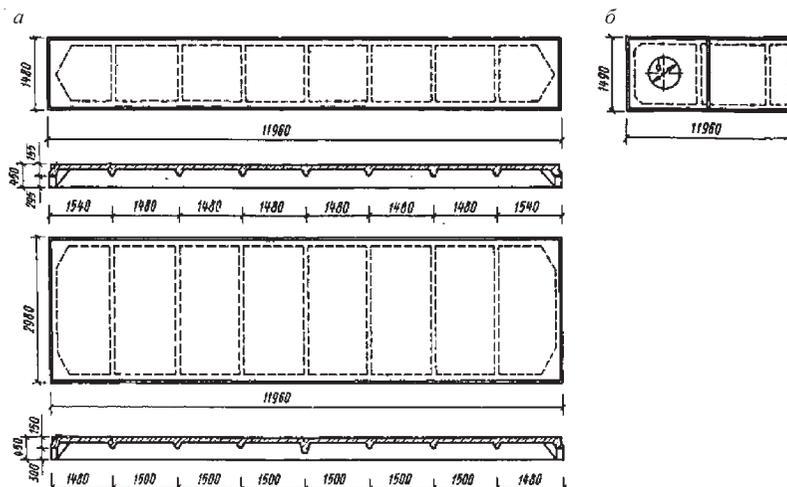


Рис. 6.12. Железобетонные ребристые плиты для покрытия производственных зданий: *a* – размером 12×1,5 м и 12×3 м; *б* – плиты с отверстиями диаметром 400, 700 и 1000 мм

Плиты армируют предварительно напряженной стержневой, проволочной или прядевой арматурой, а также каркасами и сетками, устанавливаемыми в ребрах и полке. Для изготовления плит используют бетон класса В20...В40.

6.2.2.5. Связи

Жесткость сборного железобетонного каркаса в поперечном направлении обеспечивается жесткостью поперечных рам, образуемых колоннами и несущими элементами покрытий. Для обеспечения пространственной жесткости каркаса между этими рамами необходима система вертикальных и горизонтальных связей.

Горизонтальными принято называть связи, располагаемые в плоскостях верхнего или нижнего поясов ферм.

Роль горизонтальных связей по верхним поясам железобетонных ферм или балок выполняют плиты покрытия.

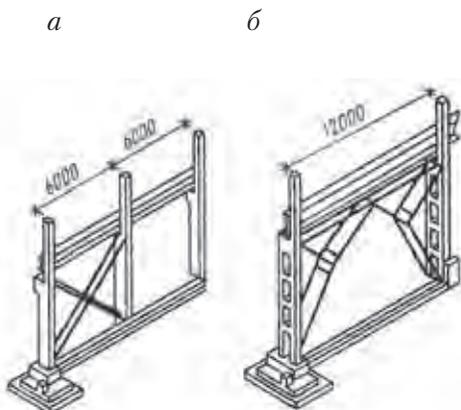


Рис. 6.13. Виды вертикальных связей:
а – крестовые; *б* – порталные

Вертикальными называются связи, устанавливаемые в вертикальных плоскостях между колоннами (рис. 6.13).

Вертикальные связи (крестовые или порталные) устанавливают в зданиях высотой более 9,6 м и располагают в середине каждого температурного блока (участок по длине здания между температурными швами или между температурным швом и ближайшей к нему на-

ружной стеной здания). Их выполняют из стальных прокатных профилей и приваривают к закладным деталям колонн. При шаге колонн 6 м применяют крестовые связи, а при шаге 12 м – порталные (рис. 6.14).

6.2.2.6. Деформационные швы

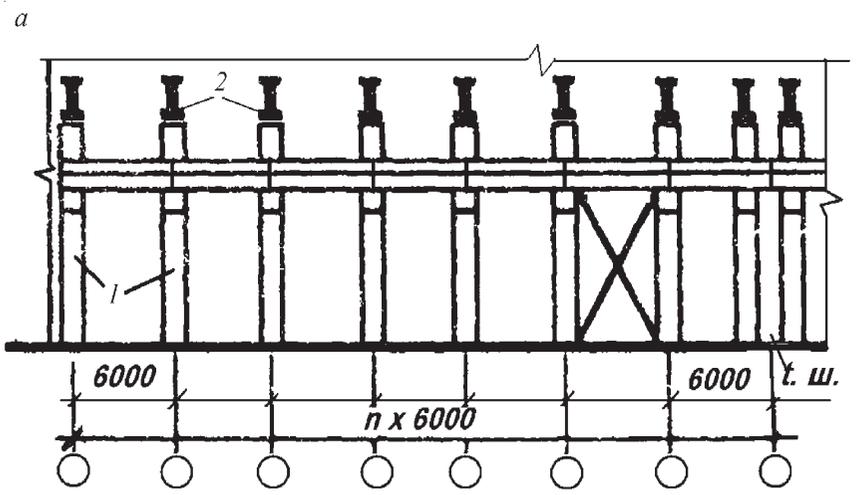
В промышленных зданиях, имеющих большие размеры в плане или состоящие из нескольких объемов с различными высотами и нагрузками на основание, предусматривают деформационные швы, которые в зависимости от назначения подразделяют на температурные, осадочные и антисейсмические.

Температурные швы (продольные и поперечные) устраивают во избежание образования трещин и перекосов в стенах зданий, вызываемых концентрацией температурных усилий.

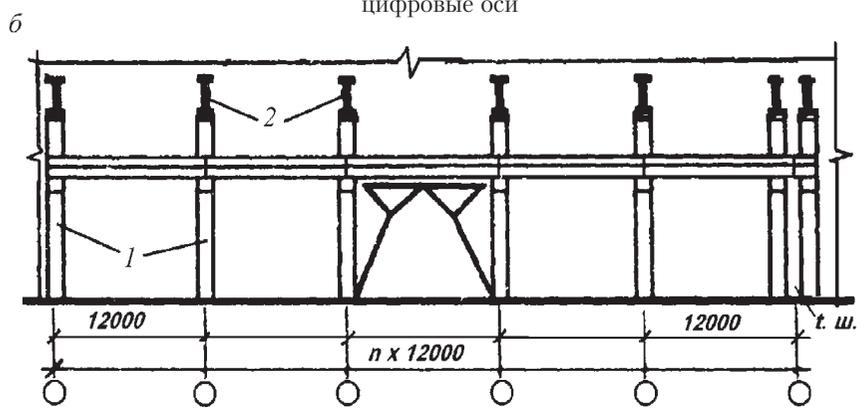
Они расчленяют по вертикали все надземные конструкции здания на отдельные части и обеспечивают независимость их горизонтальных перемещений.

В одноэтажных отапливаемых промышленных зданиях со сборным железобетонным каркасом температурные швы устраивают при длине здания более 72 м, а в неотапливаемых зданиях и в открытых сооружениях при длине более 40 м.

Поперечные температурные швы выполняют установкой парных колонн без вставки.



цифровые оси



цифровые оси

Рис. 6.14. Расположение вертикальных связей между колоннами: *a* – крестовых; *б* – порталных; 1 – колонна; 2 – несущая конструкция покрытия

Продольные температурные швы устраивают установкой двух рядов колонн со вставкой между ними 500 или 1000 мм (рис. 6.15).

Температурные швы в покрытиях выполняют без разрыва кровельного ковра (рис. 6.15, *в*). Их перекрывают полуцилиндрическими стальными компенсаторами; к плитам покрытия крепят дюбелями.

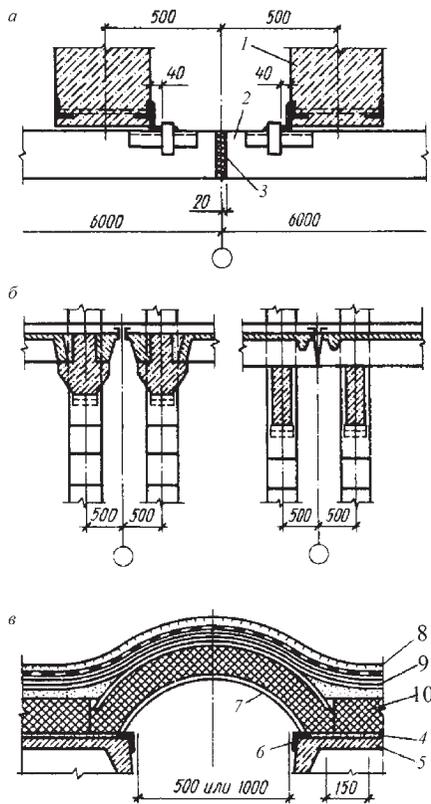


Рис. 6.15. Конструкции температурных швов:
 а – в панельной стене одноэтажного здания;
 б – то же, в перекрытии многоэтажного; в – то же, в покрытии; 1 – колонна; 2 – панель стены; 3 – эластичный наполнитель; 4 – пароизоляция; 5 – плита покрытия; 6 – уголок 50×50 мм по всей длине шва; 7 – вставка из листовой стали толщиной 3...5 мм; 8 – водоизоляционный ковер; 9 – основание под кровлю; 10 – теплоизоляционный слой

Примыкание взаимно перпендикулярных или параллельных пролетов, а также перепад их высот выполняют на двух колоннах со вставкой (рис. 2.9–2.12).

Осадочные швы предусматривают в тех случаях, когда ожидается неодинаковая и неравномерная осадка смежных частей здания, которая

может происходить при значительной разнице высот смежных частей (более 10 м или более 3 этажей), при различных по величине и характеру нагрузках на основание, при разнородных грунтах основания под фундаментами и при наличии пристроек к зданию.

Их устраивают на границах смежных частей здания, и в отличие от температурных, они расчленяют по вертикали все конструкции здания, допуская самостоятельную осадку отдельных объемов. Швы обеспечивают и горизонтальные перемещения расчлененных частей, поэтому их можно совмещать с температурными.

Антисейсмические швы предусматривают в зданиях, располагаемых в районах с землетрясениями. Такие швы разрезают здание на отдельные отсеки, представляющие собой самостоятельные устойчивые объемы, и обеспечивают их независимую осадку.

6.2.3. Стальной каркас

Стальные каркасы применяются при строительстве крупных цехов с большими пролетами и имеют конструктивную схему, аналогичную железобетонным.

Применение стальных конструкций позволяет сократить сроки возведения зданий, а это предопределяет не только удешевление строительства, но и быстрее вступление в эксплуатацию производственных мощностей.

В состав стального каркаса входят колонны, подкрановые балки, стропильные и подстропильные конструкции, обвязочные балки, вертикальные и горизонтальные связи (рис. 6.16).

Стальные каркасы устраивают плоскостными и пространственными.

Плоскостные каркасы представляют собой систему одно- или многопролетных рам, устойчивость которых обеспечивается обычно жестким соединением фундамента с колоннами. Иногда жесткие рамы каркаса шарнирно соединяют с фундаментом. Выбор конструктивного решения определяется характером силовых воздействий, которым они подвергаются, возможностью сокращения номенклатуры и типоразмеров элементов, входящих в их состав, а также снижения материальных и трудовых затрат на изготовление и монтаж. В продольном направлении устойчивость каркаса обеспечивается системой металлических связей по колоннам и фермам.

В целях экономного расходования металла при проектировании несущих конструкций следует использовать высокопрочные низколегированные и углеродистые термически упрочненные стали, а также

эффективные профили, в том числе тонкие электросварные трубы, гнутосварные профили, прокатные широкополочные двутавры. Стальные конструкции зданий необходимо защищать от воздействия агрессивной среды, а в необходимых случаях – и от блуждающих токов.

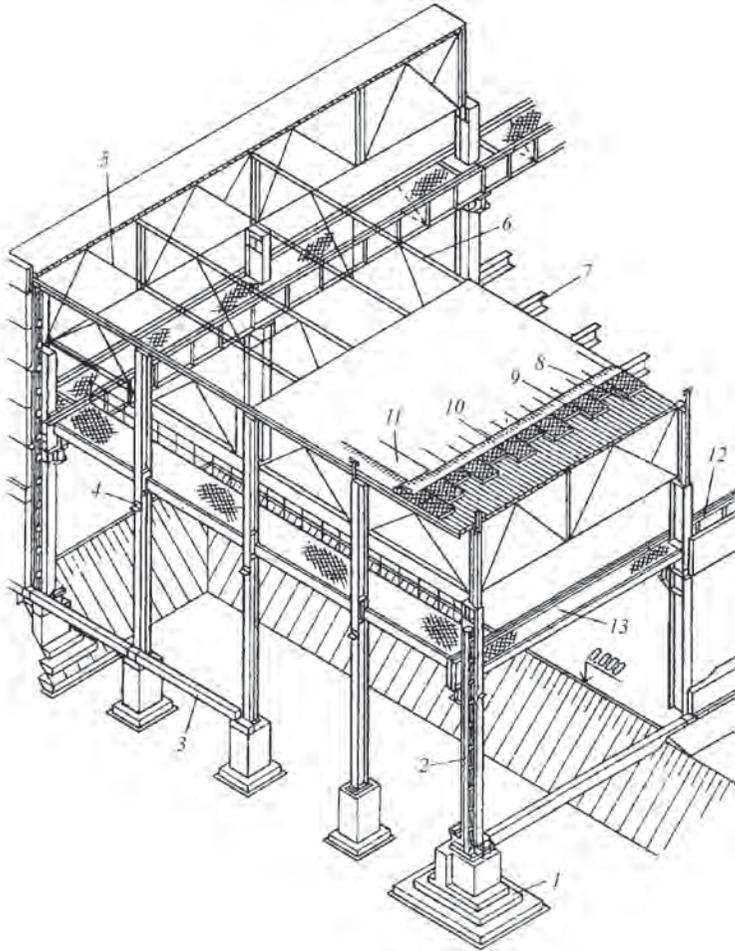


Рис. 6.16. Стальной каркас со стропильными и подстропильными фермами: 1 – фундамент; 2 – колонна; 3 – фундаментная балка; 4 – стойка фахверка; 5 – подстропильная ферма; 6 – стропильная ферма; 7 – прогоны; 8 – профилированный настил; 9 – утеплитель на пароизоляции; 10 – стяжка; 11 – ковровый ковер; 12 – подкрановая балка; 13 – ходовой мостик

Предпочтительно использование металлических несущих конструкций в зданиях с легкими ограждающими конструкциями (профилированный стальной лист, асбестоцементные изделия, эффективный утеплитель).

Для таких зданий разработаны и пространственные несущие конструкции. К ним относятся: фермы из прокатных уголков или широкополочных тавров и фермы из труб; рамные конструкции коробчатого сечения; структурные конструкции из прокатных уголков или из труб.

Стремление сократить трудозатраты, связанные с возведением покрытия одноэтажного здания, привело к созданию метода конвейерной его сборки на уровне земли и монтажа готовыми блоками размером 12×24 или 12×30 м.

Это вызвало необходимость внесения в каркас таких конструктивных изменений, которые позволили бы расчленять его на удобные для поточного монтажа блоки, не вызывая при этом существенного увеличения расхода металла (рис. 6.17). Такое решение может достигаться устройством каждого блока из двух подстропильных и двух стропильных ферм.

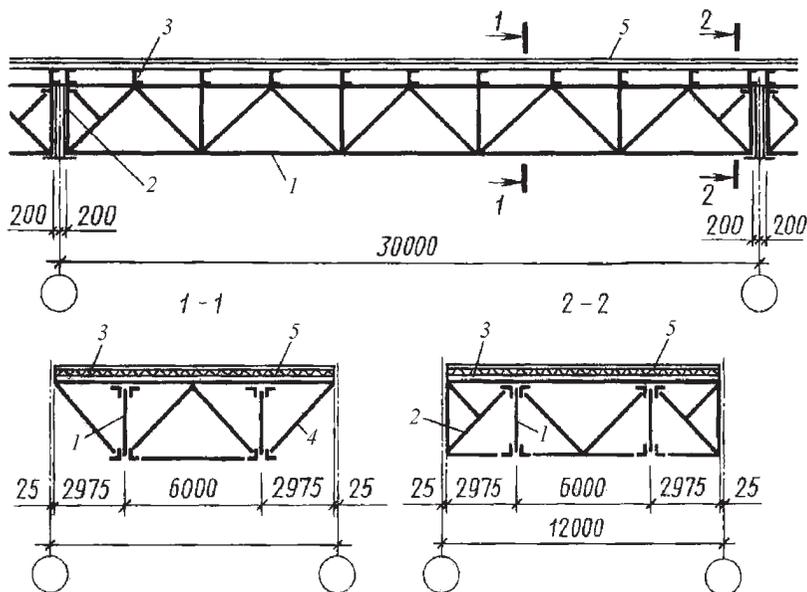


Рис. 6.17. Блок покрытия для поточного монтажа: 1 – стропильная ферма; 2 – подстропильная ферма; 3 – прогон; 4 – контрфорс; 5 – профилированный настил с утеплителем и кровельным ковром

Фундаменты под металлические колонны отличаются от фундаментов под железобетонные колонны тем, что жесткое их взаимное соединение достигается не заделкой нижней части колонны в стакан фундамента, а соединением их анкерными болтами. При этом под торец колонны укладывают стальной лист, обеспечивающий передачу нагрузки на большую площадь бетона фундамента (рис. 6.18).

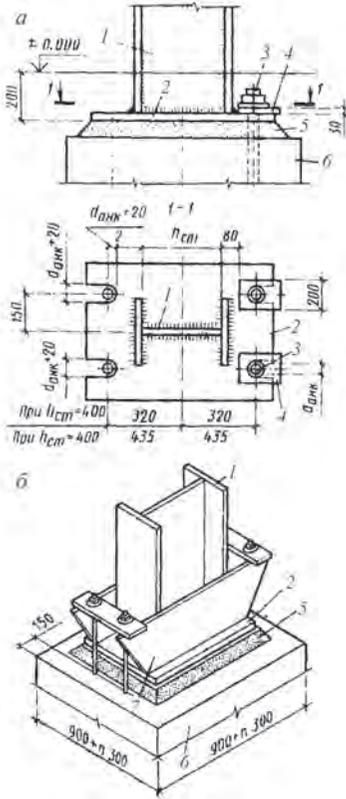


Рис. 6.18. Опираение стальной колонны на фундамент:
 а – со стальной плитой; б – с траверсой; 1 – стальная колонна; 2 – стальная опорная плита; 3 – анкерные болты; 4 – стальная плита; 5 – цементный раствор; 6 – бетонный фундамент; 7 – траверса

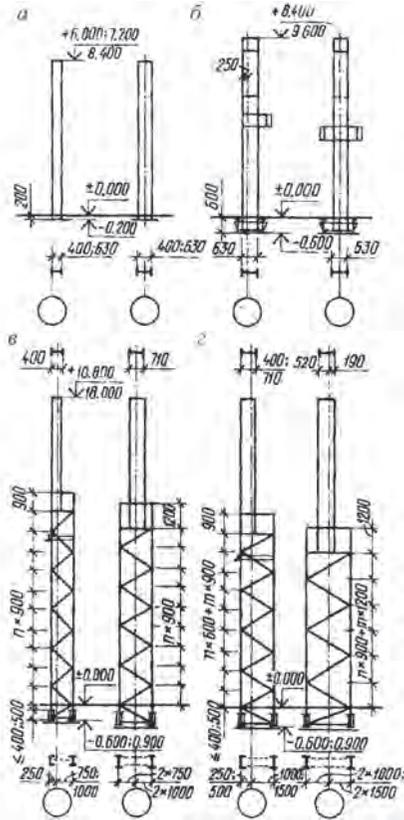


Рис. 6.19. Типы стальных колонн:
 а, б – одноветвевые;
 в, г – двухветвевые

Стальные колонны для зданий, возводимых в районах с расчетной температурой минус 40°С и ниже, применяют одноветвевые и двухветвевые (рис. 6.19). Одноветвевые колонны для одно- и многопролетных зданий изготовляют обычно из прокатных широкополочных двутавров или сварными. Для бескрановых зданий пролетом 18 и 24 м их высота составляет 6,0; 7,2 и 8,4 м. Устанавливают их с нулевой привязкой к крайним осям.

Двухветвевые колонны решетчатого типа разработаны для зданий, имеющих пролеты 18...30 м и высоту 10,8...18,0 м. Их устанавливают с шагом по крайним и средним рядам 12 м. Для их изготовления используют прокатные широкополочные двутавры и сварные элементы.

Продольную устойчивость каркаса обеспечивают вертикальными связями (крестовыми или порталными), которые устанавливают по подкрановой части в каждом ряду колонн, в середине температурного отсека, а в надкрановой – в торцах температурного отсека и над подкрановой связью.

Стропильные фермы бывают малоуклонные (уклон верхнего пояса 1,5 %) или с большим уклоном (уклон верхнего пояса 1:3,5).

Малоуклонные фермы (рис. 6.20) пролетом 18 м выполняют в виде одной отпавочной марки, а при пролетах 24, 30 и 36 м их из-за трудности транспортировки выполняют из двух частей, соединяемых на месте монтажа высокопрочными болтами или сваркой.

Фермы шарнирно опирают на колонны. При шаге колонн крайних рядов 6 м, а средних 12 м и более возникает необходимость установки подстропильных ферм, на которые стропильные конструкции имеют шарнирное опирание.

Решетка ферм определяется целесообразным распределением усилий между раскосами и стойками. При этом расстояние между узлами ферм принимают обычно по верхнему поясу, воспринимающему сосредоточенные нагрузки, – 3 м, а нижнему поясу – 6 м. В фермах пролетом 24, 30 и 36 м для удобства устройства монтажного стыка по середине пролета появляется дополнительный вертикальный элемент. Если по условиям большого снежного покрова возникает необходимость установки прогонов через 1,5 м, то во избежание возникновения в верхнем поясе фермы изгибающего момента под них в этом месте устраивают шпренгель (на рис. 6.20 они показаны пунктиром).

В опорных частях ферм для передачи вертикальных нагрузок от фермы на колонну устраивают стойки из прокатных или сварных двутавров. Поэтому длина ферм, поставляемых заводом-изготовителем, будет на 400 мм меньше за счет укорочения крайних панелей поясов

ферм. Фермы могут изготавливаться из прокатных уголков или широкополочных тавров и из круглых труб. У ферм из прокатных уголков (рис. 6.20) все основные стержни состоят из парных горячекатаных профилей, соединенных в узлах фасонками.

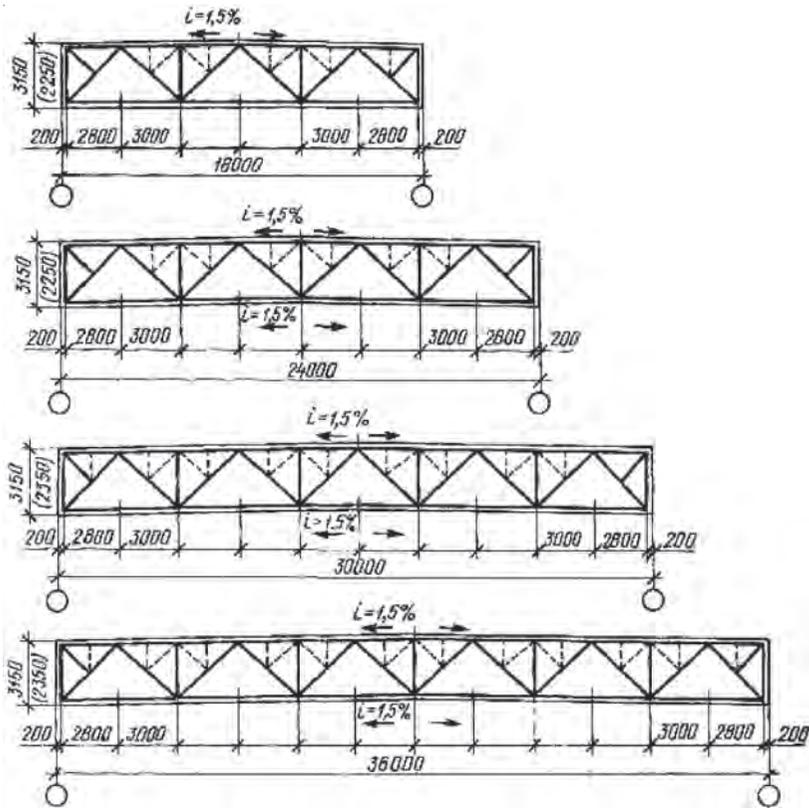


Рис. 6.20. Малоуклонные фермы из горячекатаных профилей
(в скобках указаны высоты ферм пониженной высоты)

Стропильные фермы с уклоном верхнего пояса 1:3,5 предназначены для однопролетных неотапливаемых складских помещений с наружным водостоком (рис. 6.21). Они рассчитаны для перекрытия пролетов 18; 24; 30 и 36 м и устройства по ним кровли из волнистых асбестоцементных листов по прогонам, уложенным с шагом 1,5 м. Элементы ферм приняты из прокатных профилей, прогоны — из гнутых профилей. Решетка ферм треугольная. Шпренгельные устройства верхнего пояса (конструктивный элемент полигональной формы, присоединяемый

к основным несущим элементам строительной конструкции) исключают возможность возникновения изгибающего момента в элементах верхнего пояса в месте опирания прогонов.

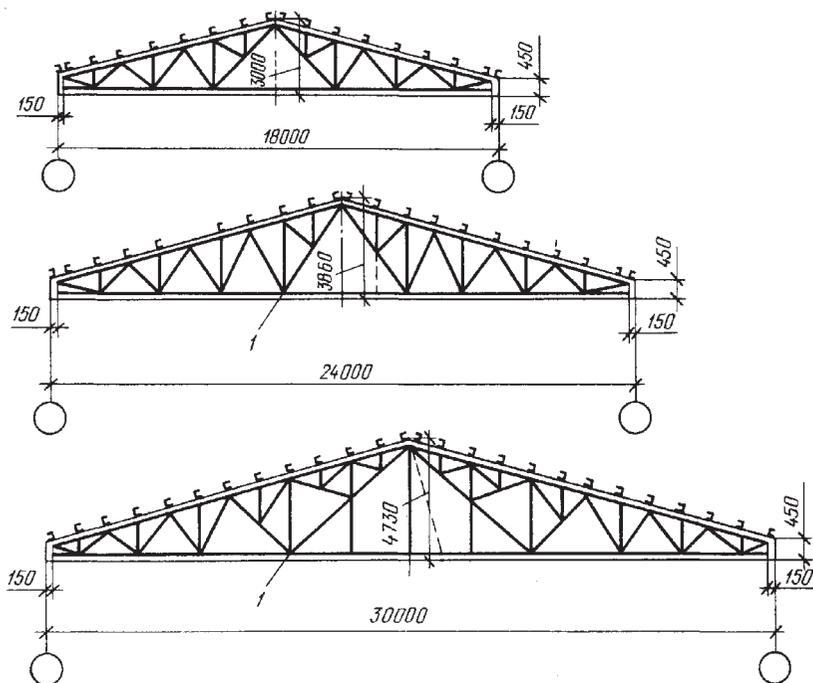


Рис. 6.21. Стальные фермы с уклоном 1:3,5 (схема):
1 – монтажные узлы, разделяющие отправочные марки (монтируются совместно на строительной площадке)

При шаге всех типов ферм 6 м прогоны выполняют из прокатных швеллеров сечением 200...240 мм в зависимости от расчетной нагрузки. При шаге ферм 12 м прогоны устраивают решетчатого типа (рис. 6.22). Они имеют треугольную форму, верхний пояс – из парных прокатных швеллеров, а решетки – из одиночных холодногнутых.

Подстропильные фермы применяют с параллельными поясами (рис. 6.23). Фермы из круглых труб применимы для тех же условий, что и фермы из прокатных уголков. Они разработаны для устройства по ним легкого покрытия из профилированного стального листа. В таком сочетании использование металла наиболее эффективно. Подстропиль-

ные конструкции для ферм из круглых труб при шаге колонн 12 м имеют треугольное очертание (рис. 6.23, б). Пояса их выполнены из круглых труб, а стойка – из усиленного местами прокатного двутавра.

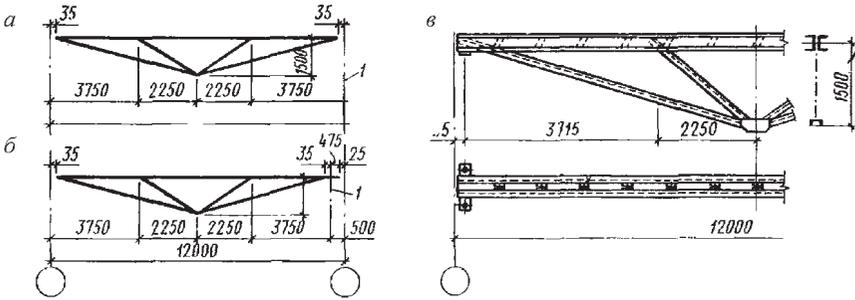


Рис. 6.22. Сквозной прогон пролетом 12 м:
а – рядового шага; *б* – торцевого шага; *в* – сортамент; 1 – ось фермы

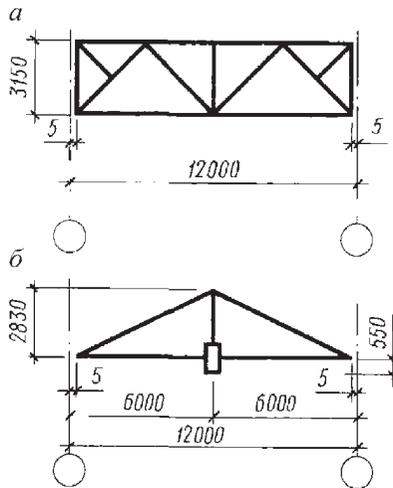


Рис. 6.23. Схемы подстропильных ферм:
а – из горячекатаных профилей;
б – из круглых труб

Система связей покрытия включает *горизонтальные связи* по верхнему поясу фермы в пределах подфонарного пространства по их нижнему поясу в виде продольных и поперечных связевых ферм у торцов отсека (рис. 6.24) и *вертикальные связи* между фермами. При длине отсека более 96 м устанавливают промежуточные связевые фермы так, чтобы расстояние между ними не превышало 42...60 м.

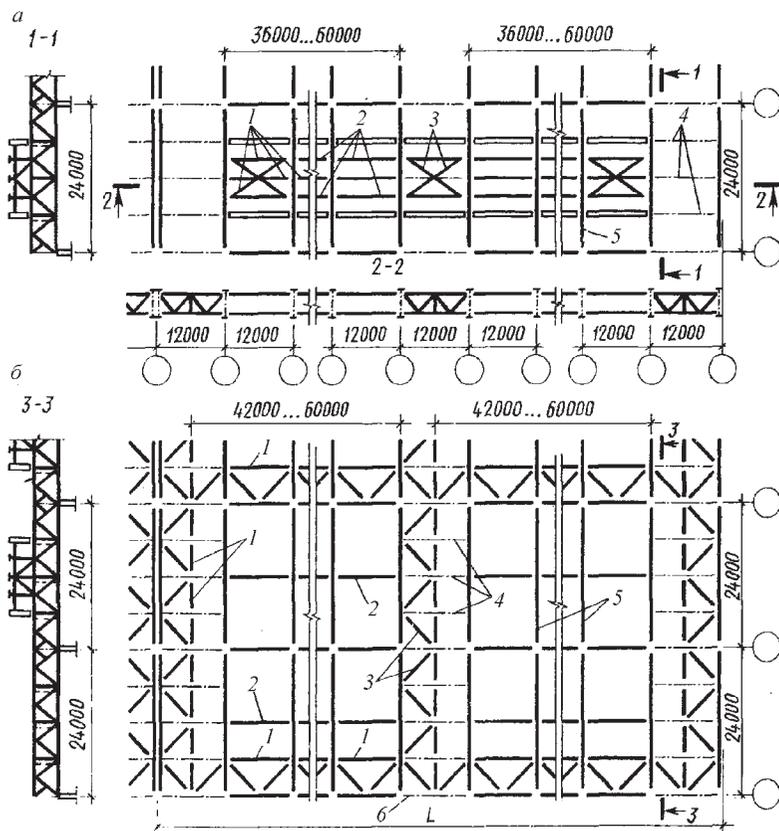


Рис. 6.24. Связи по стропильным фермам покрытия:

a – по верхним поясам; *б* – по нижним поясам; 1 – распорки; 2 – растяжки; 3 – раскосы; 4 – вертикальные связи; 5 – стропильная ферма; 6 – связевые фермы

Плоские рамные конструкции коробчатого сечения типа «Орск» – разновидность плоскостных металлических каркасов. Они представляют собой однопролетные рамы, имеющие шарнирное опирание на фун-

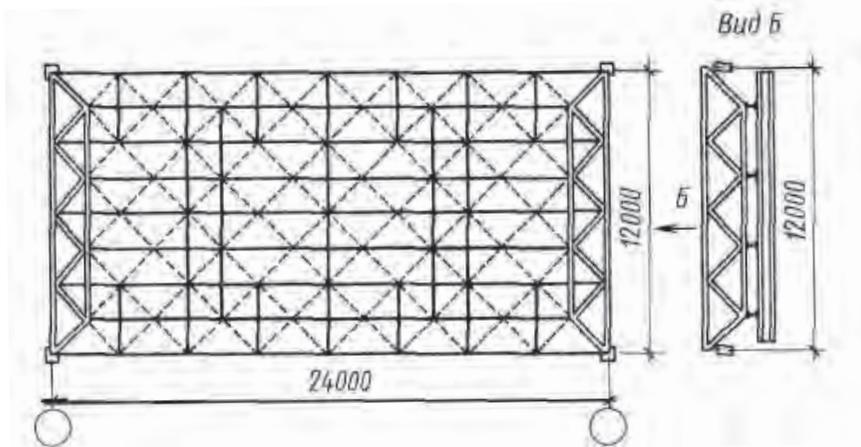


Рис. 6.26. Структурная конструкция типа ЦНИИСК

Структурные конструкции покрытий из труб типа «Кисловодск» (рис. 6.27) разработаны в виде секций размером в плане 30×30 или 36×36 м для сетки колонн соответственно 18×18 и 24×24 м. Высота покрытия 2,12 м.

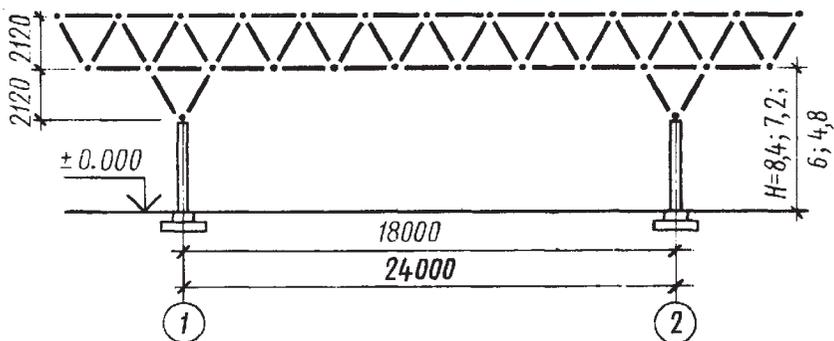


Рис. 6.27. Схема пространственно-решетчатой конструкции типа «Кисловодск»

Для покрытия характерно наличие консольных участков пролетом 6 м, вследствие чего крайние ряды колонн отстоят от стен по всему периметру здания на 6 м. Отсюда по периметру здания располагаются только стойки фахверка, шаг которых принят равным 6 м.

Покрытия собираются на земле и поднимаются в проектное положение в полностью законченном виде.

Стальной профилированный настил укладывают по прогонам из швеллеров, опирающихся на узлы пространственной стержневой системы.

Секции опираются на колонны с помощью капителей, выполненных в виде пирамид. Основанием их служат ячейки нижнего пояса пространства – стержневой системы. К покрытию допускается подвеска кранов грузоподъемностью до 2 т, а на покрытии – устройство зенитных фонарей.

6.2.4. Мобильные здания

Мобильные здания – объекты, конструкция которых обеспечивает возможность их многократного использования и передислокации.

Мобильные здания применяют преимущественно в малоосвоенных и труднодоступных районах. Целесообразность использования комплектно-блочного монтажа зданий и отдельных участков блоками полной заводской готовности связана с необходимостью максимального сокращения сроков строительства. Возможно их применять также для инженерных сооружений, например для хлораторных установок закрытого типа, очистки и обеззараживания природных вод, обезжелезивания воды и т. д.

Они могут быть контейнерные или сборно-разборные, а также – передвижные или комбинированные (рис. 6.28).

Здания контейнерного типа из одного блок-контейнера на предприятиях-изготовителях полностью оснащаются необходимой мебелью, санитарно-техническим, электротехническим и технологическим оборудованием и приспособлениями, включая ходовые части, что позволяет в кратчайшие сроки перебазировать такие здания с одной строительной площадки на другую и быстро вводить их в эксплуатацию.

Здания контейнерного типа решают по панельной или каркасно-обшивной конструктивной схеме. В обоих случаях каркас панелей или всего здания решен из стальных гнутых или прокатных профилей со вспомогательным деревянным или полнодеревянным каркасом; наружная обшивка состоит из листовых материалов – стальных, преимущественно профилированных листов, алюминиевых листов, водостойкой фанеры и т. д.; кровля – из стального листа, в некоторых случаях – из рулонных материалов; внутренняя обшивка – из фанеры, вагонки или облагороженной древесно-волоконной плиты (ДВП). Основание блок-контейнера чаще всего решено в виде мощной рамы из прокатного стального профиля.

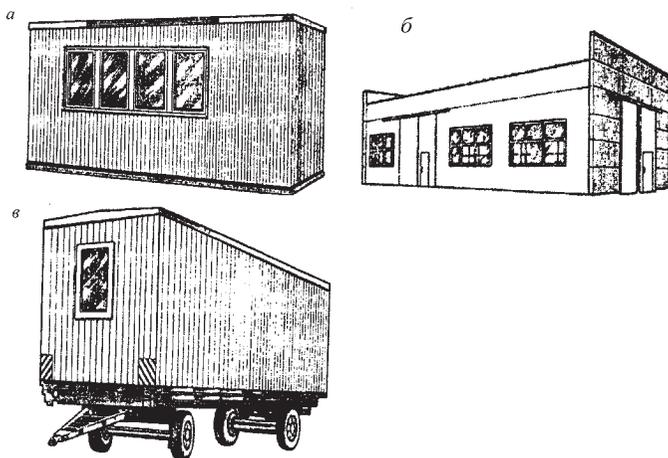


Рис. 6.28. Мобильные здания:
а, в – блок-контейнеры различных конструктивных систем;
б – сборно-разборное здание

Здание сборно-разборного типа (рис. 6.29, 6.30) наиболее разнообразны по конструктивным и объёмно-планировочным решениям. Они могут быть с одним или несколькими пролётами, крановыми и бескрановыми, из плоских или линейных элементов, а также блок-контейнеров. Их выполняют из металла, древесины, одновременно из нескольких материалов и даже из железобетона. В зданиях этого типа блок-контейнеры также стараются оснастить всем необходимым оборудованием.

По назначению мобильные здания делят на три функционально-технологические группы:

- производственные (эксплуатация и техническое обслуживание машин, сборка и комплектование оборудования, изготовление различных приспособлений, ремонтные работы и др.);
- складские;
- вспомогательные (размещение административно-технического персонала, служб управления, санитарно-бытовых, медицинских служб и др.).

По исполнению мобильные здания разделяют на строящиеся в северных, южных районах страны и в средней полосе.

При формировании архитектурно-строительных решений мобильных зданий следует учитывать их особенности. Необходимо предусматривать в первую очередь изменение объёмно-планировочных решений мобильных зданий при эксплуатации, включая их передислокацию на другие площадки, что связано с возможными изменениями мощностей производства, которое они обслуживают, и его функционального назначения. И наконец, при формировании мобильных комплексов целесообразно блокирование нескольких производственных зданий в одно крупное, которое может быть снова разобрано при передислокации на другие площадки.

В проектировании мобильных зданий должна быть использована система, позволяющая формировать из ограниченного количества элементов (контейнеров, сборно-разборных комплектов) производственные здания различного функционального назначения и мощности с гибкими объёмно-планировочными решениями, а также осуществлять расширение, блокирование и необходимую трансформацию здания. Такими элементами системы являются типовые проектные решения унифицированных строительно-технологических секций нескольких типов.

«*Контур*» – система контейнеров и сборно-разборных зданий.

Контейнеры – металлодеревянные панельной конструкции. Каркас панелей из стальных гнутых профилей, соединенных с деревянными брусками. Наружная обшивка – гофрированные, плоские или штампованные стальные листы. В качестве утеплителя могут использовать плиточные или заливочные пенопласты, а также минераловатные плиты в зависимости от конкретной технологии завода и функционального типа здания. При этом узловые соединения основных элементов конструкций имеют различные модификации при сохранении общих принципов формирования системы.

Блокировка контейнеров – по длинным и коротким сторонам с утеплением и герметизацией стыков по периметру. При образовании больших помещений могут частично убираться простенки между двумя соседними проёмами.

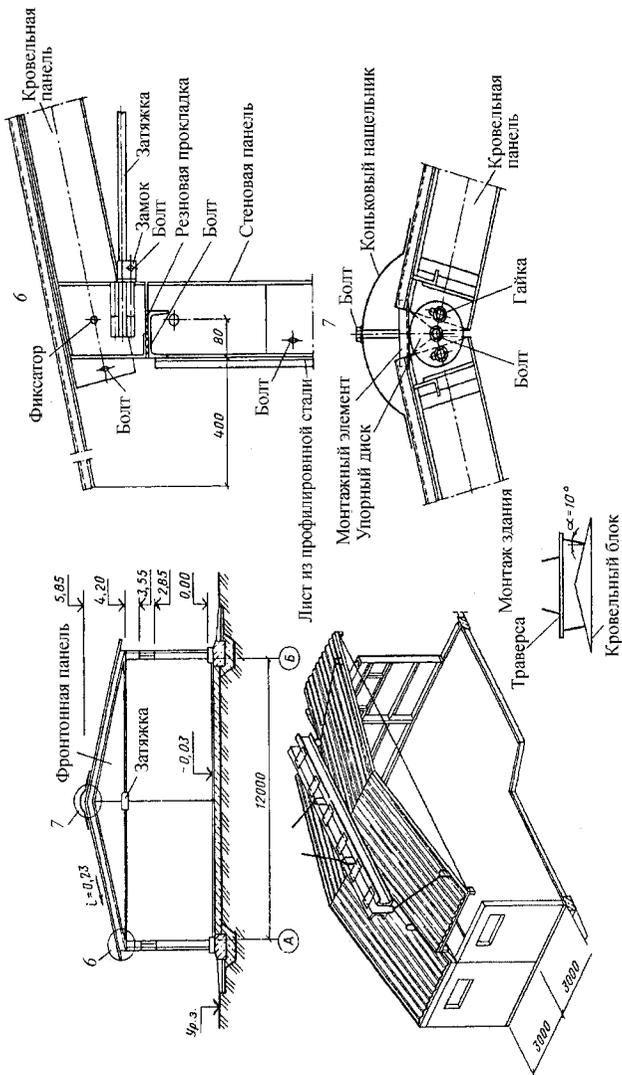


Рис. 6.29. Инвентарные сборно-разборные здания панельного типа (панели с металлическим каркасом)

6.3. Объемно-планировочные, конструктивные решения многоэтажных промышленных зданий

6.3.1. Общая характеристика многоэтажных промышленных зданий с балочным каркасом

Многоэтажные промышленные здания предназначены для размещения производств с развитым по вертикали технологическим процессом, при отсутствии тяжелого оборудования и небольшой нагрузке на перекрытия.

По сравнению с одноэтажными корпусами они имеют ряд значительных преимуществ: меньшую площадь застройки, меньшие теплопотери за счёт меньшей площади ограждающих конструкций и, соответственно, меньшие эксплуатационные расходы. Многоэтажные здания более гибки в плане градостроительных требований (при условии безопасного производства). Они хорошо вписываются в городскую застройку, что значительно сокращает протяженность транспортных маршрутов. В состав многоэтажных зданий также включают административно-бытовые помещения для обслуживания работающих в цехе.

По объемно-планировочной структуре многоэтажные здания можно подразделить на три основных типа:

- простая регулярная структура (квадратная сетка колонн);
- регулярная структура либо сблокированная с одноэтажными зданиями, либо с помещениями больших пролётов в верхнем этаже (см. рис. 2.3, а, б, в);
- нерегулярная структура (смешанная этажность) (см. рис. 3.3, е).

Наиболее распространено объемно-планировочное решение многоэтажных промышленных зданий с использованием регулярной структуры при прямоугольной форме в плане и с постоянной высотой этажей. Количество этажей в таких зданиях принимается не более шести, сетка колонн (м): $(6 \times n) \times 6$; $(9 \times n) \times 6$; $(12 \times n) \times 6$; $(6 + 3 + 6) \times 6$; $(9 + 3 + 9) \times 6$ (см. рис. 2.3, б, в).

Здания регулярной структуры, сблокированные с одноэтажными корпусами, могут иметь те же объемно-планировочные параметры, что и здания простой регулярной структуры. К этому же типу можно отнести двухэтажные здания с верхним этажом, имеющим значительно более крупные пролёты, чем на нижнем.

Здания нерегулярной структуры характеризуются сложными объемно-планировочными решениями. Одновременно с монтажом несущего остова здания монтируется крупногабаритное технологическое

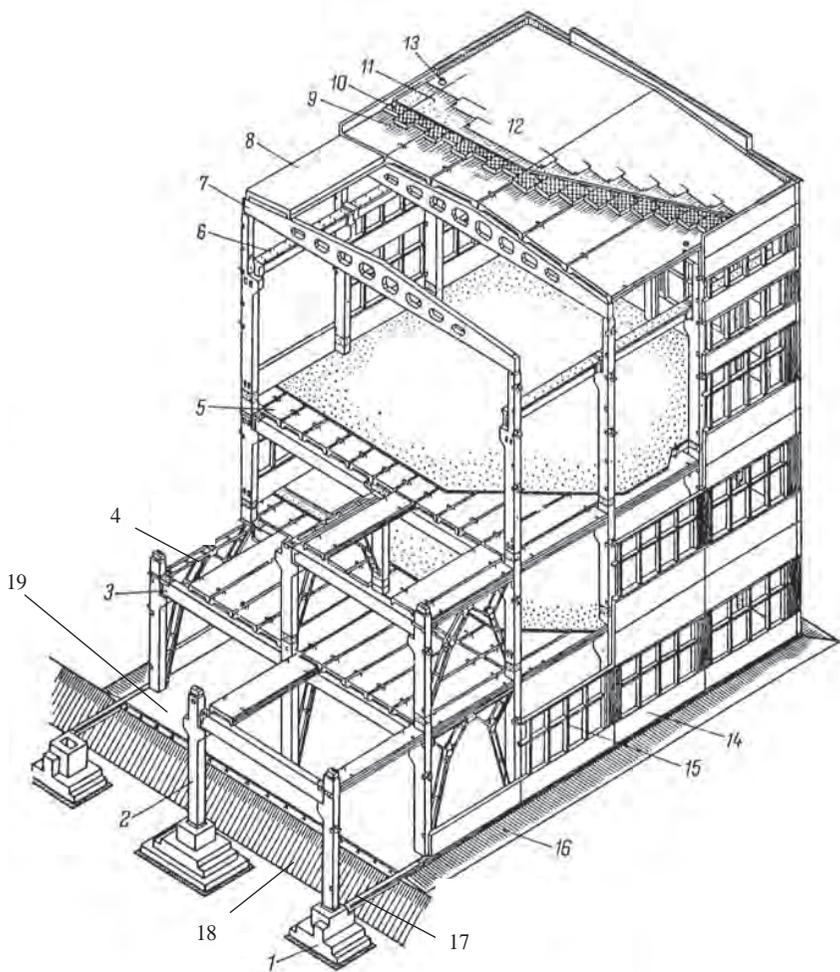


Рис. 6.31. Элементы многоэтажного здания со сборным железобетонным каркасом:

1 – фундамент; 2 – колонна; 3 – ригель междуэтажного перекрытия; 4 – вертикальные связи между колоннами; 5 – плита междуэтажного перекрытия; 6 – подкрановая балка; 7 – балка покрытия; 8 – плита покрытия; 9 – пароизоляция; 10 – утеплитель; 11 – выравнивающий слой; 12 – кровельный ковер; 13 – воронка внутреннего водостока; 14 – стеновая панель; 15 – оконная панель; 16 – отмостка; 17 – фундаментная балка; 18 – основание (грунт); 19 – пол

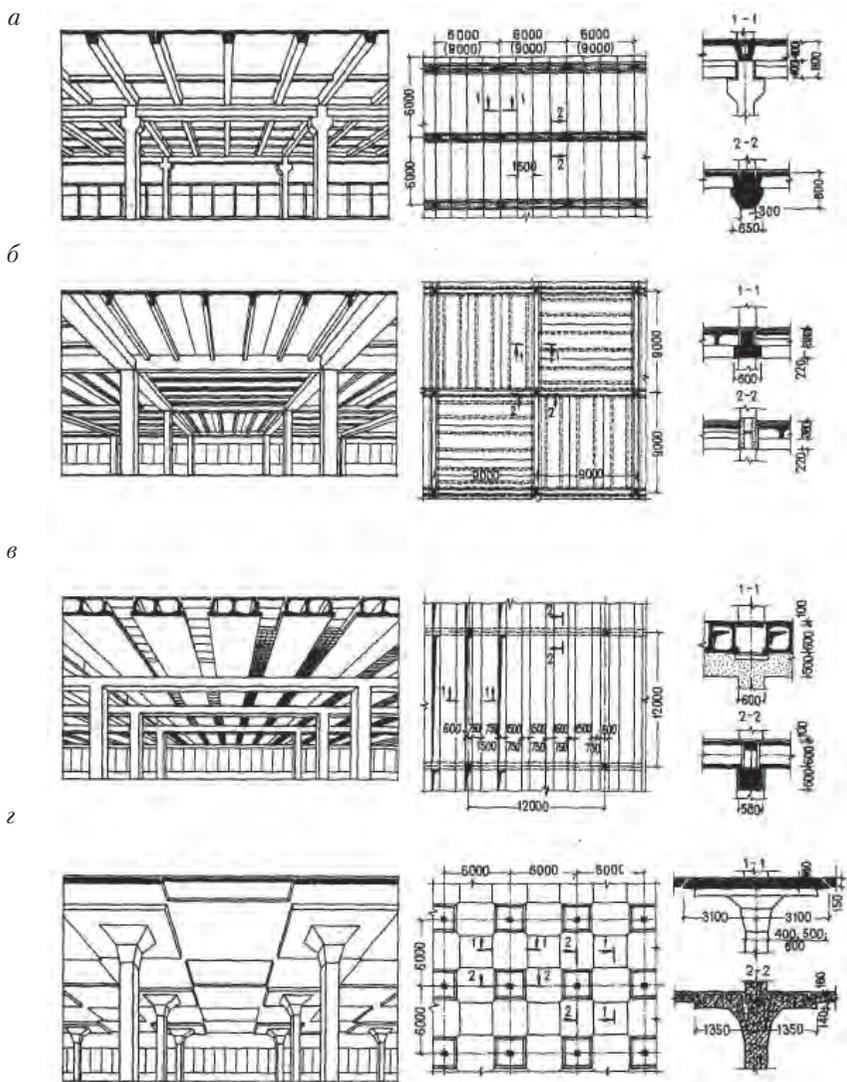


Рис. 6.32. Конструкции многоэтажных промышленных зданий без технического этажа:

а – перекрытие ячейки 6×6 (6×9) м балочными конструкциями; *б* – перекрытие ячейки 9×9 м с применением плит типа 2Т; *в* – перекрытие ячейки 12×12 м с применением плит коробчатого сечения; *г* – перекрытие ячейки 6×6 м безбалочными конструкциями серии 1.420-4

оборудование – бункеры, резервуары или большегабаритные аппараты и машины. Поперечный профиль таких многоэтажных зданий обычно имеет значительные перепады высот. Размеры пролётов – 6, 9, 12 и 18 м, шаг рам каркаса – 3, 6 и 9 м. В зданиях с нерегулярной объёмно-планировочной структурой несущий каркас может выполняться из металлических конструкций, но они встречаются редко.

Размеры пролётов многоэтажных зданий назначаются кратными 3 м, шаг колонн – кратным 6 м. Число пролётов в поперечном направлении ограничено шириной 60 м. Длина здания не ограничивается и принимается кратной единому продольному шагу ($B = 6$ м). Здания большой длины должны быть разделены температурными швами на блоки (отсеки) не длиннее 60 м для отапливаемых зданий и не более 42 м – для неотапливаемых.

По высоте здания могут иметь 3...6 этажей, которые принимаются равными 3,3; 3,6; 4,8; 6,0 и 7,2 м. Последняя высота назначается только для первого этажа. Высота помещений от уровня пола до низа выступающих конструкций перекрытий (покрытия) должна быть не менее 2,2 м.

Нормативные полезные нагрузки на междуэтажные перекрытия в многоэтажных производственных зданиях принимаются от 5 до 15 кПа для зданий с сеткой колонн 6×6, 9×6 и 12×6 м, и до 25 кПа – с сеткой колонн 6×6 м.

Внутрицеховое пространство должно быть удобным для осуществления технологического процесса и предусматривать возможность последующей реконструкции. Его следует, как правило, проектировать нерасчленёнными капитальными стенами и перегородками (за исключением особых случаев). Формирование отделений осуществляется за счёт компоновки технологического оборудования по территории цеха. Капитальными стенами или разделительными перегородками отгораживаются только помещения с вредными технологическими выбросами, а также резко отличающимися по температурно-влажностному и (или) взрывопожароопасному режимам. Отделения с наибольшими влаговыделениями располагают вдали от наружных стен и отделяют от остальных разделительными перегородками. Производства категории А, Б и В по взрыво- и пожароопасности следует размещать на верхних этажах многоэтажных зданий. Некоторые отделения, в которые доступ посторонних должен быть ограничен соображениями техники безопасности или какими-либо иными, отделяются от остального пространства цеха перегородками, высота которых обычно меньше высоты помещения.

Эвакуация людей из здания и помещений осуществляется через эвакуационные выходы, ведущие на лестницу или в вестибюль, непосредственно примыкающий к лестнице. Максимальное расстояние по коридору от двери наиболее удаленного помещения, расположенного между лестничными клетками или наружными выходами, до ближайшего выхода на лестничную клетку или наружу не должно превышать величины, указанной в табл. 6.2.

Количество эвакуационных выходов из здания и помещений следует принимать не менее двух. Однако допускается предусматривать один эвакуационный выход из расположенного на любом этаже помещения с одновременным пребыванием в нем не более 50 чел., если расстояние от наиболее удаленной точки пола помещения до указанного выхода не превышает 25 м. В некоторых случаях допускается в качестве второго эвакуационного пути использовать наружные стальные лестницы шириной не менее 0,7 м с уклоном 1:1, если число эвакуируемых с наиболее населённого этажа соответствует указанным в табл. 6.3.

Таблица 6.2

Максимальное расстояние до эвакуационных выходов

Степень огнестойкости здания	Расстояние, м, при плотности людского потока в коридоре*, чел/м ²			
	до 2	св. 2 до 3	св. 3 до 4	св. 4 до 5
I, II	60	50	40	30
III	40	35	30	25
IV, V	30	25	20	15

*Отношение числа людей, эвакуируемых из помещений в коридор, к площади этого коридора.

Таблица 6.3

Предельное число эвакуируемых людей на один этаж

Степень огнестойкости здания	Предельное число эвакуируемых, чел., с одного этажа здания при числе этажей		
	2	3	4 и более
I, II	70	35	15
III	50	35	15
IV, V	30	–	–

Ширину проходов, коридоров и других горизонтальных участков путей эвакуации следует принимать из расчёта, чтобы плотность потоков эвакуируемых не превышала 5 чел. на 1 м², ширину проходов в помещении – не менее 1 м, коридоров или переходов в другие здания – не менее 1,4 м. Ширина лестничных маршей должна быть не менее ширины выхода на лестничную клетку и не менее 1 м.

В зданиях с разницей отметок пола вестибюля и пола верхнего этажа 12 м и более следует предусматривать лифты, число которых принимается не менее двух, при этом один из них допускается принимать грузовым. Шахты для лифтов обычно размещаются за лестничной клеткой (рис. 6.33).

В многоэтажных промышленных зданиях привязки основных конструктивных элементов к модульным разбивочным осям зависят от многих параметров: типа применяемого конструктивного решения, той или иной конструктивной схемы, нормативных нагрузок на перекрытия, местоположения конструкции.

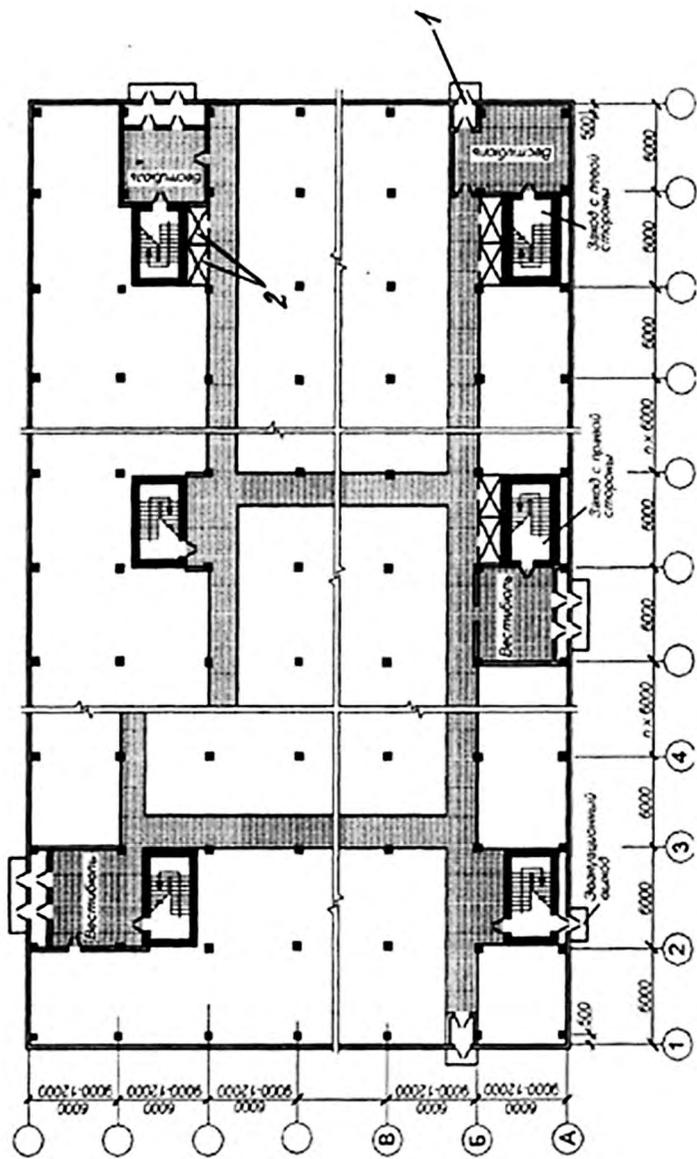
В многоэтажных зданиях с балочными перекрытиями привязки колонн средних рядов в продольном и поперечном направлениях всегда осуществляются «осевыми» – геометрические оси конструкции совпадают с разбивочными осями (рис. 6.34).

Привязка к продольным крайним осям зависит от нормативных нагрузок на перекрытия и составляет: 200 мм при нагрузке 5...10 кПа (500...1000 кгс/м²) (рис. 6.34, б) и 0 мм («нулевая привязка») при нагрузке 10...25 кПа (рис. 6.34, в). Расстояние между колонной и наружными стенами в обоих случаях равно 30 мм.

Для привязки в торцах многоэтажных зданий также применяются два вида привязок. В первом случае внешние грани колонн выступают наружу по отношению к разбивочным осям на 200 мм (аналогично продольным крайним осям) (рис. 6.35, а), во втором – крайние торцовые колонны смещаются внутрь пролёта на 500 мм (рис. 6.35, б).

Поперечные температурные швы устраиваются на двух рядах колонн со вставкой 1000 мм между ними или без, т. е. на одной или двух осях (рис. 6.36, а, б).

Элементы каркаса многоэтажных зданий должны обладать высокой прочностью, устойчивостью, долговечностью и огнестойкостью. Поэтому для таких зданий применяют, в основном, железобетонные конструкции, которые могут выполняться в монолитном, сборно-монолитном и сборном вариантах.



Примечание. Заштрихованы вероятные пути движения потоков и внутреннего транспорта

Рис. 6.33. Примеры размещения лестничных клеток и лифтов:

1 – тамбур при входе; 2 – лифт

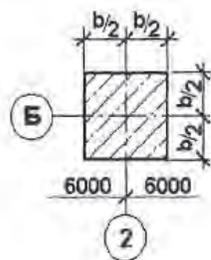
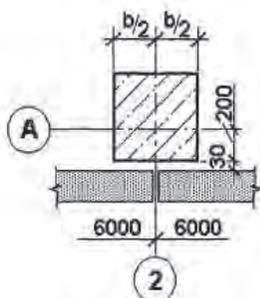
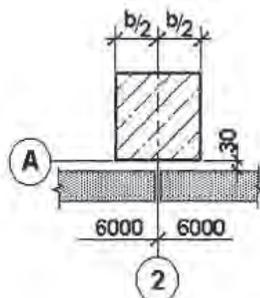
a*б**в*

Рис. 6.34. Привязка колонн и стен многоэтажных зданий к разбивочным осям:
a – к средним осям; *б* – привязка «200»; *в* – нулевая привязка

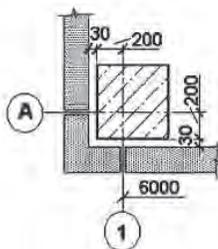
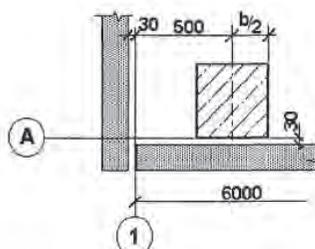
a*б*

Рис. 6.35. Привязки в торцах многоэтажных зданий:
a – привязка «200»; *б* – привязка «500»

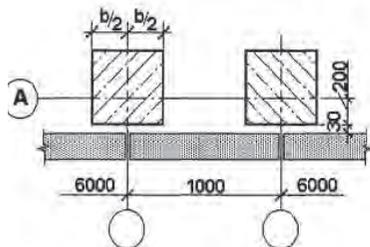
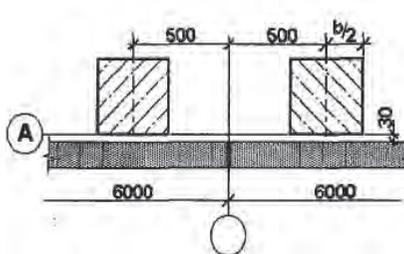
a*б*

Рис. 6.36. Привязка колонн по линиям поперечных температурных швов:
a – со вставкой; *б* – без вставки

Они применяются при полезной нагрузке на перекрытия 10, 15, 30 кПа и выше. Сетка колонн назначается, соответственно, 6×12; 6×9 и 6×6 м. Применение стального каркаса обуславливается особыми производственными и технологическими требованиями к промышленным зданиям, при больших динамических и статических нагрузках. Основными недостатками стального каркаса являются снижение прочности при высоких температурах и подверженность коррозии в агрессивной среде. Для защиты стального каркаса от коррозии и в целях повышения огнестойкости его элементы покрывают специальными составами или защищают штукатуркой по различным покрытиям и др.

6.3.1.1. Рамный каркас на основе серии 1.420.12

Конструктивными элементами каркаса многоэтажных производственных зданий по серии 1.420.12 являются: фундаменты, колонны, ригели и плиты перекрытий, связи и лестницы, а также строительные конструкции – стены, оконные заполнения, кровля.

Каркас запроектирован по рамно-связевой конструктивной схеме (табл. 6.4). Поперечная устойчивость здания обеспечивается жесткостью поперечных рам каркаса. Продольная устойчивость может быть обеспечена двумя способами:

- установкой продольных вертикальных связей посередине температурного блока в каждом продольном ряду колонн (рис. 6.37);
- устройством продольных однопролетных связевых рам.

Фундаменты под колонны каркаса выполняются столбчатыми в сборном или монолитном вариантах.

Колонны имеют сплошное прямоугольное сечение размерами 400×400 или 400×600 мм (рис. 6.38). Высота колонн принимается в зависимости от высоты этажа, но не более 12 м. Для соединения колонн между собой, а также устройства опирания на колонны ригелей перекрытий, крепления стеновых панелей в колоннах предусматриваются закладные детали. Стыки колонн между собой размещают на 600...1000 мм выше уровня перекрытий.



Рис. 6.37. Пример решения связей по продольному направлению разбивочных осей

Параметры многоэтажных зданий по серии 1.420.12

Сетка колонн, м	6×6	6×9
Полезная нагрузка, кПа	до 25	до 15
Число этажей	3–5	3–4
Число пролетов	2–10	2–7
Высота этажей, м	3,6; 4,8	6,0
Дополнительные значения высот первого этажа, м	7,2	
Дополнительные значения высот верхнего этажа, м	7,2; 8,4; 10,8	7,2

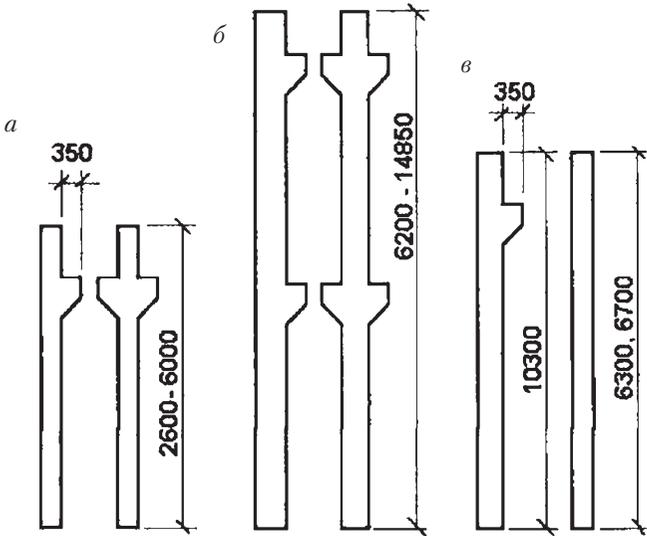


Рис. 6.38. Унифицированные железобетонные колонны: а – для верхних и средних этажей; б – для верхних, средних и нижних этажей (без указания величины заделки в фундаменте); в – для верхних крановых этажей

Для пролётов 6, 9 и 12 м *ригели междуэтажных перекрытий* выполняются прямоугольного и таврового сечения (рис. 6.39).

Прямоугольные ригели, применяемые при больших полезных нагрузках на перекрытия, имеют сечение 300×800 мм (тип ригеля I). Опирание плит перекрытия осуществляется по верху, при этом высота этажа назначается не менее 4,8 м.

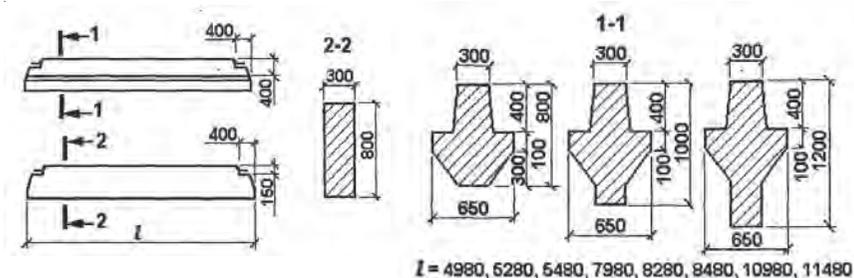


Рис. 6.39. Унифицированные железобетонные ригели перекрытий

Ригели таврового сечения (II типа) имеют полки для опирания плит, что позволяет уменьшить общую высоту перекрытия. Их высота также составляет 800 мм, шаг колонн – 6 и 9 м; ширина увеличена до 650 мм, что позволяет обеспечить достаточное опирание плит перекрытия (рис. 6.42).

Для пролётов 12 м применяются ригели высотой 1200 мм, в основе – прямоугольное сечение шириной 300 мм, но для уменьшения высоты перекрытия применяется опирание плит по полкам, ширина которых в случае использования ребристых плит составляет 650 мм, многопустотных плит перекрытия – 550 мм.

Опирание ригелей на колонны осуществляется консольно и бесконсольно. В первом случае колонны каркаса имеют консоли, на которые укладываются ригели и закрепляются с помощью сварки закладных элементов и выпусков арматуры. При бесконсольном сопряжении крепление ригелей с колонной осуществляется либо путём сварки выпусков арматуры, либо с помощью бетонных шпонок с последующим омоноличиванием стыков бетоном на мелком заполнителе или цементно-песчаным раствором.

Плиты перекрытий (рис. 6.40) имеют два номинальных размера по ширине – 1500 и 750 мм. Длина плит, с учётом схемы опирания по верху ригелей или на их полки, составляет 5950, 5550 и 5050 мм. Применяются два основных типа плит перекрытий: ребристые П-образного сечения высотой 400 мм и плоские многопустотные высотой 220 мм.

К ригелям плиты крепятся с помощью сварки закладных деталей, после чего швы между ними замоноличиваются (рис. 6.43, 6.44).

Плиты, расположенные вдоль продольных разбивочных осей, служат распорками между колоннами. Они передают горизонтальные нагрузки на вертикальные связи каркаса (рис. 6.41).

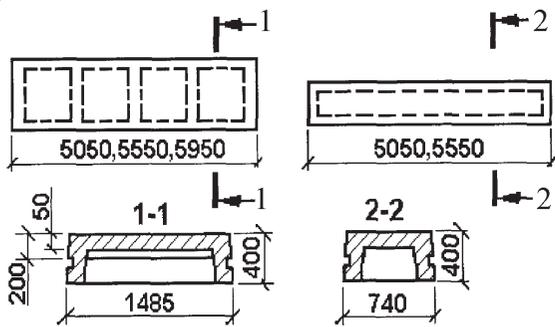


Рис. 6.40. Ребристые плиты перекрытий

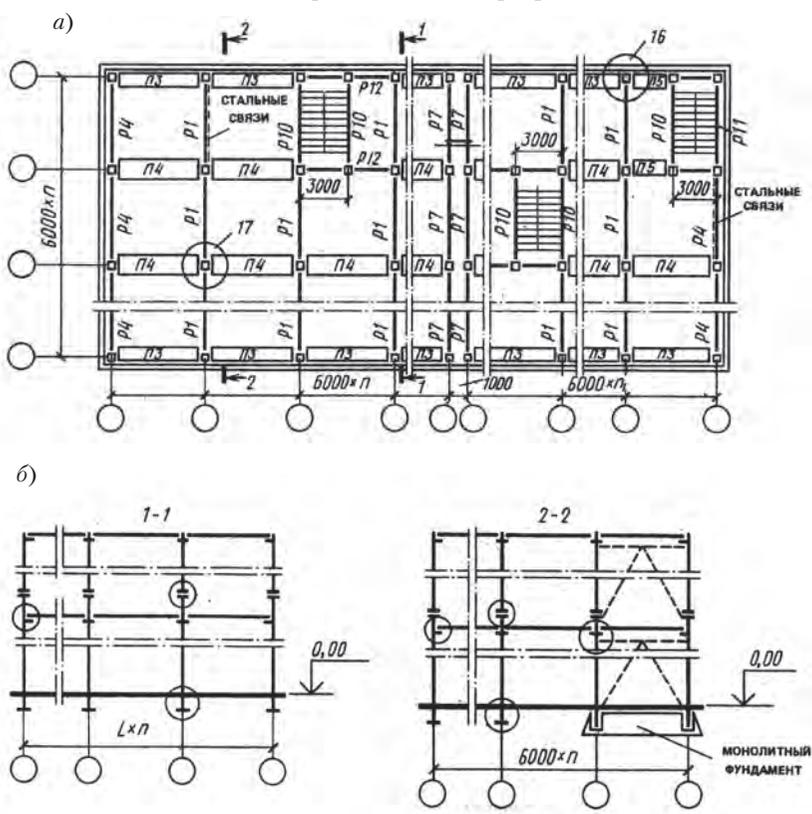


Рис. 6.41. Схема расположения ригелей и связевых плит в перекрытиях здания с сеткой колонн 6x6 м и (6+3+6) м:
а – план; б – разрезы

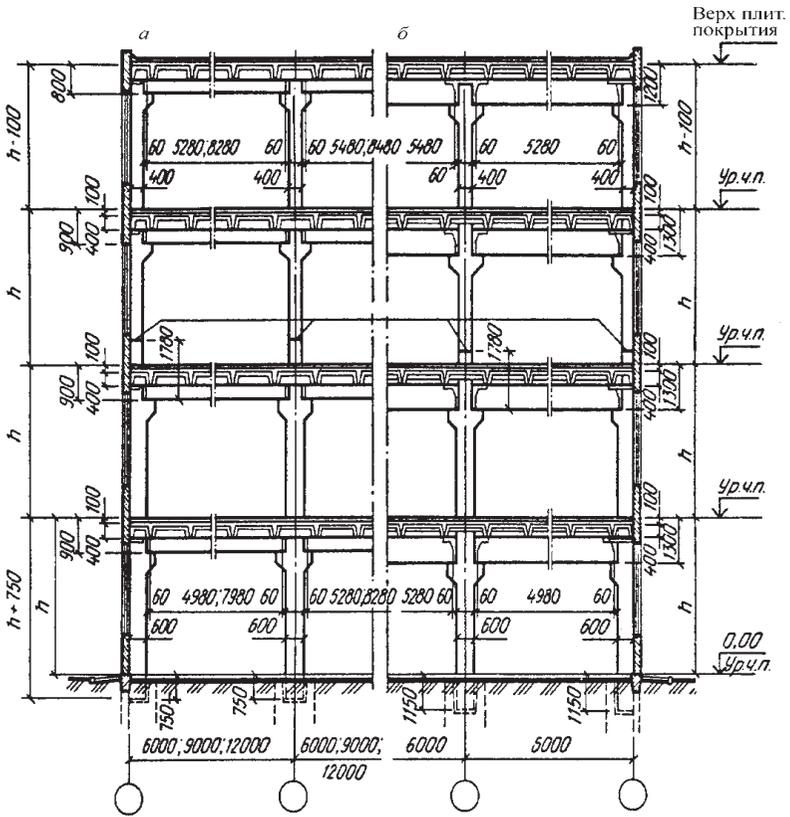


Рис. 6.42. Опираие плит перекрытий:
a – на полки ригелей; *б* – по верху ригелей (см. рис. 6.43, 6.44)

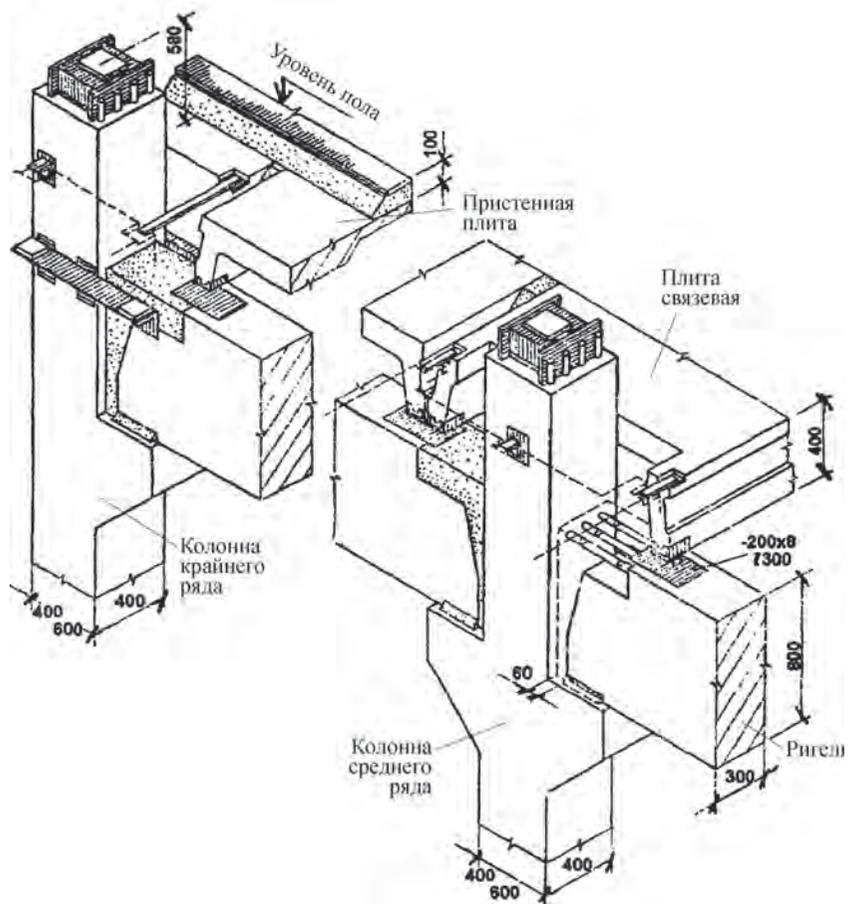


Рис. 6.43. Опираие плит перекрытий по верху ригелей (рамная схема, жесткое соединение ригеля с колонной)

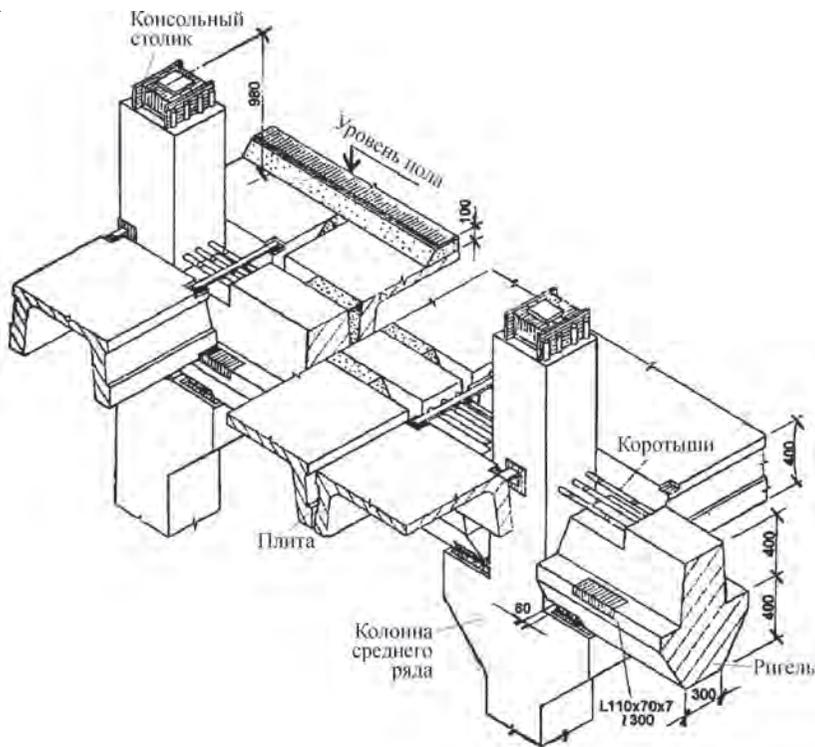


Рис. 6.44. Опираие плит на полки ригелей

6.3.1.2. Рамно-связевый каркас на основе серии 1.020-1.83

Основой конструктивного решения серии является сборный железобетонный каркас, работающий по связевой схеме (табл. 6.5).

Конструкция каркаса запроектирована с частичным защемлением ригелей в колоннах. Это соединение можно считать шарнирным, так как узел сопряжения колонны с ригелем не способен воспринимать изгибающие моменты от ветровых нагрузок. Все нагрузки, вызывающие горизонтальное перемещение каркаса, воспринимаются сквозными диафрагмами жесткости, связанными в пространственную систему горизонтальными дисками перекрытий.

Сквозные диафрагмы жесткости образуются путем заполнения каркаса стенами из железобетонных панелей толщиной 140 мм. Они устанавливаются на всю высоту здания, начиная с расположенного под ними монолитного ленточного фундамента. Диафрагмы жесткости обычно совмещаются со стенами лестничных клеток, лифтовых шахт и с разделительными перегородками помещений.

Таблица 6.5

Габаритные схемы зданий на основе серии 1.020-1.83

Шаг колонн в направлении пролета ригелей, м	Шаг колонн в направлении пролета плит перекрытий, м							
	Колонны 400×400 мм				Колонны 300×300 мм			
	3,0	6,0	7,2	9,0	3,0	6,0	7,2	9,0
3,0	◆	◆	●	●	●	●	●	●
6,0	◆	◆	●	●	●	●	●	●
7,2	●	●	●	●	●	●	●	

Примечания. ◆ – высота этажей 3,3; 3,6; 4,2; 4,8; 6 и 7,2 м;

● – высота этажей 3,3; 3,6 и 4,2 м.

Габаритные схемы зданий этой серии разработаны с соблюдением следующих условий:

- оси колонн, ригелей и панелей внутренних стен – диафрагм жесткости – совмещены с модульными осями здания;
- шаг колонн в плоскости рам каркаса принимается равным 3; 6; 7,2 и 9 м;
- шаг колонн в плоскости настилов перекрытий – 3; 6; 7,2; 9 и 12 м;
- высота этажей в соответствии с назначением здания и укрупненными модулями 3М и 6М составляет 3,3; 3,6; 4,2; 4,8; 6 и 7,2 м.

Фундаменты выполняются столбчатыми с отметкой верха, расположенной ниже нулевой отметки пола первого этажа на 150 мм. Железобетонные колонны замоноличиваются в стакане фундамента. Глубина заложения фундаментов зависит от нагрузок на здание, прочностных характеристик грунтов, глубины промерзания и глубины залегания грунтовых вод.

Колонны выпускаются сечением 300×300 мм для зданий высотой до 5 этажей включительно (рис. 6.45, табл. 6.6) и сечением 400×400 мм для всех остальных случаев (рис. 6.46, табл. 6.7). Предельная высота колонн 12...15 м.

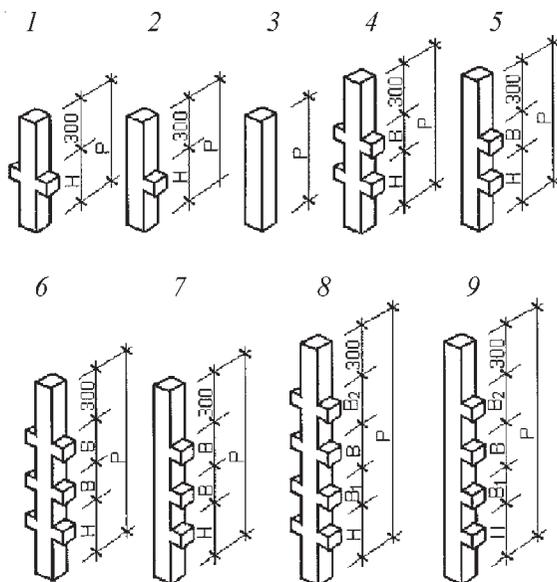


Рис. 6.45. Типы колонн сечением 300×300 мм

Таблица 6.6

Номенклатура колонн сечением 300×300 мм

Номер позиции	Число этажей	Высота этажа, м				Габариты колонны, мм				
		Верхний	Типовой	Подполье	Первый	P	H	B	B1	B2
1	1	3,3				3500	3300			
2			3,3			4150	3850			
3			3,6			4450	4150			
	2	4,2				5050	4750			
4		3,3				7450	3850	3300		
5		3,6				8050	4150	3600		
3		4,2				9250	4750	4200		
6	3	3,3	2,0			9050	2150	3300		
7			3,3			10750	3850	3300		
3			3,6			11650	4150	3600		
			4,2			10850	2150	4200		
8	4	3,3	2,0			12350	2150	3300	3300	3300
9		3,3				14050	3850	3300	3300	3300
3			3,3	3,2	4,2	14450	3850	3300	4200	3300

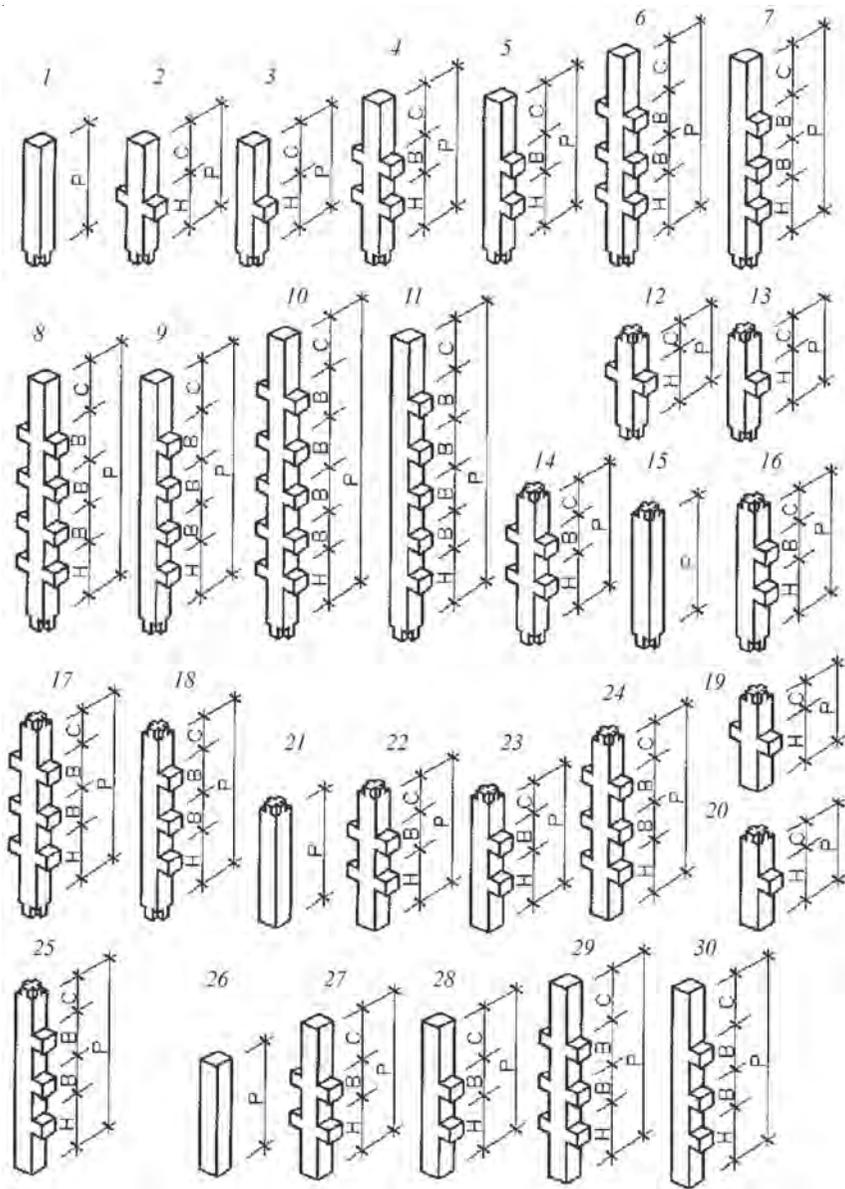


Рис. 6.46. Типы колонн сечением 400×400 мм

Ригели выполняются таврового сечения с полкой понижу для опирания плит перекрытия (рис. 6.47). В зависимости от нагрузки высота ригелей составляет 450 или 600 мм. Стык ригеля с колонной выполняется со скрытой консолью. Закладные детали ригеля и колонны соединяются сваркой, после чего стык замоноличивается.

Номенклатура ригелей включает длины: 2560, 5560, 6760 и 8560 мм для пролётов 3,0; 6,0; 7,2 и 9,0 м соответственно.

Таблица 6.7

Номенклатура колонн сечением 400×400 мм

Тип колонны	Номер позиции	Число этажей	Высота этажа, м		Габариты колонны, мм			
			типовой	первый	Р	Н	В	С
Верхняя	1 2 3	1	3,3		2550	2250		300
			3,6		2920	2550		370
			4,2		3520	3150		370
			4,8		4120	3750		370
			5,4		4720	4350		370
			6,0		5320	4950		370
	4 5 1	2	3,3		5850	2250	3300	300
			3,6		6520	2550	3600	370
			4,2		7720	3150	4200	370
			4,8		8920	3750	4800	370
			6,0		11320	4950	6000	370
			6	3	3,3		9150	2250
	7 1		3,6		10120	2550	3600	370
			4,2		11920	3150	4200	370
			4,8		13720	3750	4800	370
8, 9, 1	4	2,8		10450	1750	2800	300	
10, 11, 1	5	2,8		13250	1750	2800	300	
Средняя	12 13 14	1	3,3		3300	2250		1050
			3,6		3600	2550		1050
			4,2		4200	3150		1050
			4,8		4800	3750		1050
			5,4		5400	4350		1050
			6,0		6000	4950		1050
	15 16 14	2	4,2		8400	3150	4200	1050
			4,8		9600	3750	4800	1050
			6,0		12000	4950	6000	1050
	17,1 8, 14	3	3,3		9900	2250	3300	1050
			3,6		10800	2550	3600	1050

Тип колонны	Номер позиции	Число этажей	Высота этажа, м		Габариты колонны, мм			
			типовой	первый	Р	Н	В	С
Нижняя	19	1	3,3		5050	4000		1050
	20		3,6		5350	4300		1050
	21		4,2		5950	4900		1050
	22 23 21	2	4,2		10150	4900	4200	1050
			4,8		11000	5150	4800	1050
			4,8	6,0	12200	6350	4800	1050
			6,0		13400	6350	6000	1050
	24 25 21	3	6,0	7,2	14600	7550	6000	1050
			3,3		11650	4000	3300	1050
			3,6		12550	4300	3600	1050
			3,6	4,8	13400	5150	3600	1050
	Бесстыковая	26 27 28	2	4,2		14350	4900	4200
3,6					8270	4300	3600	370
4,2					9470	4900	4200	370
29 30 26		3	4,8		10320	5150	4800	370
			3,6		11870	4300	3600	370
			3,6	4,8	12720	5150	3600	370
			4,2		13670	4900	4200	370
		4,8		15120	5150	4800	370	

Плиты перекрытий решаются с применением трёх типов изделий: многопустотных плит высотой 220 мм, ребристых плит высотой 300 мм и панелей типа 1Т и 2Т высотой 600 мм (рис. 6.48).

Многопустотные плиты применяют для перекрытия пролётов до 9 м включительно. Панели типа 2Т и 1Т – для пролётов 9 и 12 м. Ребристые плиты применяются в промышленных зданиях для пролётов 6 м.

Плиты перекрытий разделяют на рядовые и связевые (плиты-распорки). Основные координационные размеры по ширине для рядовых многопустотных плит – 1,2 и 1,5 м; для пристенных и связевых – 1,5 м. Плиты типа 2Т имеют ширину 3 м, ребристые – 1,5 м.

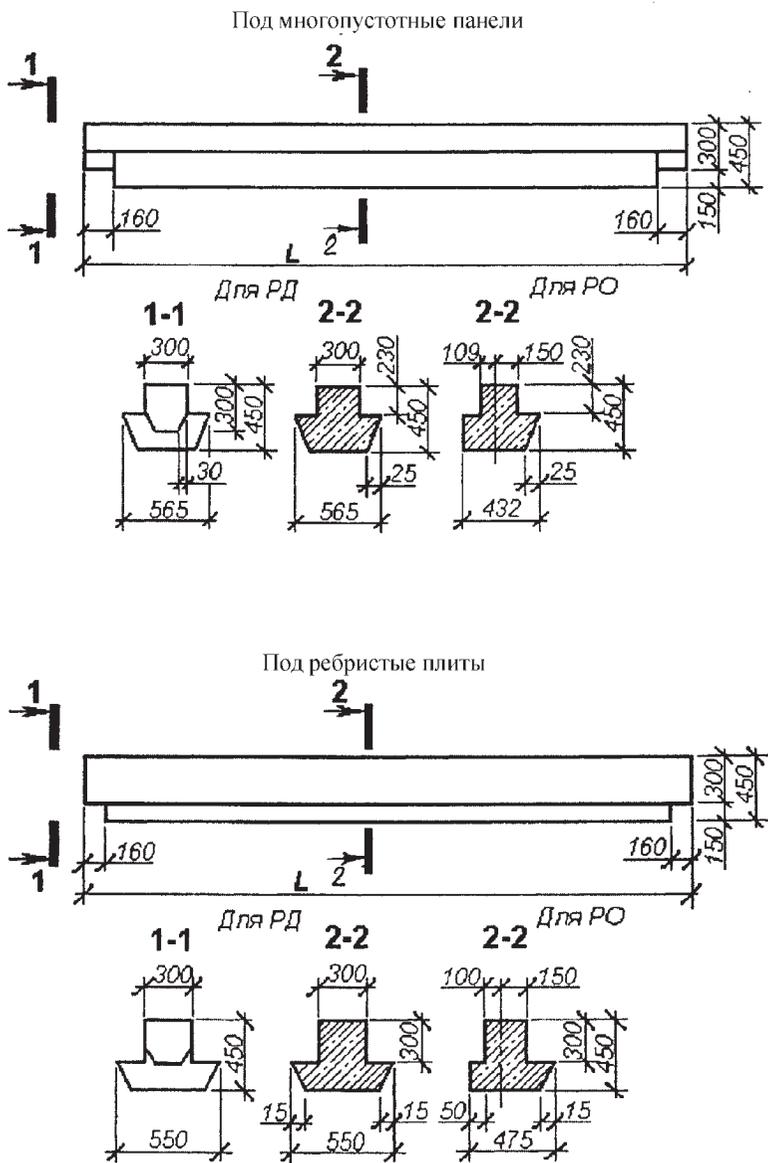


Рис. 6.47. Ригели по серии 1.020-1.83

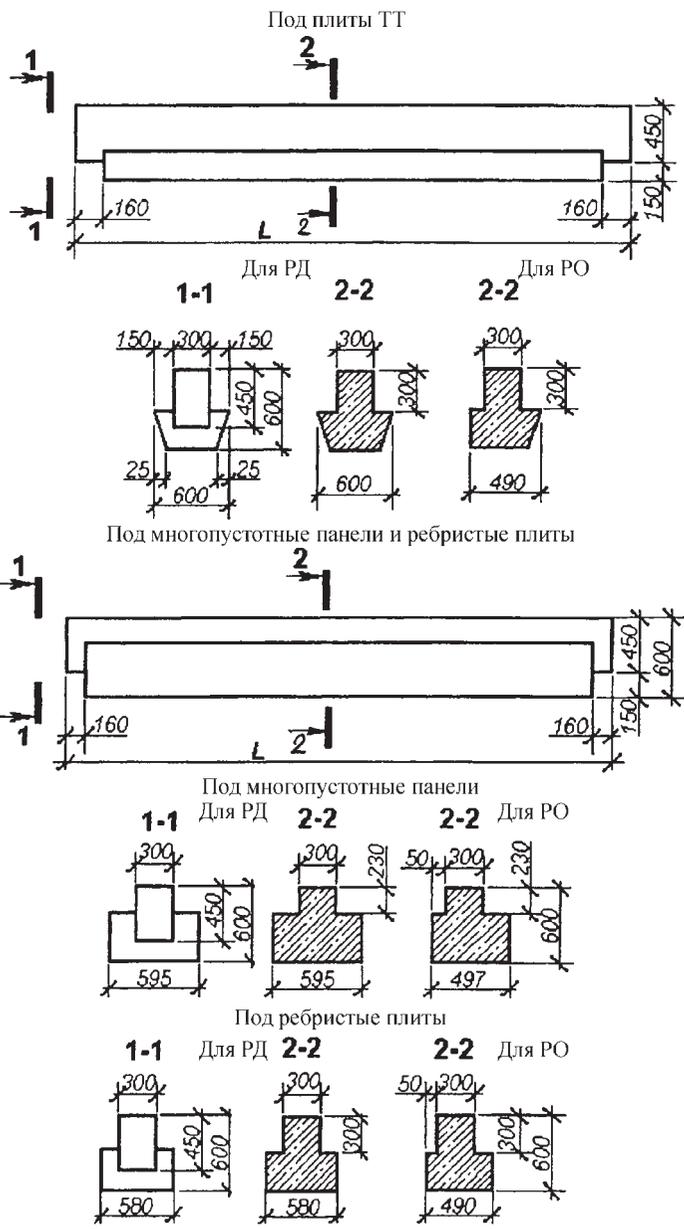


Рис. 6.47 (окончание). Ригели по серии 1.020-1.83

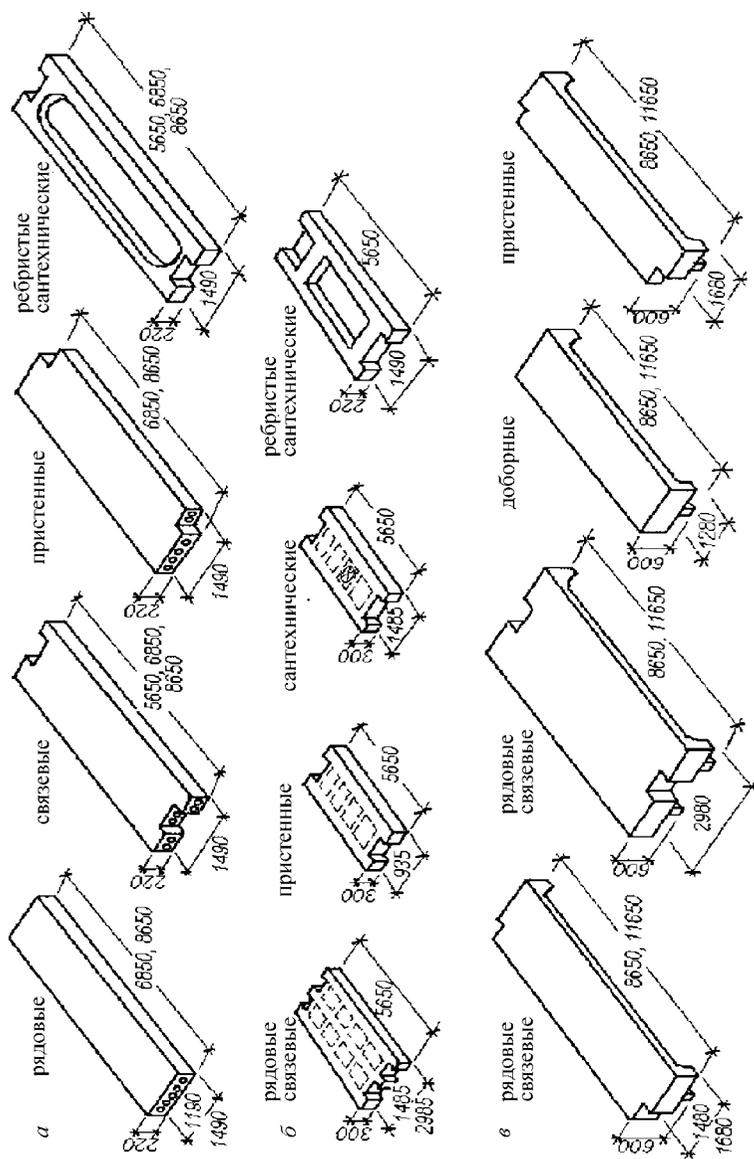


Рис. 6.48. Плиты перекрытий:

а – многоступенчатые; б – ребристые; в – панели типа Т и ТТ

Наружные стены могут быть запроектированы самонесущими и навесными. Толщина стеновых панелей определяется теплотехническим расчётом и принимается по ближайшему большему значению из унифицированного ряда толщин (рис. 6.49, табл. 6.8).



Рис. 6.49. Панели наружных стен

Таблица 6.8

Номенклатура панелей наружных стен

Тип панели	Размер, мм		
	Длина, L	Высота, H	Толщина, D
Рядовая	2980	1185, 1285, 1485, 1785, 2085	250, 300, 350, 400
	4480		
	5980		
	7280		
	8980		
Для внутренних углов здания	2700	1185, 1285, 1485, 1785, 2085	250, 300, 350, 400
	2750		
	5700		
	5750		
Простеночная	280	1780, 2080,	250, 300, 350, 400
	430	2680	
	680	1180, 1780,	
	1480	2380	
	580	1180, 1480,	
	1180	1780, 2080, 2680	
Угловая	410	1185, 1285, 1485, 1785, 2085, 2685	250, 300, 350, 400
	460		
	510		
	560		
	610		
	710		

Панели самонесущих стен устанавливаются по цементно-песчаному раствору на цокольные или простеночные панели и крепятся в верхней части к закладным деталям колонн каркаса с помощью сварки. Панели ненесущих стен устанавливают на ригели, консоли колонн или опорные металлические столики, приваренные к колоннам, после чего закрепляют в трёх точках: к одной из опор и по верху к колоннам каркаса (рис. 6.50–6.52).

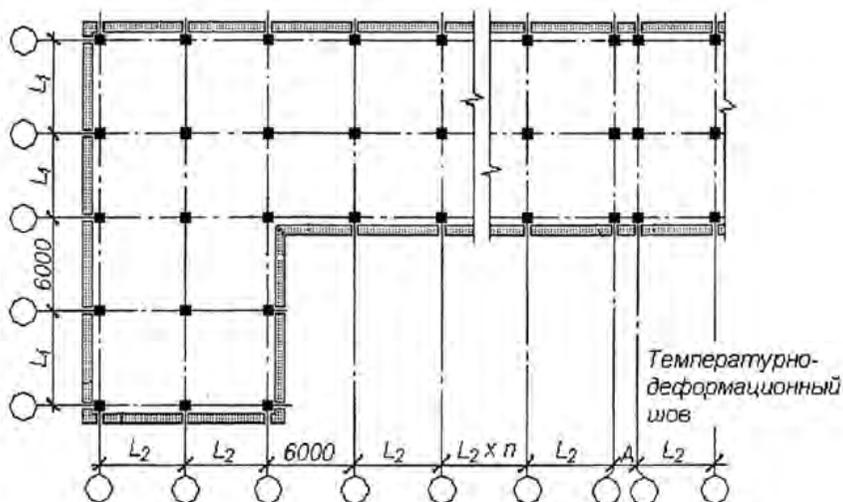
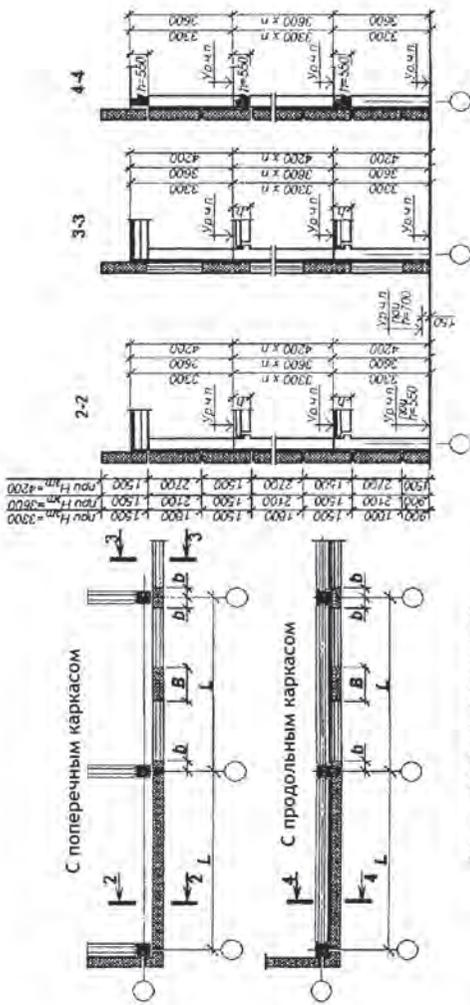


Рис. 6.50. Монтажная схема наружных ограждений

Внутренние стены-диафрагмы жёсткости (рис. 6.53) монтируют из бетонных панелей высотой в этаж, толщиной 140 мм. Эти панели имеют одно- или двухсторонние консольные полки в верхней зоне для опирания на них перекрытий. При шаге колонн 6 м ширина панелей соответствует расстоянию между колоннами в свету, а при шаге 7,2 и 9 м их проектируют составными из двух или трёх изделий. Элементы диафрагм жёсткости между собой и с колоннами по вертикальным стыкам соединяются сваркой по закладным деталям. Шаг диафрагм определяется расчётом, но не более 36 м.

Максимальный размер в продольном и поперечном направлениях температурного отсека каркасно-панельного многоэтажного здания составляет 60 м.



Длина простеночных панелей для зданий различных габаритных схем

Характеристика здания	$L, м$	$H_{int}, м$	$b, мм$	$B, мм$
Здание с поперечным каркасом	3 6 7,2 9	3,3 3,6	300	1200
	12	4,7	600	1200
Здание с продольным каркасом	3 4,5 6 7,2 9	3,3 3,6	300	1200

Рис. 6.51. Схемы разрезки и компоновки панелей наружных стен

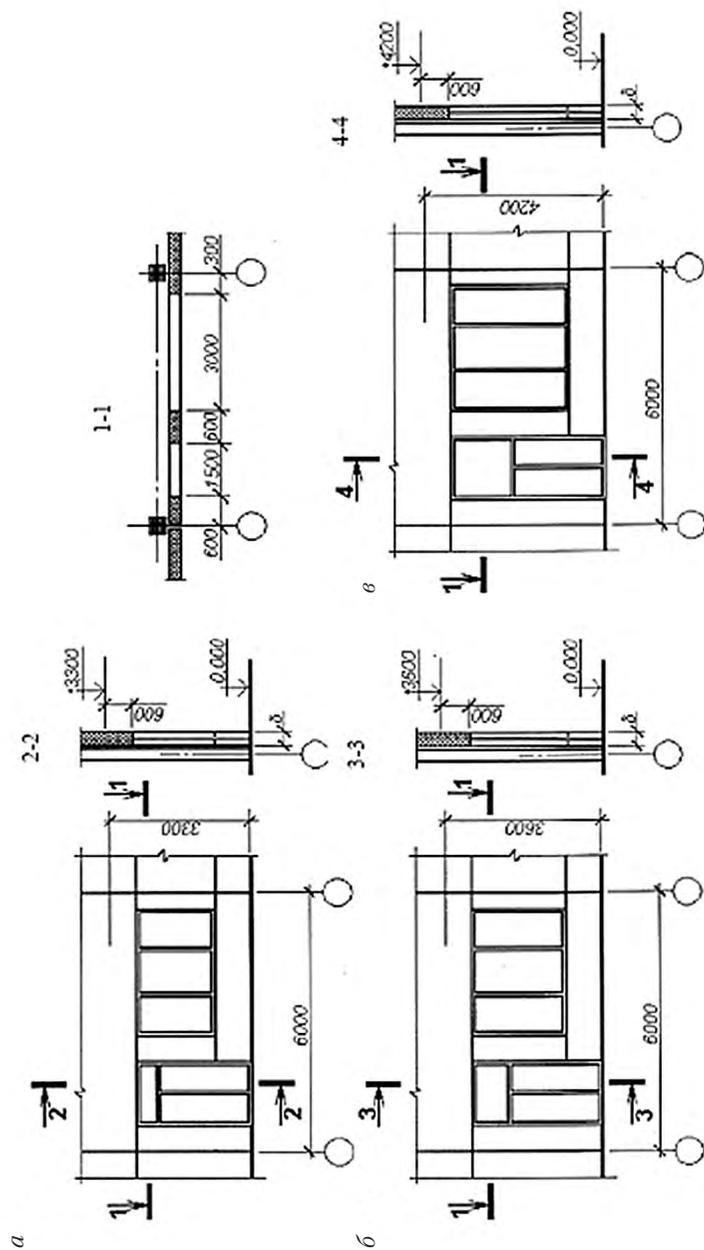


Рис. 6.52. Схемы разрезки и компоновки панелей наружных стен у входов в здание:
a – при высоте этажа 3,3 м; *б* – то же, 3,6 м; *в* – то же, 4,2 м

Швы выполняются с применением парных колонн либо по одной оси (с раздвижкой колонн в стороны по 500 мм) – температурный шов, либо на двух осях со вставкой, величина которой определяется в зависимости от размера колонн и толщины стеновых панелей (табл. 6.9) – деформационный (рис. 6.54).

Зазоры в перекрытии в зоне швов замоноличиваются по месту с устройством шва скольжения (по прокладке из двух слоев рубероида) между монолитным участком перекрытия и одной из его опор.

Таблица 6.9

Параметры деформационных швов

Толщина стеновых панелей, мм	Ширина деформационного шва (размер А на рис. 6.54), мм, при сечении колонн	
	300×300	400×400
250	860	960
300	960	1060
350	1060	1160
400	1160	1260

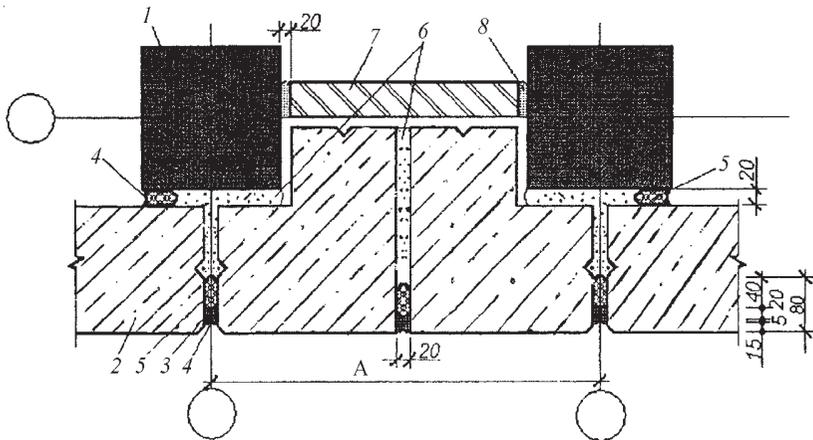


Рис. 6.54. Сопряжение наружных стеновых панелей в месте устройства деформационного шва:

- 1 – колонна; 2 – рядовая стеновая панель; 3 – эластичная мастика; 4 – защитный слой; 5 – упругий шнур (гернит); 6 – цементный раствор; 7 – кирпичная кладка; 8 – пакля, смоченная цементным молоком

6.3.2. Безбалочный каркас

Рабочие чертежи конструкций для многоэтажных зданий со сборными железобетонными безбалочными перекрытиями серии 1.420.1 – 14 разработаны для применения при проектировании и строительстве холодильников, мясокомбинатов, молокозаводов, рыбоперерабатывающих предприятий и других объектов, для которых по условиям технологии производства необходимы или предпочтительны беспустотные перекрытия, образующие в помещениях гладкие потолки.

Конструкции разработаны для зданий с сеткой колонн 6×6 м под временные нормативные длительные нагрузки на междуэтажные перекрытия 5, 10, 15, 20, 25, 30 кПа. Они запроектированы для зданий с неагрессивной средой и могут применяться в зданиях со слабо- и среднеагрессивными газовыми средами. Применение конструкций ограничено районами строительства с расчетной сейсмичностью не более 6 баллов (табл. 6.10, 6.11).

Конструкции предназначены для зданий, возводимых на непросадочных грунтах. Но они могут быть использованы и для зданий, возводимых на основаниях, сложенных просадочными грунтами, при условии выполнения требований в отношении проектирования оснований и конструктивных мероприятий, обеспечивающих общую устойчивость и эксплуатационную пригодность зданий. Чертежи фундаментов разрабатываются для конкретных объектов с учетом местных условий.

Типовые конструкции многоэтажных производственных зданий с рамным каркасом с сеткой колонн 6×6 м по серии 1.420.1 – 14 разработаны для схем со следующими параметрами: для 3...5-этажных зданий с 3...10 пролетами и высотой этажа 4,8 и 6 м; высота подвального этажа 3,6 м. Каждая габаритная схема имеет два варианта конструктивных решений, отличающихся типами капителей, устанавливаемых на колонны крайних продольных рядов. Здания решены с плоским покрытием. Водоотвод для отапливаемых зданий – внутренний, а для неотапливаемых – наружный. Привязка всех колонн к разбивочным осям осевая. Расстояние между разбивочными осями у температурных швов принято равным 3020 мм.

Несущие конструкции здания представляют собой сборный железобетонный каркас, решенный по рамной схеме с жесткими узлами (рис. 6.55). Каркас состоит из четырех элементов: колонн, капителей, плоских межколонных и пролетных плит сплошного сечения (рис. 6.56). Размер элементов перекрытий (в плане) 3×3 м; колонны квадратного сечения – 450×450 мм без выступов или консолей, разрезка – многоэтажная.

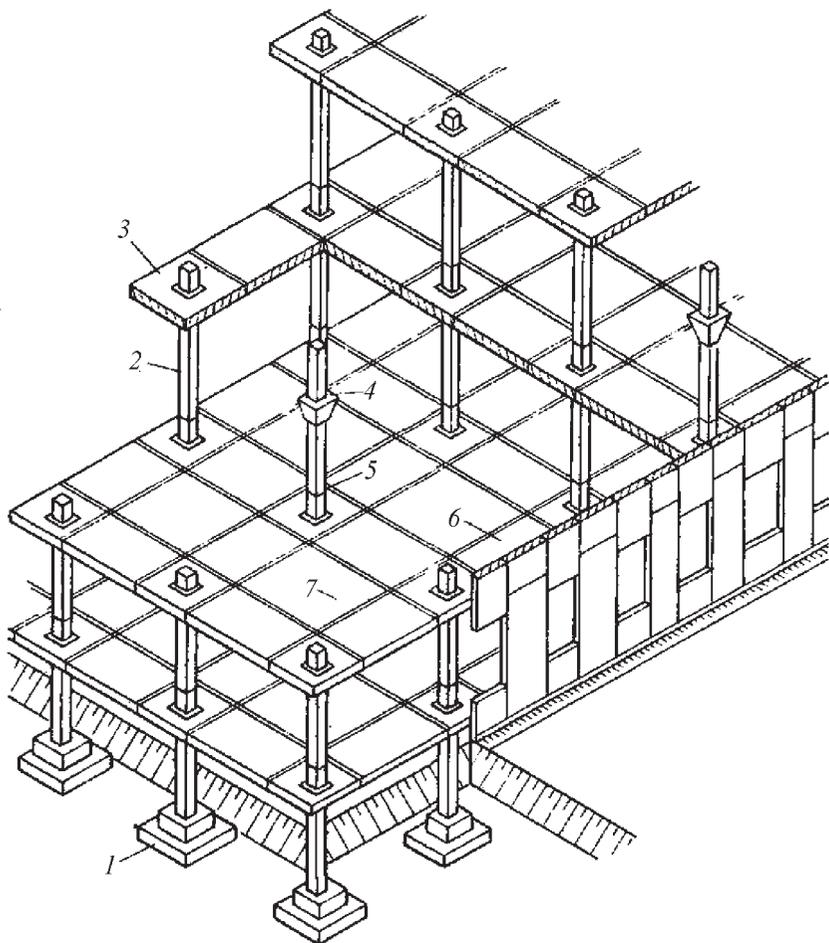


Рис. 6.55. Каркас с безбалочным перекрытием капительного типа:
 1 – фундамент; 2 – колонна; 3 – капитель; 4 – четырехсторонняя консоль;
 5 – стык колонн; 6 – надколонная плита; 7 – пролетная плита

Жесткие соединения сборных элементов каркаса выполняются с помощью сварных соединений с последующим тщательным заполнением пазов бетоном. После замоноличивания в сопряжениях элементов перекрытия образуются бетонные шпонки. Шпоночные сопряжения элементов являются основной отличительной особенностью конструктивного решения безбалочных перекрытий данной серии.

Колонны жестко заделываются в стаканы фундаментов. Стыки колонн расположены на высоте 1 м от верха плит перекрытий и запроектированы жесткими, что обеспечивается соединением выпусков продольной арматуры колонн встык с помощью сварки и последующим замоноличиванием стыка.

Таблица 6.10

Условия для возведения безбалочного каркаса здания

Географический район строительства	Нормативные временные длительные нагрузки, на которые рассчитаны конструкции каркаса, кПа	Высота этажа, м				Число этажей (с учетом подвала), которое допускается монтировать без немедленного замоноличивания сопряжений
		подвального	первого	среднего	верхнего	
I А, I Б, II Б	5...30					4
II А, III Б	5...20		6	6	6	3
	25...30					4
III А, IV Б	5...10*, 15...30					3
I А, I Б, II А, II Б	5...30		4,8	4,8	4,8	4
III А, IV Б	5...10					3
	15...30					4
I А, I Б, II А, II Б	5...30		4,8	4,8	6	4
III А, IV Б	5...10					3
	15...30					4
I А, I Б, II Б	5...30					4
II А, III Б	5...20		6	4,8	4,8	3
	25...30					4
III А, IV Б	5...10*, 15...30					3
I А, I Б, II Б	5...30	3,6	4,8	4,8	4,8	4
II А, III Б	5...30					3
III А, IV Б	5...10					3
	15...30					4

Примечания. 1. Число пролетов продольных и поперечных рам каркасов не менее трех, а в случае, отмеченном звездочкой, – не менее четырех.

2. Расчетная монтажная нагрузка на перекрытия не более 2,5 кПа.

Климатические районы России (согласно СНиП 23-01-99)

Климатические районы	Среднемесячная температура в январе, °С	Среднемесячная температура в июле, °С	
I	IA	От - 32 и ниже	От + 4 до + 14
	IB	От - 28 и ниже	От 0 до + 13
	IV	От - 14 до - 28	От + 12 до + 21
	IG	От - 14 до - 28	От 0 до + 14
	ID	От - 14 до - 32	От + 10 до + 20
II	IIA	От - 4 до - 14	От + 8 до + 12
	IIB	От - 3 до - 5	От + 12 до + 21
	IIV	От - 4 до - 14	От + 12 до + 21
	IIG	От - 5 до - 14	От + 12 до + 21
III	IIIA	От - 4 до - 20	От + 12 до + 25
	IIIB	От - 5 до + 2	От + 12 до + 25
	IIIV	От - 5 до - 14	От + 12 до + 25
IV	IV A	От - 10 до + 2	От + 28 и выше
	IV Б	От + 2 до + 6	От + 22 до + 28
	IV В	От 0 до + 2	От + 25 до + 28
	IV Г	От - 15 до 0	От + 25 до + 28

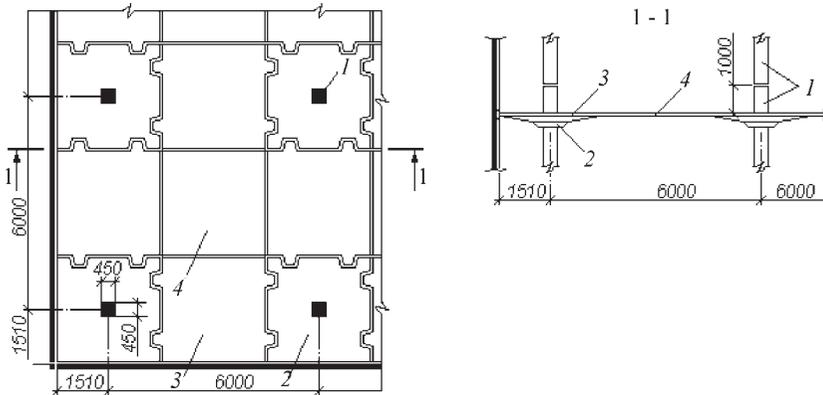


Рис. 6.56. Фрагмент безбалочной конструкции:
1 – колонна; 2 – капитель; 3 – межколонная плита; 4 – пролетная плита

Стеновые ограждения назначаются в зависимости от эксплуатационных условий зданий. Для наружных стен рекомендуются стеновые панели по сериям 1.432-14 и 1.432-16 или самонесущие стены из кирпичной кладки с эффективным утеплителем с внутренней стороны. Стеновые панели по серии 1.432-14 могут применяться как для самонесущих, так и для навесных стен. В условиях повышенной влажности и в агрессивных средах навесные стены применять не рекомендуется. При применении стеновых панелей серии 1.432-14 необходима установка стальных фахверковых стоек.

Колонны одно-, двух- и трехэтажной разрезки изготавливаются из бетона классов В15...В45. Колонны армируются пространственными каркасами, состоящими из плоских сварных каркасов, а также сетками и другими арматурными и закладными изделиями. Последние предусмотрены для приварки стальных монтажных столиков и арматурных вставок для крепления верхних капителей.

Капители приняты двух основных типоразмеров в плане 2980×2980 (марки КП) и 2980×2090 мм (марки КПК). Капители и плиты рассчитаны на нормативные временные длительные нагрузки на перекрытия 5...30 кПа. Капители изготавливаются из бетона классов В20...В40 и армируют пространственными каркасами и другими арматурными изделиями. В капителях предусмотрены закладные изделия для крепления к колоннам, а также для сопряжения с ними межколонных плит.

Помимо капителей основных типоразмеров разработаны капители, примыкающие к лестничным клеткам и шахтам лифтов, имеются также капители с вырезами для пропуска фахверковых стоек.

Межколонные плиты приняты двух основных типоразмеров в плане 3280×2980 (марка МП) и 3280×2090 мм (марка МПК), толщина 160 мм. Плиты марки МПК применяются только для укладки по крайним продольным рядам колонн в случае, когда на колонны устанавливаются капители типа КПК.

Разработаны также плиты межколонные и пролетные с углублениями для образования отверстий размером до 700×700 мм и для пропуска сантехнических и технологических коммуникаций. Плиты изготавливаются из бетона классов В22,5...В30.

Межколонные плиты армируются пространственными каркасами, объединяющими плоские каркасы, сетки, закладные изделия и отдельные стержни. В межколонных плитах предусмотрены выпуски арматуры и закладные изделия для сопряжения их с капителями, а также для соединения с пролетными плитами.

Пролетные плиты имеют размер в плане 2980×2980 мм и толщину 160 мм. Плиты армируются пространственными каркасами, объединяющими плоские и гнутые сварные сетки и другие арматурные изделия. В пролетных плитах предусмотрены выпуски арматуры для монтажного опирания на межколонные плиты и сопряжения с ними.

Лестницы приняты типовые по серии ИИ 20-8 «Лестницы с кирпичными стенами» или по серии 1.450-1 (только при соответствующем технико-экономическом обосновании).

Лестничные клетки решены как отдельно стоящие сооружения с несущими стенами, воспринимающие только непосредственно действующие на них нагрузки. Они отделяются от каркаса здания деформационными швами в наземной части. Зазор в деформационном шве должен быть не менее 40 мм. Шахты лифтов также решены отдельно стоящими с несущими кирпичными или железобетонными стенами, отделенными от каркаса здания деформационными швами. В каждом направлении от проемов в перекрытиях для размещения лестничных клеток, шахт лифтов (или от технологических проемов) должны быть сохранены элементы перекрытия (капители и межколонные плиты), образующие совместно с колоннами рамы с числом пролетов не менее трех.

6.3.3. Вертикальный транспорт производственных зданий

Для вертикального сообщения в производственных зданиях применяют лестницы, шахтные подъемники (грузовые, пассажирские и грузопассажирские лифты) и специальные устройства: элеваторы, пневмотранспортные системы и др.

При размещении узлов вертикального транспорта следует учитывать положение мест подачи сырья и полуфабрикатов в здание и выгрузки готовой продукции, а также расположение проездов и проходов, определяемое технологическим процессом и строительным решением здания. Узлы вертикального транспорта играют также важную роль в архитектурной композиции многоэтажных производственных зданий.

6.3.3.1. Лестницы

Лестницы промышленных зданий подразделяются на основные, служебные, пожарные и аварийные.

6.3.3.1.1. Основные лестницы

Основные лестницы предназначены для сообщения между этажами и эвакуации людей в случае пожара. Размещаются они в лестничных клетках, стены которой могут быть кирпичные или из сборных железобетонных панелей (рис. 6.33, 6.59, 6.60).

Лестницы, проектируемые в многоэтажных промышленных зданиях, обслуживают либо только производственные этажи, либо производственные и бытовые одновременно.

Лестницы, обслуживающие только производственные этажи, размещают в середине здания, у наружной стены или в пристройке к зданию.

Лестницы, обслуживающие одновременно разновысотные производственные и бытовые помещения, размещают на стыке этих помещений с таким расчетом, чтобы можно было с разных площадок попадать на различные отметки этажей.

Число лестниц, расстояние между ними и ширину маршей определяют в соответствии со строительными и противопожарными нормами с учетом обеспечения безопасной эвакуации работающих. Расстояние от наиболее удаленного рабочего места до ближайшего эвакуационного выхода должно составлять от 30 до 100 м в зависимости от категории производства, огнестойкости зданий и их этажности.

В зданиях до пяти этажей сообщение между этажами, в основном, обеспечивается лестницами.

Лестницы должны удовлетворять требованиям прочности, долговечности, создания необходимых удобств и безопасности при движении людей, пожарной безопасности.

Лестницы состоят из маршей и площадок (рис. 6.59–6.61). Лестничный марш состоит из ступеней и поддерживающей их конструкции в виде балок или гладкой железобетонной плиты. Если балки располагаются под ступенями, то они называются *косоурами*, а если ступени примыкают к ним сбоку, то *тетивами*. Лестничные площадки бывают *этажные*, расположенные на уровне этажей, и *промежуточные*.

По числу маршей в пределах одного этажа лестницы делятся на одно-, двух- и трехмаршевые (рис. 6.57). В двух- и трехмаршевых лестницах между маршами часто размещают шахты пассажирских или грузовых лифтов.

Все ступени в марше должны иметь одинаковые размеры, удобные для ходьбы, принимаемые в зависимости от назначения здания.

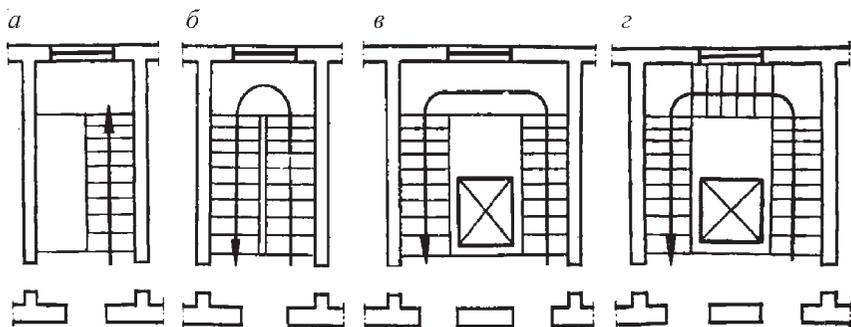


Рис. 6.57. Планировочные решения лестниц:
а – одномаршевая; *б* – двухмаршевая; *в* – двухмаршевая с просветом для лифта; *г* – трехмаршевая

Ширина ступени (проступь) и высота (подступенок) принимаются из условия, что длина нормального шага человека при ходьбе по лестнице равна 450 мм (рис. 6.58). Исходя из этого, сумма размеров проступи и подступенка должна составлять 450 мм. Ширину проступи (*b*) принимают в пределах 270...300 мм, а подступенка (*h*) – 150...180 мм. Ширина ступени принимается без валика, который служит для удобства постановки ноги и несколько увеличивает ширину ступени сверх расчетной (рис. 6.58, *б*).

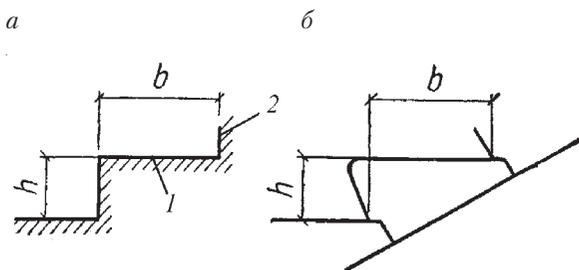


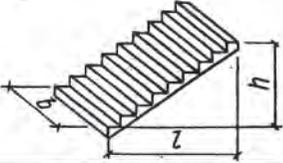
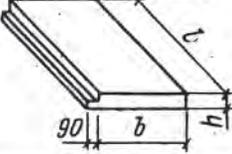
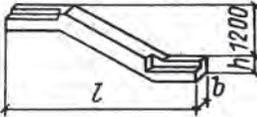
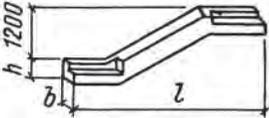
Рис. 6.58. Размеры ступени:
а – без валика; *б* – с валиком; 1 – проступь; 2 – подступенок

Уклон маршей принимают 1:2 с размерами ступеней 300×150 мм. Унифицированные марши имеют ширину 1150, 1250, 1350, 1450, 1750 мм, а высоту подъема – 1,2...2,1 м (табл. 6.12, 6.13). Ступени покрывают мозаичным слоем толщиной не менее 15 мм.

Высота прохода под площадками и маршами делается не менее 2 м.

Таблица 6.12

Номенклатура железобетонных конструкций лестниц

ЭЛЕМЕНТ		РАЗМЕР, мм		
		l	b	h
МАРШ		2560	1350	1200
ПЛОЩАДКА		3040	1170	220
БАЛКА ДЛЯ ПРАВОГО ЗАХОДА		5220	300	400
БАЛКА ДЛЯ ЛЕВОГО ЗАХОДА		5220	300	400

По способу возведения лестницы могут быть из сборных (крупно-размерных и мелко-размерных) элементов и монолитными.

В настоящее время наибольшее распространение в строительстве получили *сборные железобетонные лестницы из крупно-размерных элементов*, которые состоят из площадок и маршей заводского изготовления (рис. 6.61, а). Для каркасно-панельных зданий применяют лестницы из маршей с двумя полуплощадками (рис. 6.61, б).

Сборные элементы устанавливают на место кранами и крепят с помощью сварки. Лестницы из крупных элементов изготавливают с офактуренными поверхностями ступеней и площадок.

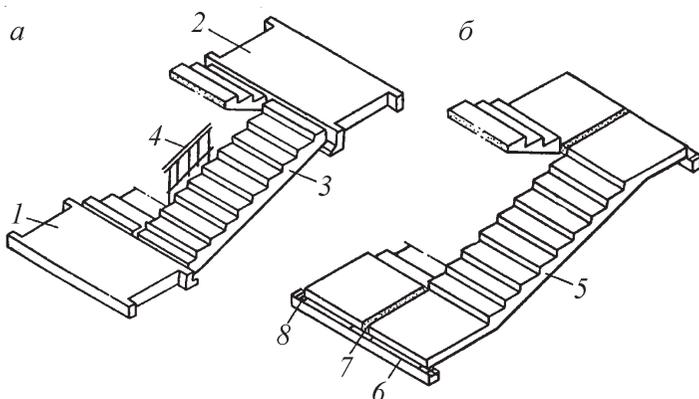


Рис. 6.61. Двухмаршевые лестницы из крупноразмерных элементов: *а* – из площадок и маршей; *б* – из маршей с двумя полуплощадками; 1 – площадка этажная; 2 – то же, промежуточная; 3 – марш; 4 – ограждение; 5 – марш с двумя полуплощадками; 6 – ригель; 7 – заделка бетоном; 8 – закладные детали

Лестничные площадки своими концами обычно опираются на боковые стены лестничной клетки, а в крупнопанельных зданиях – на специальные металлические элементы (столики), привариваемые к закладным деталям в стеновых панелях лестничных клеток (рис. 6.59, 6.60).

Лестницы из сборных мелкоразмерных элементов состоят из отдельно устанавливаемых железобетонных сборных площадочных балок, сборных железобетонных косоуров, ступеней и железобетонных плит площадок. Для сопряжения косоуров с площадочными балками в последних предусмотрены гнезда, в которые заводятся концы косоуров. Связь между элементами лестниц осуществляется сваркой. Ступени укладываются по косоурам на цементном растворе. На площадочные балки опираются сборные железобетонные площадочные плиты.

В ранее построенных зданиях применялись конструкции лестниц из каменных или железобетонных ступеней, уложенных по косоурам из стальных прокатных профилей (двутавры или швеллеры).

Ограждения на лестницах устраивают обычно металлические с деревянными поручнями высотой 0,9 м. Стойки ограждений приваривают к закладным деталям ступеней или заделывают на цементном растворе в гнезда, имеющиеся в ступенях.

Монолитные железобетонные лестницы применяют редко, в уникальных зданиях, если лестнице придается нетиповое решение.

**Варианты сочетания лестничных маршей со стандартной
и нестандартной высотой подъема**

Высота этажа	Высота подъема марша или их комбинации	Высота этажа	Высота подъема марша или их комбинации
3,6	2×1,8	4,2 + 3,0	2×1,5+1,2+2×1,5
4,2	2×1,5+1,2	4,8 + 3,6	4×1,2+2×1,8
4,8	1,5+1,8+1,5	6 + 4,2	4×1,5+2×1,5+1,2
4,8	3×1,6	6 + 4,8	4×1,5+2×1,5+1,8
5,4	1,2+2×1,5+1,2	6 + 4,8	4×1,5+3×1,6
6,0	4×1,5	7,2 + 6,0	6×1,2+4×1,5

Наружные входы в подвал решаются в виде одномаршевых лестниц, расположенных в прямых, примыкающих к наружным стенам здания и огражденных подпорными стенками. Ступени этих лестниц укладываются на грунт по бетонной подготовке.

6.3.3.1.2. Служебные лестницы

Служебные лестницы применяют для осмотра и обслуживания технологического оборудования, ответственных строительных конструкций, подъема на технологические площадки и антресоли (рис. 6.62).

Их выполняют из прокатных профилей (швеллеров и уголков) и крепят к полу, строительным конструкциям и оборудованию.

Они состоят из стальных маршей и площадок, имеют двухсторонние поручни. Уклон маршей 45° и 60°. Высота ступеней 200 мм при уклоне марша 45° и 300 – при 60°. Ширина маршей и переходных площадок 600, 800 и 1000 мм. Ступени и площадки могут быть выполнены из рифленой стали толщиной 4 мм или ребристыми из полосы 40×4 мм.

В случаях индивидуального использования лестниц предусматривают вертикальные стальные стремянки шириной 600 мм, высотой подъема 2,4...6 м, составляющие с горизонтом угол 90°. Шаг ступеней – 300 мм. При высоте подъема от 4,2 м и выше они снабжаются ограждениями.

6.3.3.1.3. Аварийные лестницы

Аварийные лестницы устраивают для эвакуации людей при авариях и пожарах при недостаточном для этого числе основных лестниц.

Они имеют многомаршевую конструкцию и сообщаются с помещениями через площадки или балконы, устраиваемые на уровне каждого этажа (рис. 6.62). Ширину лестниц принимают не менее 700 мм. Их размещают снаружи здания, выполняют из металла с уклоном маршей не более 45° и снабжают ограждениями высотой не менее 0,8 м. Во избежание обледенения и снежных заносов площадки и ступени лестниц делают решетчатыми из стальных стержней.

6.3.3.1.4. Пожарные лестницы

Пожарные лестницы устраивают для подъема на крышу зданий во время пожара.

Их устраивают для зданий высотой более 10 м, а также в местах перепадов высот смежных пролетов. При высоте до 30 м их делают вертикальными, а при большей – с уклоном не круче 80° с площадками через 8 м. В многоэтажных зданиях площадки располагают на уровне каждого этажа с выходом на них из помещений. Размещают их не реже, чем через 200 м по периметру зданий.

Они устанавливаются снаружи здания, возвышаются на 1 м над карнизом или парапетом и не доходят до земли на высоту 1,5...1,8 м (рис. 6.62). Их выполняют стальными и крепят упорами и анкерами к стене. Ступени изготавливают из одного-двух стержней диаметром 18 мм, располагаемых через 300 мм.

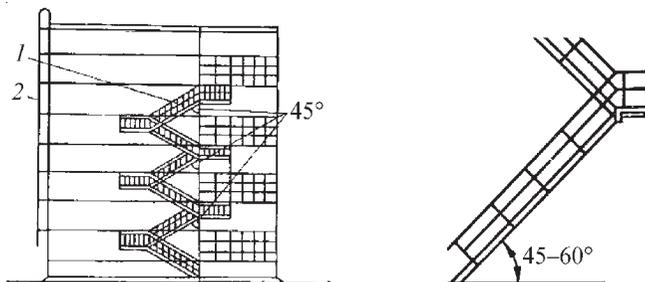


Рис. 6.62. Лестницы промышленных зданий:
1 – аварийная; 2 – пожарная; 3 – служебная

6.3.3.2. Лифты

В современной практике применяют грузовые лифты грузоподъемностью 100; 500; 1000; 2000; 3000; 5000 кг (табл. 6.14). Для перемеще-

ния крупногабаритных грузов могут быть запроектированы лифты с нестандартными (увеличенными) размерами кабин.

Таблица 6.14

Технические характеристики грузовых лифтов

Вид шахты		А			Б			
Индекс лифта		ПГ-0505М	ПГ-0505	ПГ-1005	ПГ-0505МВ	ПГ-0505В	ПГ-1005В	
Грузоподъемность, кг		500	500	1000	500	500	1000	
Скорость, м/с		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	
Размеры, мм	кабины	А	1000	1500	1500	1000	1500	1500
		В	1500	2000	2000	1500	2000	2000
	двери	С	850	1250	1250	850	1250	1250
Размеры, шахты, мм	Д	1600	2100	2100	1700	2200	2250	
	Е	1700	2200	2200	1700	2200	2200	
Размеры между площадками, мм	Г	3300	3300	3600	3300	3300	3300	
	Ж	2400	2400	2600	2400	2400	2600	

Кабины грузовых лифтов могут быть как с выходами на две противоположные стороны, так и с выходом на одну сторону (рис. 6.63).

Грузовые лифты располагают у торцов здания. Если же здание имеет большую протяженность – еще и в других местах. Перед лифтами предусматривают самостоятельные приемные и разгрузочные площадки.

При разнице отметок верхнего и первого этажей 15 м и более для вертикального перемещения работающих следует проектировать пассажирские лифты грузоподъемностью 320, 500 и 1000 кг. Их объединяют в группы и блокируют с лестничными клетками.

Состоят лифты из кабины, подвешенной на стальных канатах, которые перекинуты через шкив подъемной лебедки, находящейся в машинном отделении. Шахту лифта, огражденную со всех сторон, выполняют из железобетонных элементов. Машинное отделение чаще всего устраивают над шахтой. Внизу шахта имеет приямок, в котором размещаются амортизаторы и натяжное устройство.

Узлы вертикальных коммуникаций могут быть вынесены за пределы основного объема здания, что позволяет обеспечивать свободу и универсальность внутрицехового пространства, упрощает конструктивное решение каркаса и перекрытий многоэтажного здания, обогащает решение фасадов.

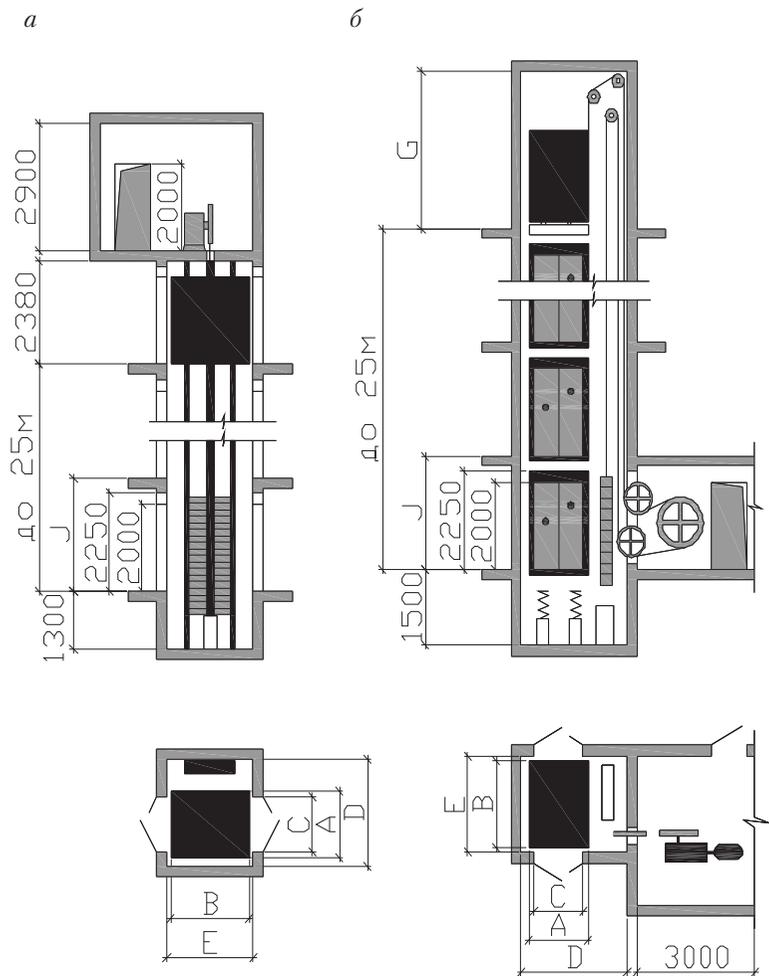


Рис. 6.63. Схема расположения узлов вертикальных коммуникаций:
a – общий вид грузового лифта; *б* – общий вид грузового выжимного лифта

Глава 7. СТРОИТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

7.1. Стены и перегородки

К наружным стенам предъявляется ряд требований:

- сохранение в помещениях без больших дополнительных затрат теплоты нормального температурно-влажностного режима, заданного технологическим процессом, и с учетом обеспечения комфортных условий труда;
- прочность и устойчивость под воздействием статических и динамических нагрузок (усилий от ветра, температурных и вибрационных воздействий и др.);
- огнестойкость и долговечность;
- надежность в эксплуатации;
- индустриальность возведения, удобства транспортировки, монтажа и ремонта;
- эстетичность;
- экономичность, небольшой вес и возможность использования местных строительных материалов.

Выбор материала стен зависит от температурно-влажностного режима помещений и климатических условий района строительства.

Влажностный режим ограждений зданий зависит от температуры и влажности наружного и внутреннего воздуха, величины сопротивления теплопередаче, конструктивной схемы, продолжительности холодного периода, паропроницаемости материала и т. д.

Ограждения следует проектировать с таким расчетом, чтобы влага, конденсирующаяся в их толще в холодный период года, полностью испарялась в течение теплых месяцев, а увеличение влажности материала ограждения к концу периода конденсации водяного пара не превышало допустимую для него величину.

В зависимости от восприятия нагрузок от здания стены могут быть (рис. 7.1):

- *самонесущие* опираются на фундаменты, но нагрузку несут только от собственной массы. Панельные самонесущие стены применяются при большой массе и толщине панелей (не менее 300 мм), имеющих сплошное сечение. Высота самонесущих стен ограничивается и зависит

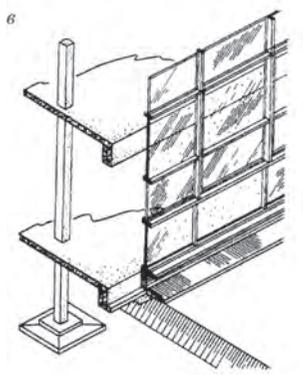
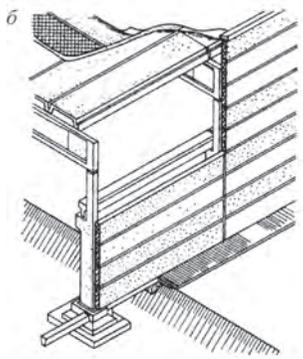
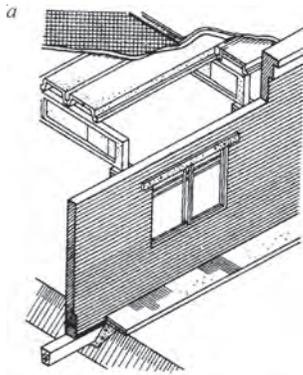


Рис. 7.1. Конструктивные типы стен производственных зданий:
a – несущая; *б* – самонесущая; *в* – фахверковая (висячая)

от прочности материала и толщины стен, шага колонн, величины ветровой нагрузки и т. д. Самонесущие панельные стены на всю высоту здания наиболее эффективны для производств с большими количествами влаги в помещениях, а также с химически агрессивной средой. Возможна конструкция самонесущих стен, нижняя часть которых состоит из панелей, а верхняя – полностью остекленная (до плит покрытия). В зданиях с такими стенами увеличивается глубина бокового освещения, снижается число типоразмеров панелей (панели-перемычки отсутствуют);

- *несущие* воспринимают нагрузки от других частей здания (перекрытий, покрытий (крыш)) и вместе с собственной массой передают их фундаментам; выполняют из кирпича толщиной 380, 510 и 640 мм. Их применяют в бескаркасных зданиях и в зданиях с неполным каркасом. Торцовые стены зданий по конструктивной схеме и материалу не отличаются от продольных. Из-за большого расстояния между продольными рядами колонн в торцах зданий, имеющих каркасную конструкцию, предусматривают дополнительные (фахверковые) колонны с шагом 6 и 12 м, которые обеспечивают устойчивость стен, а в панельных зданиях являются основанием для крепления стеновых панелей. В бескаркасных зданиях торцовые кирпичные или блочные стены усиливают пилястрами либо выполняют криволинейного или ломаного очертания в плане. Стены можно возводить между колоннами, частично или полностью выносить за наружную грань колонн, а иногда и за внутреннюю грань (например, при сильно агрессивной среде по отношению к каркасу) (рис. 7.2);

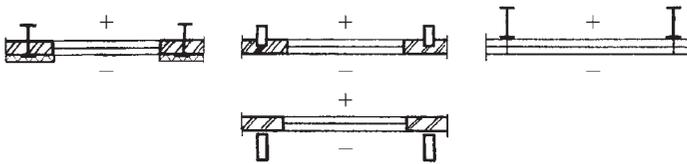


Рис. 7.2. Расположение кирпичных стен по отношению к колоннам

- *ненесущие (навесные)* являются только ограждениями, опираются в каждом этаже на другие элементы здания и воспринимают собственную массу в пределах одного этажа, выполняют из панелей, навешиваемых на колонны каркаса здания (рис. 7.4). Навесная конструкция стен распространена в промышленных зданиях, хотя она и не лишена таких недостатков, как утяжеление колонн, повышенный расход

стали, наличие опорных стальных столиков, недоступных для осмотра в целях своевременной защиты от коррозии. Конструктивная схема этих стен позволяет выполнять их из асбестоцементных и металлических листов и панелей, имеющих распространение в зданиях с избыточными тепловыделениями, неотапливаемых и с большими динамическими нагрузками;

- *несущие (подвесные)* выполняют ограждающие функции, состоят из стальной фахверка и заполнения поверхностей между фахверковыми колоннами. Их устанавливают в зданиях с покрытием, имеющим консольные участки по периметру. Стены подвешивают к концам консолей покрытия.

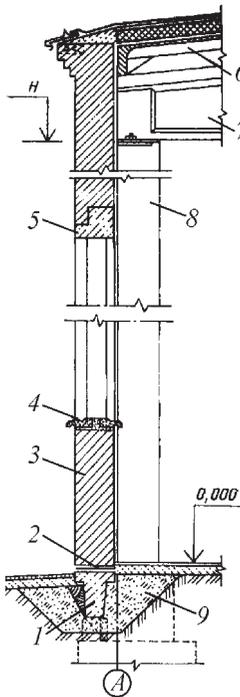


Рис. 7.3. Элементы кирпичных стен: 1 – фундаментная балка; 2 – гидроизоляция; 3 – стена; 4 – подоконная доска; 5 – перемычка; 6 – плита покрытия; 7 – балка покрытия; 8 – колонна; 9 – подсыпка под балку

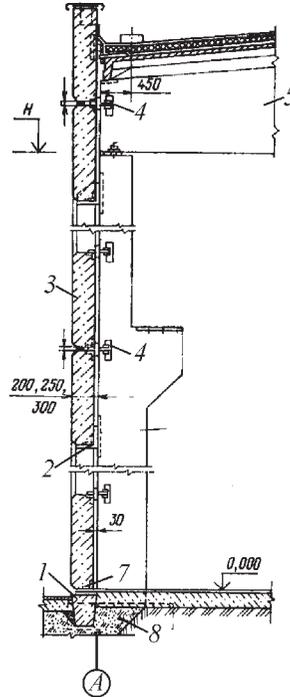


Рис. 7.4. Навесные панели несущих стен: 1 – фундаментная балка; 2 – стальной опорный столик; 3 – легковесная панель; 4 – крепежный элемент; 5 – несущая конструкция покрытия; 6 – колонна; 7 – гидроизоляция; 8 – подсыпка

Стены из мелкоштучных материалов

К мелкоштучным материалам относятся силикатный и керамический кирпич, керамические пустотелые блоки, легкобетонные камни и блоки, блоки из легких природных каменных материалов.

Стены из таких материалов выкладывают для зданий небольших размеров, с влажной и агрессивной средой в помещениях, с большим числом ворот, дверей, технологических проемов.

Стены для лучшей устойчивости крепят к колоннам анкерами или хомутами, которые ставят по высоте через 70...100 см.

Оконные, дверные и другие проемы перекрывают железобетонными перемычками, которые опирают на кладку (рис. 7.3).

Стены из каменных мелкоштучных материалов применяют самонесущими. Кладка стен всю нагрузку, обусловленную ее массой, передает на фундаментную балку, а вызванную воздействием ветра – на каркас здания.

Чтобы предупредить поднятие капиллярной влаги из грунта, поверху фундаментной балки, как и при панельных стенах, укладывается гидроизоляционный слой толщиной 30 мм из цементно-песчаного раствора состава 1:2 или 1:3. Цокольная часть стены, подверженная наибольшим внешним воздействиям при выпадении осадков, на высоту 0,5 м облицовывается керамическими плитками или оштукатуривается цементным раствором. Необходимые эстетические качества достигаются использованием с внешней стороны стены лицевого кирпича, с расшивкой швов.

В целях повышения эстетических качеств стен наравне с традиционными решениями применяют и комбинированные, в которых внешняя отделка достигается облицовкой стен профилированным листом из асбестоцемента, стали и алюминия. Возникающие при этом вентиляционные продухи способствуют удалению водяного пара, проникающего через кирпичную стену, а сами облицовочные листы защищают стену от перегрева и продувания при ветре.

Стены из крупных бетонных блоков изготавливают из легких бетонов.

В зависимости от места расположения в стене блоки подразделяют на *рядовые* (длина 750...3250 мм), *угловые* (длину увеличивают на толщину стены) и *перемычные* (длина 6000 мм). Высота рядовых и угловых блоков принята 1200 и 1800 мм, перемычных – 600, 900, 1200 мм. Толщина блоков 400 и 500 мм.

Армируют только блоки-перемычки. Наружную поверхность блоков покрывают слоем декоративного бетона толщиной 30...50 мм. Стены являются самонесущими, проемы в них имеют ширину 3 и 4,5 м.

Кладку блоков ведут на цементном растворе марки не ниже 25 с расшивкой швов. Крепят стены из блоков к колоннам гибкими Т-образными анкерами из стержней диаметром 10 мм.

Стены из железобетонных и легкобетонных панелей бывают по назначению:

- для надземных этажей;
- цокольного этажа или технического подполья;
- чердака;

по количеству основных слоев:

- однослойные из ячеистых и легких бетонов (пенобетон, газобетон и др.) – для зданий с нормальным температурно-влажностным режимом;
- двухслойные из ячеистых или легких бетонов с защитным слоем из тяжелого бетона, нанесенным с внутренней стороны панели – для зданий с повышенной влажностью воздуха или агрессивной средой;
- трехслойные легкобетонные со средним утепляющим слоем – для отапливаемых зданий с относительной влажностью воздуха до 60 %;
- однослойные и ребристые железобетонные предварительно напряженные – для неотапливаемых зданий;

по теплоизолирующим свойствам:

- железобетонные – для неотапливаемых зданий;
- легкобетонные – для отапливаемых зданий;

по положению в стене:

- рядовые;
- угловые;
- удлиненные;
- перемычечные (усиленные для восприятия ветровой нагрузки от оконных заполнений);
- подкарнизные;
- парапетные с дополнительными закладными элементами для крепления к покрытию;
- простеночные, устанавливаемые между отдельными оконными проемами.

Панельными стенами ограждают здания независимо от материала и конструкции каркаса при шаге колонн 6 и 12 м. Высоту панелей принимают 1200 и 1800 мм.

Парапетные панели выполняются высотой 0,9 и 1,2 м. Подкарнизные панели имеют высоту 1,5 м.

Разрезка стены на панели производится с таким расчетом, чтобы общее количество монтажных единиц было минимальным. Цокольную панель, если этому не препятствует технологический процесс, принимают

высотой 1200 мм. Низ первой по высоте панели совмещают с отметкой пола здания. По конструктивным и монтажным условиям верхний ряд панелей в пределах высоты помещения рекомендуется устанавливать ниже ферм на 0,6 м, а верхний ряд панелей в пределах высоты ферм – ниже верхнего пояса на 0,3 м. Схемы раскладки панелей показаны на рис. 7.5, 7.7.

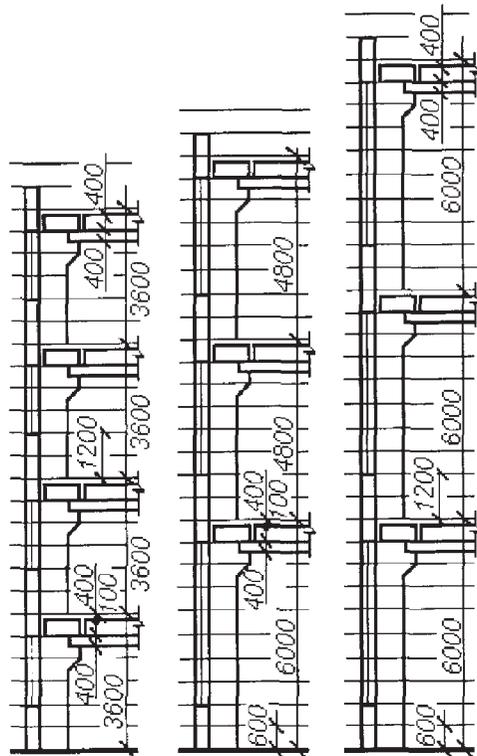


Рис. 7.5. Пример раскладки панелей в стенах многоэтажных зданий

На лицевой поверхности панелей для декоративной отделки применяют обнажение заполнителя, рельефный бетон, слой цемента с включением крошки натурального камня, белый и цветной цементы, облицовку керамическими плитками и т. п. (рис. 7.6).

В целях заделки углов здания и закрытия стен применяют удлиненные панели (рис. 7.8).

Для крепления панелей к каркасу и соединения с другими элементами здания в панелях имеются закладные металлические детали.

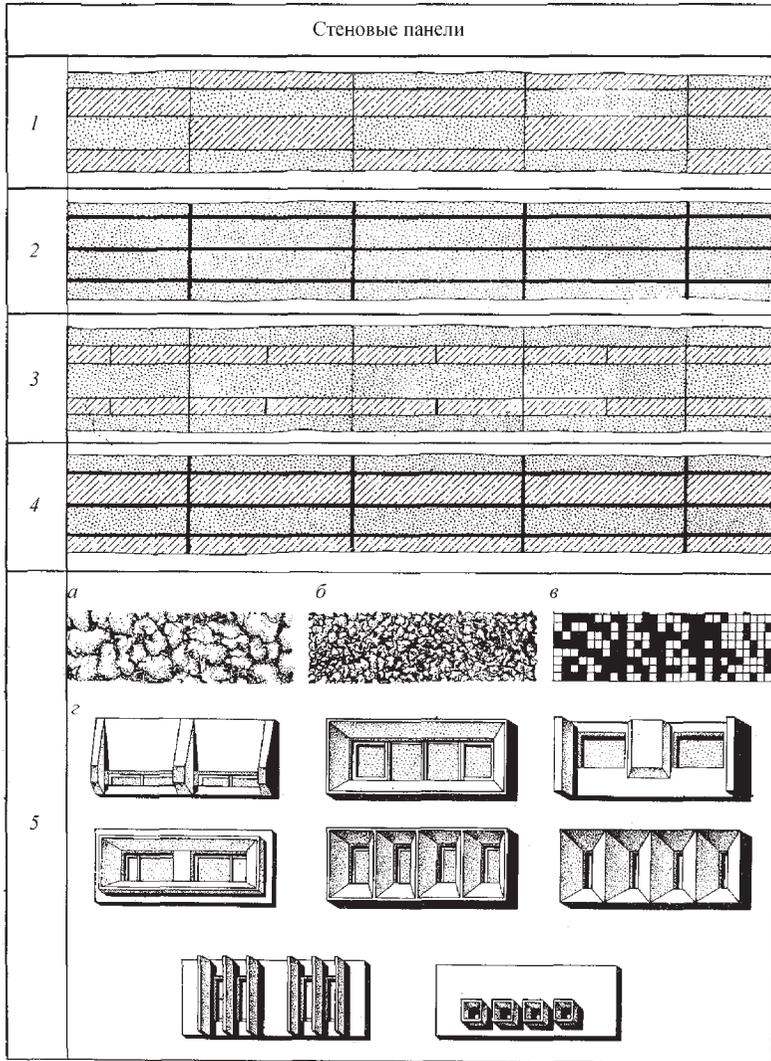


Рис. 7.6. Приемы повышения архитектурой выразительности панельных стен: 1 – нейтральное решение; 2 – цветная расшивка швов; 3 – панели различных габаритов; 4 – панели цветные с фактурным слоем; 5 – типы фактур в виде: *a* – слоя дробленого камня; *б* – наклеенной каменной крошки; *в* – облицовки стеклом; *г* – варианты архитектурных форм панелей с глубоким рельефом

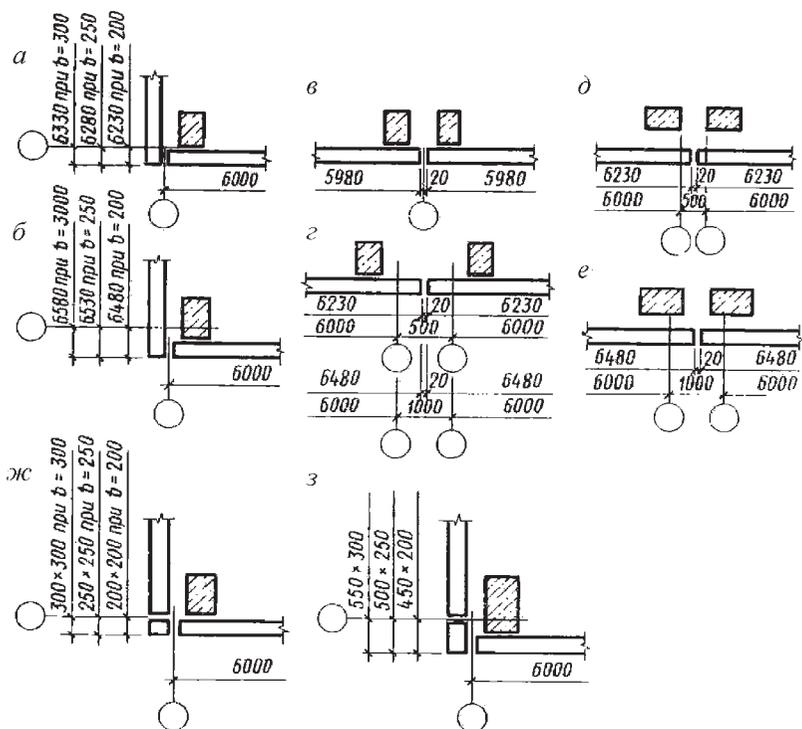


Рис. 7.8. Варианты использования удлиненных панелей и доборных угловых блоков наружных стен:

а – удлиненных панелей в углах при привязке «0»; *б* – то же, при привязке «250»; *в* – у поперечного шва; *г* – у поперечного шва со вставкой «500» и «1000»; *д* – у продольного шва со вставкой «500»; *е* – то же, со вставкой «1000»; *ж* – угловых доборных блоков при привязке «0»; *з* – то же, при привязке «250»

Длина всех панелей, за исключением угловых и простеночных, принимается 6 или 12 м.

Из принятых типоразмеров панелей могут выполняться две конструктивные схемы – навесная и самонесущая. Для первой характерны ленточные проемы остекления, а для второй – отдельные.

В целях повышения эффективности стен широко применяют трехслойные панели (рис. 7.12), состоящие из наружных и внутренних слоев бетона, соединенными между собой гибкими металлическими связями, с заполнением пространства между ними утеплителем.

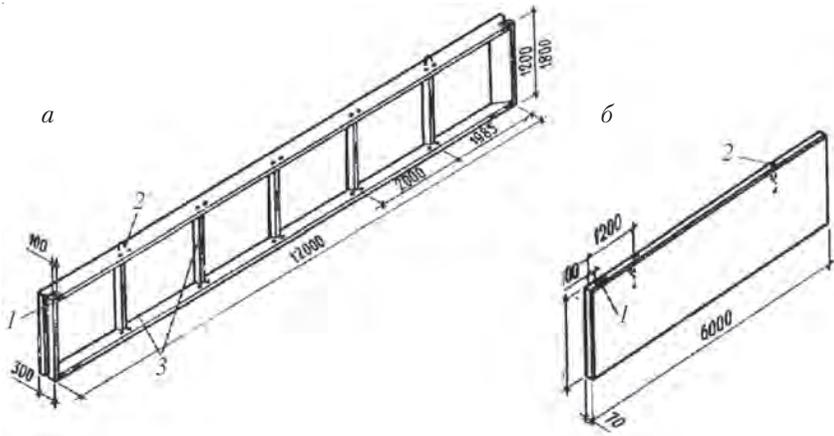


Рис. 7.9. Железобетонные панели неотапливаемых зданий:
a – длиной 12 м; *б* – длиной 6 м; 1 – закладной элемент; 2 – монтажная петля;
 3 – усиливающие ребра

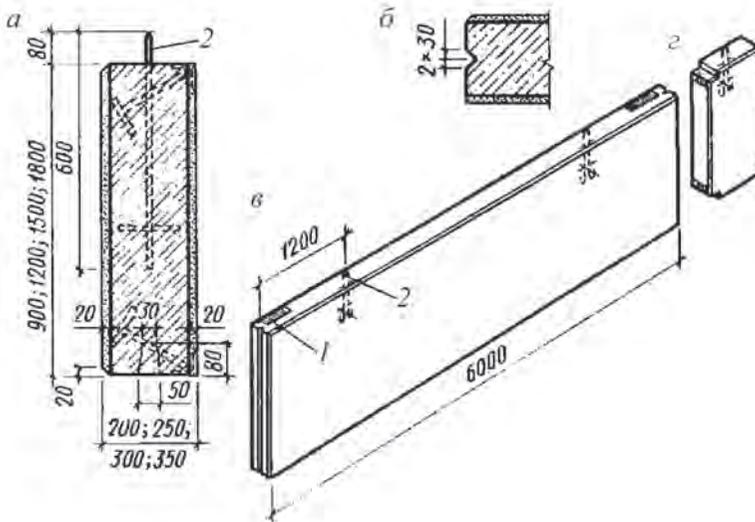


Рис. 7.10. Легкобетонные панели длиной 6 м:
a – сечение; *б* – фрагмент боковой грани; *в* – общий вид; *з* – доборный угловой элемент; 1 – закладная деталь; 2 – монтажная петля

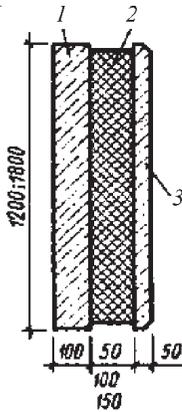


Рис. 7.12. Сечение трехслойной панели:

- 1 – внутренняя железобетонная плита;
- 2 – эффективный утеплитель;
- 3 – наружная железобетонная плита

шлой массы, с высокой индустриальностью, стойки к динамическим воздействиям.

Стены из металлических листов и панелей

Неутепленные стены выполняют из волнистых, ребристых и плоских алюминиевых и стальных листов толщиной 0,7...1,8 мм и шириной до 1,5 м. Длина листов составляет 2...4 м, иногда 10...12 м. К элементам каркаса они крепятся самонарезающими болтами.

Теплозащитную основу металлических стен составляет эффективный утеплитель (пенополиуретан, пенополистирол, пенопласт и др.), который расположен между внутренней и наружной обшивкой.

Особенностью теплозащитных качеств легких металлических стен является их малая тепловая инерция, вынуждающая при определении требуемого общего сопротивления теплопередачи принимать среднюю температуру самых холодных суток или даже абсолютного минимума.

При строительстве в жарком климате стены с толщиной утеплителя 50, 60, 80, 100 мм по условиям теплоустойчивости могут применяться при среднемесячной температуре самого жаркого месяца соответственно 20, 22, 25, 28 °С.

В зданиях, в которых относительная влажность не превышает 60 %, даже при отсутствии пароизоляционного слоя накопление влаги в теплоизоляционном слое не происходит.

Места соединения элементов панели, осуществляемых на клею и винтах, промазывают водостойкой мастикой.

Асбестодеревянные панели размером 5980×1185×170 мм состоят из деревянного каркаса, асбестоцементных обшивок, утеплителя, пароизоляции, располагаемой со стороны помещения. Листы с каркасом панели соединяют шурупами.

Асбестометаллические панели размером 5980×1190×147 мм состоят из алюминиевого каркаса, выполненного из гнутых профилей, асбестоцементных плоских обшивок, утеплителя и пленочной пароизоляции. Обшивку соединяют с каркасом самонарезающими болтами.

Стены из асбестоцементных листов и панелей навесные; они неболь-

Важным фактором достижения требуемых теплозащитных качеств металлических стен является непроницаемость стыка для ветра и осадков. Это определяется плотностью прокладки прилегающих к стыку материалов панели, а также надежностью контакта между ними. Нарушение герметизации стыка может происходить вследствие упругой деформации панелей, под воздействием пульсирующей ветровой нагрузки, намокания и последующего высыхания материалов заполнения, температурных деформаций, потери прочности и упругости уплотнителя и герметика под воздействием солнечного облучения и температуры.

Долговечность металлических стен определяется стойкостью против коррозии листов обшивки и соединительных деталей. Антикоррозионная защита листов с внешней стороны достигается оцинковкой (толщиной 20...25 мкм) и нанесением слоя пластмассы или полимерной пленки. Поверхность, обращенная в толщу стены, покрывается по оцинковке грунтовкой или лаком.

Для обеспечения требуемой долговечности необходима также защита от коррозии металлических деталей крепления, которая заключается в использовании нержавеющей материалов или нанесении на них защитных слоев кадмия, цинка, алюминия и др.

На практике широко распространены *трехслойные бескаркасные панели* (рис. 7.13), в которых наружная и внутренняя облицовка выполняется из стальных оцинкованных рулонных листов толщиной 0,8 мм. Заключенный между ними слой эффективного утеплителя имеет толщину, определяемую климатическими условиями района строительства.

Для отапливаемых зданий, особенно располагаемых в отдаленных и сейсмических районах или на просадочных грунтах, стены возводят из алюминиевых панелей размером 1190×5990×102 мм, которые состоят из периметральной рамы, плоских обшивочных листов толщиной 1 мм и эффективного утеплителя. Стены из таких панелей проектируют навесными и крепят к колоннам анкерами.

Утепленные стены из профилированных листов монтируют из отдельных листов (полистовая сборка) и вертикальных каркасных панелей. Стены имеют навесную конструкцию. К ригелям фахверка их крепят болтами с помощью уголков.

В стенах полистовой сборки листы внутренней обшивки с укрепленной на них теплоизоляцией (клеем или штырями) соединяют с ригелями фахверка крючками, а наружные листы – самонарезающими винтами. Между собой в каждой обшивке листы соединяют комбинированными заклепками.

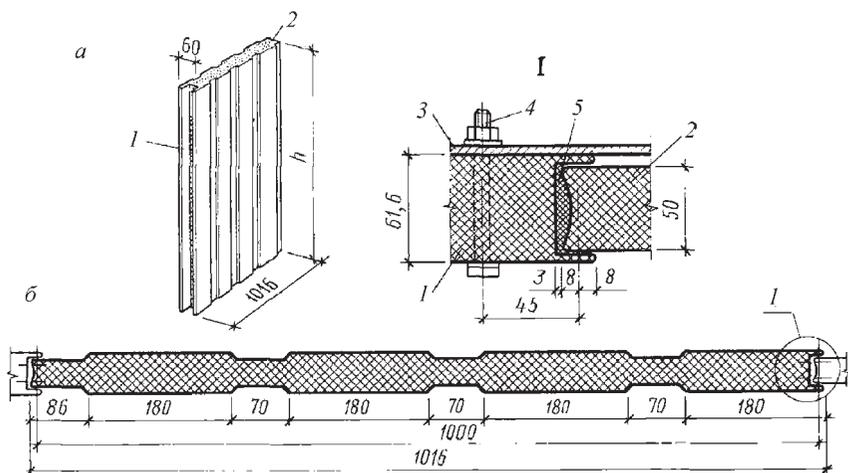


Рис. 7.13. Бескаркасная панель из металлических листов:
 а – общий вид; б – сечение; 1 – паз панели; 2 – гребень панели; 3 – ригель;
 4 – болт; 5 – герметизирующая прокладка

Каркасные панели шириной 3 м и длиной 3...12 м состоят из стальной рамы, наружной и внутренней обшивок и утеплителя. Раму выполняют из гнутых профилей, обшивки – из профилированных листов, утеплителем служит пенопласт, вспенивающийся внутри панели.

Таблица 7.1

Срок службы сэндвич-панелей

Вид покрытия	В обычной среде	В агрессивной среде
Цинк	15 лет	7...10 лет
Алюминий	20 лет	10...15 лет
Полиэстер	25 лет	10...15 лет

В практике строительства широко применяются бескаркасные панели типа «сэндвич» – трехслойные панели с относительно толстым слоем теплоизоляции (пенопласты или минеральная вата) и тонколистовой металлической облицовкой, которая выполняет защитную, конструктивную и декоративную функции. Наружные поверхности обшивки панелей имеют устойчивое к коррозии покрытие, которое обладает

высоким сопротивлением к истиранию, взаимодействию с кислотными средами и ультрафиолетовому излучению (табл. 7.1).

По функциональному назначению сэндвич-панели бывают:

- стеновые;
- кровельные;
- отделочные (для реконструкции и утепления старых зданий и помещений);

Преимущества сэндвич-панелей:

- легкость транспортировки;
- снижение нагрузок на фундамент в 100 раз и более;
- элемент полной заводской готовности;
- идеальная поверхность и широкая цветовая гамма не требует дополнительной обработки и наружной или внутренней отделки;
 - оболочка изготовлена из надежной по физико-техническим свойствам оцинкованной стали с антикоррозионным покрытием, грунтовкой и полимерным покрытием, что гарантирует низкое влагопоглощение (при нарушении герметичности соединений влагопоглощение составляет не более 35 %);
 - здание из этих панелей легко демонтируется и монтируется на другом месте.

Область применения панелей:

- объекты пищевой промышленности, торговли и общественного питания;
- производственные и административные здания промышленных предприятий, включая вспомогательные и бытовые помещения;
- склады, терминалы и порты;
- сельскохозяйственные сооружения различного назначения;
- гостиницы, магазины, предприятия связи и бытового обслуживания, холодильные и морозильные камеры;
- культурно-зрелищные объекты, спортивные сооружения;
- утепление и шумоизоляция существующих зданий.

В промышленных зданиях независимо от их назначения устраивают различные типы перегородок, количество которых необходимо сводить к минимуму, так как они снижают степень универсальности зданий, ухудшают естественное освещение и воздухообмен в помещениях.

По функциональному назначению перегородки могут быть:

- *разделительные* – устраиваются на всю высоту помещения для разделения больших площадей на отдельные участки. Их также устраивают в тех случаях, когда температурно-влажностный режим на отдельных участках имеет разные параметры;

- *выгораживающие* – не доходят до потолка и предназначены для выделения отдельных участков под вспомогательные производства.

Они могут быть из штучных материалов (кирпичные, из гипсовых плит, из профильного стекла и т. п.); каркасно-обшивные и панельные (рис. 7.14, 7.15).

К ним предъявляют требования по прочности, устойчивости, светопропусканию, теплоизолирующей способности, огнестойкости, звукоизоляции, герметичности и т. д.

Кирпичные перегородки используют в качестве противопожарных конструкций, в стесненных условиях, при небольшой высоте, а также в помещениях с влажным и мокрым режимом. Они состоят из стального или железобетонного фахверка, заполненного кирпичной кладкой, которую устраивают толщиной в 1, $1/2$ или $1/4$ кирпича. Кладку ведут после монтажа основного каркаса. Поперечные перегородки обычно прислоняются к основному каркасу, а продольные располагаются между колоннами.

Перегородки из гипсовых плит имеют аналогичное решение, но их область применения ограничивается помещениями с сухим и нормальным режимами.

Профильное стекло используют для устройства перегородок, если им необходимо обеспечить светопропускание. При этом цокольная часть перегородки на высоту 0,6...1,2 м выполняется из кирпича.

Каркасно-обшивные перегородки состоят из стального или деревянного каркаса, обшитого с двух сторон гипсокартонными листами, цементно-стружечными плитами или другими листовыми материалами, между которыми располагается слой звукоизоляции. Каркас состоит из направляющих и стоек, располагаемых с шагом 0,6 м. Стальной каркас выполняют из оцинкованного швеллера сечением 100×50×0,8 мм. Листы обшивки крепят к стальному каркасу самонарезающими винтами, а к деревянному – шурупами.

Панельные перегородки изготавливают из тяжелого бетона класса В7,5, легкого бетона классов В5 и В7,5, гипсобетона класса В3,5 и экструдионного асбестоцемента (табл. 7.2).

Номенклатура бетонных панелей включает изделия толщиной 80 мм и высотой 0,6; 0,9; 1,2; 1,5; 1,8; 2,75; 3 м и гипсобетонных панелей высотой 1,2; 1,5; 2,75; 3 м.

Панели могут быть глухими и с дверными проемами. Перегородки состоят из железобетонных или стальных стоек фахверка, размещенных с шагом 6 м, и горизонтально расположенных панелей. В одноэтажных зданиях в перегородках до отметки 3 м используют панели только

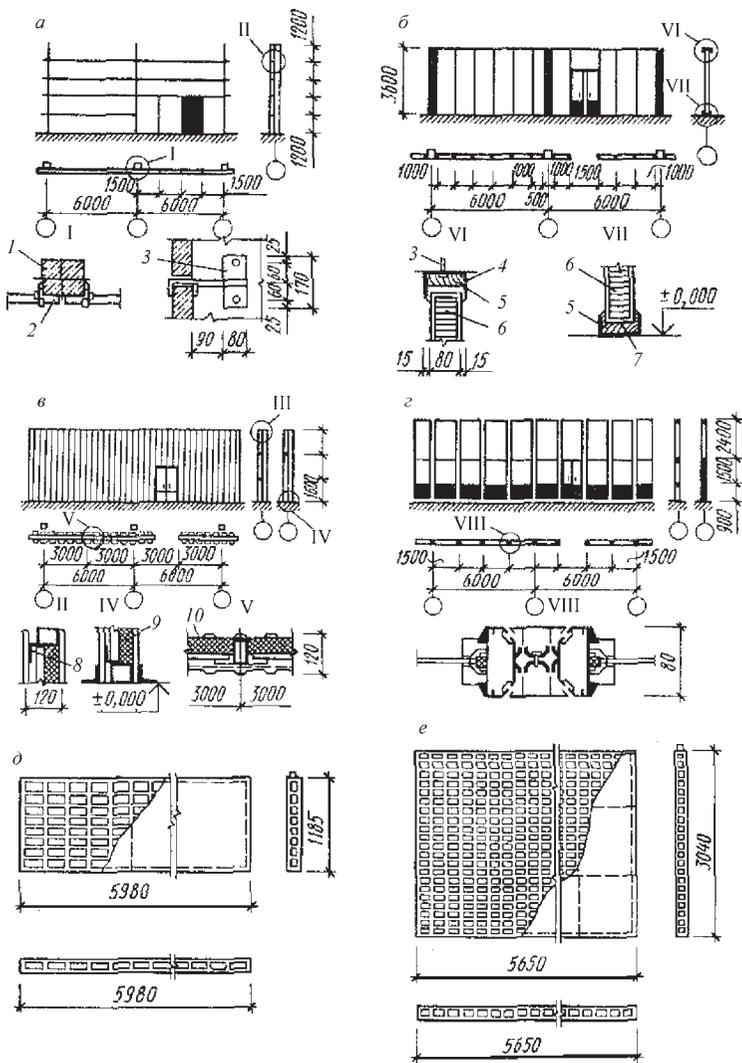


Рис. 7.14. Конструкции сборных перегородок: *а* – железобетонных панельных; *б* – стекло-гипсовых; *в* – из стального профилированного настила; *г* – алюминиевых панельных для герметизированных помещений; *д*, *е* – то же, кирпичных панельных перегородок одно- и многоэтажных зданий; 1 – колонна; 2 – панели-перегородки; 3 – дюбель; 4 – гнутый профиль; 5 – деревянный брус; 6 – стеклогипсовая панель; 7 – герметик; 8 – угловой профиль; 9 – утеплитель; 10 – стальной профилированный лист

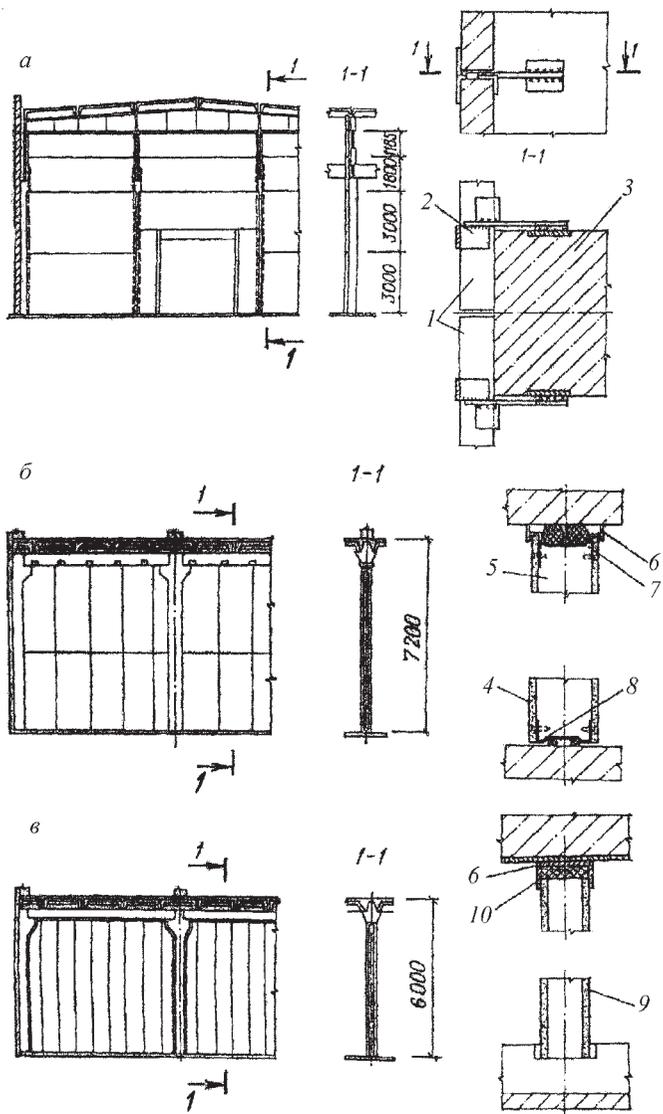


Рис. 7.15. Перегородки:

а – из железобетонных панелей, *б* – каркасно-обшивные; *в* – из экструзионных асбестоцементных панелей; 1 – железобетонная панель; 2 – крепежный элемент; 3 – колонна каркаса; 4 – гипсокартонный лист; 5 – стойка каркаса; 6 – нащельник; 7 – уплотнитель; 8 – направляющая; 9 – экструзионная асбестоцементная панель; 10 – крепежные стальные уголки

Таблица 7.2

Область применения панельных перегородок

Степень агрессивности воздействия газовой среды	Группа агрессивных газов	Влажностный режим помещения	Способы защиты панелей		
			из легкого бетона	из тяжелого бетона	
Неагрессивная	Без агрессивных газов А	Сухой Нормальный Сухой Нормальный	Без защиты	Без защиты	Без защиты
				Без защиты	Без защиты
				Без защиты	Без защиты
				Без защиты	Без защиты
Слабоагрессивная	Без агрессивных газов А	Влажный или мокрый То же	Не применяются	То же	Не применяются
				То же	Не применяются
				То же	Не применяются
				То же	Не применяются
Среднеагрессивная	Без агрессивных газов В	Сухой	Лакокоросочное покрытие II группы, арматура – без защиты	Без защиты	Не применяются
				Без защиты	Не применяются
				Без защиты	Не применяются
				Без защиты	Не применяются
Среднеагрессивная	Без агрессивных газов С	Влажный или нормальный	Лакокоросочное покрытие II группы, арматура – без защиты	То же	Без защиты
				То же	Без защиты
				То же	Без защиты
				То же	Без защиты
Среднеагрессивная	Без агрессивных газов В	Влажный или нормальный	Лакокоросочное покрытие II группы, арматура – без защиты	То же	Без защиты
				То же	Без защиты
				То же	Без защиты
				То же	Без защиты
Среднеагрессивная	Без агрессивных газов С	Сухой	Лакокоросочное покрытие II группы, арматура – без защиты	То же	Без защиты
				То же	Без защиты
				То же	Без защиты
				То же	Без защиты
Среднеагрессивная	Без агрессивных газов D	Сухой	Лакокоросочное покрытие II группы, арматура – без защиты	То же	Без защиты
				То же	Без защиты
				То же	Без защиты
				То же	Без защиты

Применения. 1. Применение панелей из легких бетонов не допускается в среднеагрессивных средах, содержащих HCl, H₂S и SO₂.

2. Защитные лакокоросочные покрытия наносят на бетонную поверхность со стороны воздействия газовой среды.

из тяжелого бетона, а на высоте межферменного пространства применяют каркасно-обшивные панели, включающие деревянный каркас, обшивку из негорюемых листовых материалов и заполнение из теплоизоляционных плит. В бескаркасных зданиях перегородки крепят распорными дюбелями.

Перегородки из экструзионных асбестоцементных панелей применяют в помещениях при относительной влажности воздуха до 75 % и слабо- или среднеагрессивной среде. В зданиях высотой до 4,8 м используют панели толщиной 60 мм, а при большей высоте – 80 мм. Перегородки решены по самонесущей схеме из вертикально размещенных панелей, которые устанавливаются в паз бетонной подготовки пола, а вверху крепятся при помощи металлических соединительных элементов к несущим конструкциям.

Для зданий комплектной поставки из легких металлических конструкций используют перегородки из панелей с обвязкой из тонкостенных гнутых стальных профилей и заполнением из асбестоцементных листов, цементно-стружечных плит и др.

В производственных зданиях с герметизированными помещениями применяют сборно-разборные перегородки из панелей с алюминиевой обвязкой и заполнением из листового пластика или стекла.

Для выгораживания отдельных участков предназначены консольные сетчатые перегородки высотой 1,8 и 2,4 м, состоящие из трубчатых стальных стоек, устанавливаемых с шагом 1,5 м, и закрепляемых к ним сетчатых щитов, нижняя часть которых имеет обшивку из стального профилированного листа.

7.2. Полы

Выбор конструктивного решения пола следует осуществлять в конкретных условиях строительства с учетом обеспечения:

- надежности и долговечности принятой конструкции;
- экономного расходования цемента, металла, древесины и других строительных материалов;
- широкого использования местных строительных материалов и отходов промышленных производств;
- отсутствия влияния вредных факторов примененных в конструкции полов материалов;
- оптимальных гигиенических условий для людей;
- минимума трудозатрат на устройство и эксплуатацию;

максимальной механизации процесса устройства;
пожаровзрывобезопасности.

Выбор конструкции пола определяется видом и интенсивностью силовых и несиловых воздействий, которым он подвергается в период эксплуатации здания, а также спецификой предъявляемых к нему требований, обусловленных протекающим в помещении технологическим процессом.

К *силовым воздействиям* относят механическое, включающее ходьбу людей, движение безрельсового транспорта, удары от падения твердых предметов, спускание тяжелых грузов и оборудования, сосредоточенные и распределенные нагрузки на пол. Интенсивность механических воздействий на полы следует принимать по табл. 7.3.

К *несиловым воздействиям* относят влияние, оказываемое на пол различными жидкостями – водой, растворами кислот, щелочей, органических веществ, минеральными маслами и эмульсиями, а также тепловые воздействия, которые принимают с условной градацией 50; 100; 500; 800 и 1400 °С.

Таблица 7.3

**Интенсивность механических воздействий
(согласно СНиП 2.03.13–88)**

Механическое воздействие	Интенсивность механических воздействий			
	весьма значительная	значительная	умеренная	слабая
Движение пешеходов на 1 м ширины прохода, число людей в сутки	–	–	500 и более	Менее 500
Движение транспорта на гусеничном ходу на одну полосу движения, ед./сут	10 и более	Менее 10	Не допускается	Не допускается
Движение транспорта на резиновом ходу на одну полосу движения, ед./сут	Более 200	100...200	Менее 100	Только движение ручных тележек

Механическое воздействие	Интенсивность механических воздействий			
	весьма значительная	значительная	умеренная	слабая
Движение тележек на металлических шинах, перекачивание круглых металлических предметов на одну полосу движения, ед./сут	Более 50	30–50	Менее 30	Не допускается
Удары при падении с высоты 1 м твердых предметов массой, кг, не более	20	10	5	2
Волочение твердых предметов с острыми углами и ребрами	Допускается	Допускается	Не допускается	Не допускается
Работа острым инструментом на полу (лопатами и др.)	Допускается	Допускается	Не допускается	Не допускается

Интенсивность воздействия жидкостей на пол следует считать:

- *малой* – незначительное воздействие жидкостей на пол; поверхность пола сухая или слегка влажная; покрытие пола жидкостями не пропитывается; уборку помещений с разливанием воды из шлангов не производят;

- *средней* – периодическое увлажнение пола, вызывающее пропитывание покрытия жидкостями; поверхность пола обычно влажная или мокрая; жидкости по поверхности пола стекают периодически;

- *большой* – постоянное или часто повторяющееся стекание жидкостей по поверхности пола.

Зона воздействия жидкостей вследствие их переноса на подошвах обуви и шинах транспорта распространяется во все стороны (включая смежные помещения) от места смачивания пола: водой и водными растворами на 20 м, минеральными маслами и эмульсиями – на 100 м.

Мытье пола (без разливания воды) и случайные редкие попадания на него брызг, капель и т. п. не считаются воздействием на пол жидкостей.

В помещениях со средней и большой интенсивностью воздействия на пол жидкостей следует предусматривать уклоны полов:

- 0,5...1 % – при бесшовных покрытиях и покрытиях из плит (кроме бетонных покрытий всех видов);
- 1...2 % – при покрытиях из брусчатки, кирпича и бетонов всех видов.

Уклоны лотков и каналов в зависимости от применяемых материалов должны быть не менее указанных. Направление уклонов должно быть таким, чтобы сточные воды стекали в лотки, каналы и трапы, не пересекая проездов и проходов. Уклон полов на перекрытиях следует создавать применением стяжки переменной толщины, а полов на грунте – соответствующей планировкой грунтового основания.

Для сохранения эксплуатационных качеств к полам предъявляется ряд требований: достаточная механическая прочность, жаростойкость, химическая стойкость, водостойкость, водонепроницаемость, диэлектричность, неискриемость при ударах и др.

Полы промышленных зданий должны обладать ровной и гладкой поверхностью, не скользить, не пылить, быть малоистираемыми, иметь хорошую эластичность, устраняющую повреждение предметов при падении на пол, быть бесшумными. Они должны быть индустриальными в устройстве, обеспечивать проведение быстрого и малотрудоемкого ремонта, легко очищаться и долго сохранять внешний вид. При всех этих условиях должны соблюдаться требования промышленной санитарии и гигиены, а также пожарной безопасности.

Проектирование полов следует осуществлять в зависимости от заданных воздействий на полы и специальных требований к ним, с учетом климатических условий строительства.

В помещениях для хранения и переработки пищевых продуктов необходимо применять полы без пустот (воздушного пространства под покрытием).

По своей структуре полы могут быть *однослойными* и *многослойными*, а по технологии осуществления покрытия – *монолитными (сплошными)* или настилаться из *штучных* и *рулонных* материалов.

Конструкция полов состоит из покрытия, прослойки, стяжки, гидроизоляции и основания.

Покрывтие – верхний элемент пола, непосредственно подвергающийся эксплуатационному воздействию, по виду которого пол носит свое наименование.

Таблица 7.4

Типы покрытия полов общественных, административных и бытовых помещений (согласно СНиП 2.03.13–88)

Помещения	Покрытия
Коридоры в конторах, конструкторских бюро, вспомогательных зданиях, удаленных от наружных дверей зданий более чем на 20 м	Линолеум Поливинилхлоридные плитки Дощатое Сверхтвердые древесно-волоконистые плиты Паркетное
Помещения общественных зданий, эксплуатация которых не связана с постоянным пребыванием людей в них (фойе зрелищных предприятий и т. п.)	Эпоксидное наливное толщиной 2...4 мм Мозаично-бетонное шлифованное (для покрытий следует применять бетон класса не ниже В15) Цементно-бетонное шлифованное (для покрытий следует применять бетон класса не ниже В15) Плиты из природного камня Мраморные плиты, в том числе колотые
Рабочие комнаты, кабинеты, комнаты персонала в конторах, конструкторских бюро, вспомогательных зданиях и т. п.	Линолеум Поливинилхлоридные плитки
Зона хранения уличной одежды в гардеробных	Дощатое Паркетное
Ванные, душевые, умывальные, уборные в зданиях различного назначения	Цементно-бетонное шлифованное ¹ Мозаично-бетонное шлифованное ¹ Латексцементно-бетонное Керамические плиты
Торговые залы магазинов и предприятий общественного питания, удаленные от наружных дверей более чем на 20 м, а также расположенные на втором и последующих этажах	Шлакоситалловые плиты Поливинилацетатцементно-бетонное ¹ Дощатое Паркетное
Кухни, мойки и заготовительные помещения предприятий общественного питания	Цементно-бетонное шлифованное ¹ Мозаично-бетонное Керамические плиты Шлакоситалловые плиты

¹ Для покрытий следует применять бетон класса не ниже В15.

Тип покрытия пола в общественных, административных и бытовых зданиях следует назначать в зависимости от вида помещения в соответствии с табл. 7.4.

Виды отделки поверхности покрытий полов представлены в табл. 7.5.

Тип покрытия пола производственных помещений следует назначать в зависимости от вида и интенсивности механических, жидкостных и тепловых воздействий с учетом специальных требований к полам по табл. 7.6 и 7.9.

Толщину и прочность материала сплошных покрытий и плит покрытия пола следует назначать по табл. 7.7.

Прослойка – промежуточный слой, связывающий покрытие с нижележащими элементами пола или перекрытием (цементно-песчаные растворы, битумные или дегтевые мастики, растворы на жидком стекле и др.).

Выбор типа и назначение толщины прослойки следует производить в зависимости от действующих воздействий на полы согласно табл. 7.8.

Таблица 7.5

Отделка поверхности покрытий полов (согласно СНиП 2.03.13–88)

Покрытие	Способ отделки поверхности покрытия пола при требовании	
	малого пылеотделения	беспыльности ¹
Цементно-бетонное Цементно-песчаное Мозаично-бетонное	Шлифование, пропитка уплотняющими составами, флюатирование	Шлифование с покрытием полимерными красками, лаками, эмалями, в том числе с антистатиками
Поливинилацетатцементно-бетонное Латексцементно-бетонное Ксилолитовое Поливинилацетатцементно-опилочное	Шлифование	–

¹ Указанное требование должно удовлетворяться в помещениях, где пылеотделение от пола приводит к нарушению нормального режима работы технологического оборудования и автоматизированного транспорта с числовым программным устройством.

Виды воздействий на пол (согласно СНИП 2.03.13-88)

Покрытие	Интенсивность воздействий на пол						Пылесотделение	Электропроводность	Безыскровость			
	движения			волы	минеральных масел и эмульсий из них	органических распорителей				веществ животного происхождения	кислот и их растворов	щелочей и их растворов
	пешеходов	тележек	транспорта									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Цементно-песчаное	НО	У	У	Б	Б	Б	М	НД	М	С	Э	БИ
Цементно-бетонное	НО	ВЗ	ВЗ	Б	Б	Б	М	НД	С	С	Э	БИ
Мозаично-бетонное	НО	У	ВЗ	Б	НД	НД	НД	С	С	С	НЭ	БИ
Полivinиладцетатцементнобетонное	НО	У	З	Б	Б	Б	М	НД	С	М	Э	БИ
Латексцеметнобетонное	НО	З	ВЗ	Б	М	С	М	М	М	М	Э	БИ
Кислотостойкий бетон на жидком стекле с уплотняющей добавкой	НО	ВЗ	ВЗ	С	Б	Б	М	Б	НД	С	Э	И
Жаростойкий бетон на поргланцементе с хромитом и заполнителем из шлака	НО	У	ВЗ	М	Б	Б	НД	НД	М	С	Э	И
Бетонное с упрочненным верхним слоем	НО	ВЗ	ВЗ	М	Б	Б	М	НД	М	С	Э	И
Плиты из жаростойкого бетона на поргланцементе с хромитом и заполнителем из шлака по прослойке из песка	НО	ВЗ	ВЗ	М	М	М	НД	НД	М	С	Э	И
Металлоцементное по прослойке из цементно-песчаного раствора с прочностью на сжатие 30 МПа	НО	ВЗ	ВЗ	М	Б	Б	М	НД	М	С	Э	И
Киснолитовое	НО	У	НД	НД	М	М	НД	НД	НД	С	Э	БИ

Продолжение табл. 7.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Поливилантациментноопилочное	НО	У	НД	НД	М	М	НД	НД	НД	С	Э	БИ
Поливилантациментное мастичное	НО	НД	НД	НД	М	М	НД	НД	НД	БП	Э	И
Эпоксидное мастичное наливное	НО	НД	НД	НД	М	М	М	НД	НД	БП	НЭ	И
Брусчатка по прослойке из песка	НО	У	ВЗ	С	Б	М	НД	НД	НД	НД	Э	И
Брусчатка по прослойке из цементно-песчаного раствора	НО	У	ВЗ	Б	Б	Б	М	НД	С	НД	Э	И
Стальные плиты по прослойке из мелкозернистого бетона	НО	ВЗ	ВЗ	М	Б	Б	НД	НД	НД	НД	Э	И
Чугунные двырчатые плиты по прослойке из мелкозернистого бетона	НО	ВЗ	ВЗ	Б	Б	Б	М	Б	НД	НД	Э	И
Чугунные плиты с опорными выступами по прослойке из песка	НО	ВЗ	ВЗ	М	М	М	НД	Б	НД	НД	Э	И
Торцовое на битумной или дегтевой мастике	НО	ВЗ	ВЗ	НД	З	М	НД	Б	НД	НД	НЭ	БИ
Асфальтобетонные плиты по прослойке из битумной мастике	НО	З	З	Б	НД	НД	НД	С	С	С	НЭ	БИ
Цементобетонные плиты по прослойке из цементно-песчаного раствора	НО	З	З	Б	Б	Б	М	НД	С	С	Э	БИ
Мозаично-бетонные плиты по прослойке из цементно-песчаного раствора	НО	У	З	Б	Б	Б	М	НД	С	М	Э	БИ
Мраморные плиты по прослойке из цементно-песчаного раствора	НО	НД	У	Б	Б	Б	С	НД	С	М	Э	И
Плиты из изверженных горных пород по прослойке из цементно-песчаного раствора	НО	З	ВЗ	Б	Б	Б	С	НД	С	М	Э	И
Керамические плитки	НД	НД	НД	В зависимости от типа прослойки по табл. 7.8					М	Э	И	

Окончание табл. 7.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
Керамические плитки Кислотоупорные Шлакостабильные плитки Каменные литые плитки Кислотоупорный кирпич плашмя Кислотоупорный кирпич на ребро Поливинилхлоридный пластикат Штучный и наборный паркет Линолеум, плитки поливинилхлоридные Рулонное на основе химических волокон Глинобетонное, глинобитное Щебеночное, пропитанное битумом Щебеночное, гравийное Шлаковое	НД	У	З	В зависимости от типа прослойки по табл. 7.8									С	Э	И
	НО	У	З	В зависимости от типа прослойки по табл. 7.8									М	Э	И
	НО	У	З	В зависимости от типа прослойки по табл. 7.8									М	Э	И
	НО	У	ВЗ	В зависимости от типа прослойки по табл. 7.8									С	Э	И
	НО	НД	НД	С	М	М	С	С	С	С	БП	Э	БИ		
	НО	НД	НД	НД	НД	НД	НД	НД	НД	НД	М	НЭ	БИ		
	О	НД	НД	НД	НД	НД	НД	НД	НД	НД	БП	НЭ	БИ		
	О	НД	НД	НД	НД	НД	НД	НД	НД	НД	С	НЭ	БИ		
	НД	НД	НД	НД	НД	М	М	НД	НД	НД	Б	Э	БИ		
	НД	НД	НД	З	С	НД	НД	НД	М	М	Б	Э	БИ		
	НД	НД	НД	НД	М	М	М	НД	НД	НД	Б	Э	БИ		
	НД	НД	НД	НД	М	М	М	НД	НД	НД	Б	Э	БИ		

Примечание. В таблице обозначено: НД – не допускается; НО – не допускается; О – ограничивается (не более 500 чел/сут на 1 м ширины прохода); У – умеренное; Б – большое; М – малое; С – среднее; Э – электропроводное; БИ – безыскровое; ВЗ – весьма значительное; НЭ – неэлектропроводное; З – значительное; Э – электропроводное; И – искрящее; БП – беспыльное

Таблица 7.7

Толщина и прочность материала сплошных покрытий (согласно СНиП 2.03.13–88)

Материал покрытия пола	Интенсивность механических воздействий на пол							
	весьма значительная		значительная		умеренная		слабая	
	толщина покрытия, мм	класс бетона по прочности на сжатие или прочность материала покрытия, МПа (кгс/см ²)	толщина покрытия, мм	класс бетона по прочности на сжатие или прочность материала покрытия, МПа (кгс/см ²)	толщина покрытия, мм	класс бетона по прочности на сжатие или прочность материала покрытия, МПа (кгс/см ²)	толщина покрытия, мм	класс бетона по прочности на сжатие или прочность материала покрытия, МПа (кгс/см ²)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Бетон: цементный мозаичный	50	В40	30	В30	25	В22,5	20	В15
	Не применяется	Не применяется	30	40 (400)	25	30 (300)	20	20 (200)
полвиниллацетатно- и латексцеллюлозные	Не применяется	Не применяется	30	40 (400)	20	30 (300)	20	20 (200)
	Не применяется	Не применяется	40	25 (250)	30	20 (200)	20	20 (200)
Асфальтобетон	Не применяется	Не применяется	50	–	40	–	25	–
Цементно-песчаный раствор	Не применяется	Не применяется	Не применяется	Не применяется	30	30 (300)	20	20 (200)
	40	50 (500)	20	50 (500)	Не применяется	Не применяется	Не применяется	Не применяется
Полвиниллацетатно-цементно-опилочный состав	Не применяется	Не применяется	Не применяется	Не применяется	20	–	15	–
	Не применяется	Не применяется	Не применяется	Не применяется	20	–	15	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Наливной состав на основе синтетических смол и водных дисперсий полимеров	Не применяется	Не применяется	Не применяется	Не применяется	Не применяется	Не применяется	2-4	—
	Не применяется	Не применяется	Не применяется	Не применяется	20	—	15	—
	Шлифы:	Не применяется	Не применяется	Не применяется	30	B22,5	30	B15
	цементно-бетонные	Не применяется	40	B30	30	30 (300)	20	20 (200)
	мозаечно-бетонные	Не применяется	40	40 (400)	30	—	30	—
	асфальтобетонные	Не применяется	50	—	40	—	15-20	—
	керамические	Не применяется	50	—	30-35	—	—	—
	слоупорные	Не применяется	Не применяется	Не применяется	15-20	—	10-15	—
	шлакосиликатные	40	—	25-30	—	Не применяется	Не применяется	Не применяется
	каменного литья	Не применяется	Не применяется	Не применяется	20	—	15	—
	диабазовые	Не применяется	Не применяется	Не применяется	30	30 (300)	20	20 (200)
	цементно-песчаные	Не применяется	Не применяется	Не применяется	30	30 (300)	20	20 (200)

Таблица 7.8

Тип прослойки в полах (согласно СНиП 2.03.13-88)

Прослойка	Толщина прослойки, мм	Предельно допустимая интенсивность воздействия на пол жидкостей										Нагрев пола до температуры, °С
		воды и растворов нейтральной реакции	минеральных масел и эмульсий из них	органических растворителей	веществ животного происхождения	концентрация ¹ , % не более	кислот	интенсивность	концентрация, % не более	щелочей	интенсивность	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
Цементно-песчаный раствор	10–15	Большая	Большая	Большая	Малая	—	Не допускается	8	Малая	100		
Цементно-песчаный раствор с добавкой латекса	10–15	Большая	Малая	Средняя	Средняя	$\frac{0^2}{10}$	Малая	8 ³	Средняя	100		
На жидком стекле с уплотняющей добавкой	10–12	Большая	Малая	Большая	Большая	100	Большая	—	Не допускается	100		
На основе синтетических смол (реактопластов)	3–4	Большая	Малая	Средняя	Большая	$\frac{15^4}{30}$	Большая	15	Средняя	70		
Горячая битумная мастика	2–3	Большая	Не допускается	Не допускается	Не допускается	$\frac{10}{20}$	Большая	8	Средняя	70		
Мелкозернистый бетон класса не ниже В30	30–35	Большая	Большая	Большая	Малая	—	Не допускается	8	Малая	100		
Песок	220	Не допускается										1000–1400 ⁵
	150											600–1000 ⁵
	100											200–600 ⁵

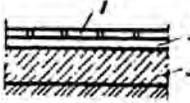
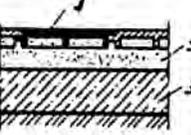
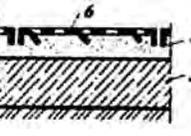
Окончание табл. 7.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Песок	60									Менее 200 ⁵
Теплоизоляцион- ные материалы	150									1000– 1400 ⁵
	100									600– 1000 ⁵
	70									200– 600 ⁵
	60									Менее 200 ⁵

Не допускается

- Примечания.* 1. Над чертой указаны: азотная, серная, соляная, фосфорная, хлорноватистая, хромовая, уксусная; под чертой – масляная, молочная, муравьиная, шавелевая кислоты. Наибольшая концентрация указанных кислот принята равной 100 %.
2. При заполнении швов полимерными мастиками 5 %.
3. При заполнении швов полимерными мастиками 15 %.
4. Для окисляющих сред не более 5 %.
5. При установке на пол горячих предметов, деталей, проливах расплавленного металла и т. п., нагретого воздуха на уровне пола.
6. Температурой пола условно считается температура воздуха на уровне пола или температура горячих предметов при контакте с полом.
7. Приведенный в таблице тип прослойки может быть применен при воздействиях, не превышающих ограничений, установленных в таблице.

Полы промышленных зданий (разрезы)

Виды полов			
сплошные		из штучных материалов	
цементные и бетонные	асфальто-бетонные	плиточные	металлические
			 

Примечание: 1 – керамическая плитка; 2 – цементно-песчаный раствор; 3 – бетон; 4 – чугунные плитки; 5 – песок; 6 – стальные плитки.

Стяжка (основание под покрытие) – слой, служащий для выравнивания поверхности нижележащего слоя пола или перекрытия, придания покрытию пола на перекрытии заданного уклона, укрытия различных трубопроводов, распределения нагрузок по нежестким нижележащим слоям пола на перекрытии. Они бывают сплошные и сборные, из цементно-песчаного раствора, бетона и др.

Гидроизоляционный слой – слой, препятствующий прониканию через пол сточных вод и других жидкостей, а также прониканию в пол грунтовых вод.

Гидроизоляцию от проникания сточных вод и других жидкостей следует предусматривать только при средней и большой интенсивности воздействия их на пол:

- воды и нейтральных растворов – в полах на перекрытии, на просадочных и набухающих грунтах основания, а также в полах на пучинистых грунтах основания пола в неотапливаемых помещениях;
- органических растворителей, минеральных масел и эмульсий из них – только в полах на перекрытии;
- кислот, щелочей и их растворов, а также веществ животного происхождения – в полах на грунте и на перекрытии.

Для защиты от проникания воды, нейтральных и химически агрессивных жидкостей следует применять изол, гидроизол, бризол, полиизобутилен, поливинилхлоридную пленку, дублированный полиэтилен и др.

Основанием полов, устраиваемых на грунте, служит *подстилающий слой* (подготовка) – элемент, распределяющий нагрузки по основанию. Подстилающие слои могут быть *нежесткие* (песок, шлак, щебень и др.) и *жесткие* (армированный бетон, кислотоупорный бетон на жидком стекле и др.).

Толщину подстилающего слоя следует устанавливать расчетом в зависимости от действующей на пол нагрузки, применяемых материалов и свойств грунта основания. Толщина подстилающего слоя должна быть не менее, мм:

- песчаного.....60
- шлакового, гравийного и щебеночного80
- бетонного:
 - в жилых и общественных зданиях80
 - в производственных помещениях100

Для бетонного подстилающего слоя надлежит применять бетон класса по прочности на сжатие не ниже В22,5.

Для уменьшения общей теплопроводности пола на грунте в его конструкцию включают теплоизоляционный слой, а для уменьшения звукопроводности – звукоизоляционный.

В отапливаемых зданиях с длительным пребыванием большого числа людей, в помещениях с температурой воздуха до 23 °С пол должен иметь коэффициент теплоусвоения не более 14 Вт/(м²·°С). В связи с этим в таких помещениях не разрешают устраивать полы из бетона, цемента, керамических плиток и др. материалов, имеющих большой коэффициент теплоусвоения и потому называемых холодными. Непосредственно у станков и других рабочих мест необходимо проектировать теплые и эластичные полы, а в местах проездов цехового транспорта – прочные покрытия, хорошо сопротивляющиеся нагрузкам от транспортных средств.

На отдельных участках здания могут выполняться различные по конструкции полы.

В местах примыкания полов к стенам, перегородкам, колоннам, фундаментам под оборудование, трубопроводам и другим конструкциям, выступающим над полом, следует устанавливать плинтусы.

Съемные полы (рис. 7.16) предназначены для помещений, в которых требуется подпольное пространство для размещения скрытых ком-

муникационных линий электрических связей, воздуховодов и т. д. Помещения со съемными полами могут находиться в одно- и многоэтажных зданиях с высотой этажей не менее 4,2 м.

Съемные полы представляют собой конструкцию, передающую полезные нагрузки плит пола на междуэтажные перекрытия или основание под полы одноэтажных зданий. Они состоят из перекрытия и каркаса, а перекрытие – только из съемных плит, которые опираются по контуру на съемные ригели каркаса пола. Плиты разрабатывают стальными штампованными и алюминиевыми размерами 500×500 и 600×600 мм.

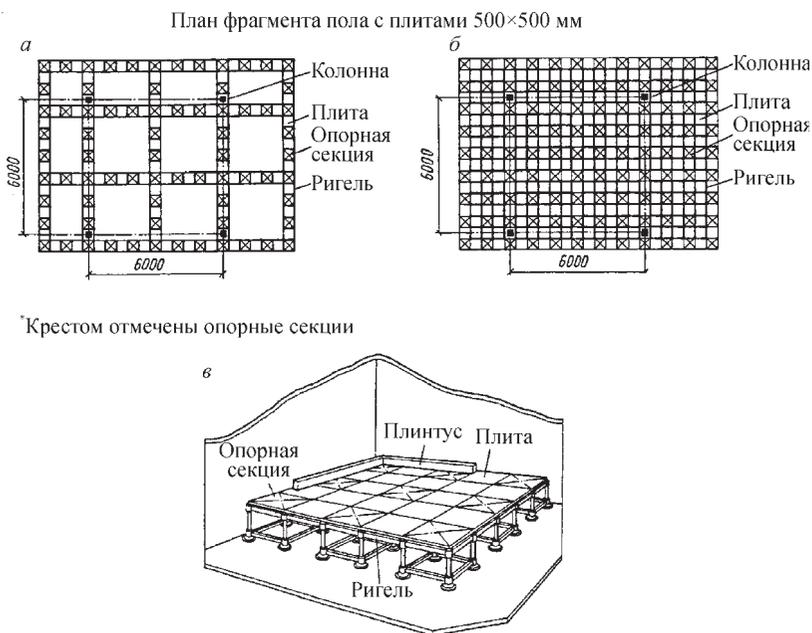


Рис. 7.16. Полы съемные металлические:
а – начало монтажа; *б* – окончательное расположение элементов каркаса;
в – общий вид

Верхняя поверхность стальных и алюминиевых плит имеет антистатическое покрытие, обеспечивающее нейтрализацию статического электричества.

Торцы плит по контуру снабжены окантовкой, выполненной также из антистатических материалов.

Каркас пола независимо от материалов и размера плит перекрытия состоит из ригелей, стоек и обоей. При монтаже пола каждые четыре стойки объединяют в жесткую опорную секцию по низу обоей, а сверху четырьмя ригелями, которые выполнены съемными и предназначены для фиксации плит, стоек в опорной секции и опорных секций между собой, что позволяет вести монтаж укрупненными узлами и сократить его сроки.

Стойка пола включает в себя опору и оголовок с резьбой. Ее длина соответствует высоте пола, равной 300...600 мм. Обойма предназначена для обеспечения устойчивости пола от случайных горизонтальных сил. Она имеет квадратную форму в плане и состоит из четырех точно центрированных по размеру плит втулок и стяжек.

Плиты поднимаются с помощью резинового съемника, прикладываемого к середине плиты. В конструкцию съемного пола входят также доборные элементы: плинтус для сопряжения пола со стеной и доборная стальная плита, состоящая из плоского стального листа с антистатическим покрытием.

Расположение плит пола необходимо планировать с учетом их модульного размера, при этом резка плит по месту должна быть сведена до минимума. За базу отсчета следует принимать в помещениях без колонн угол, равный 90° и образованный стенами без уступов и впадин, в помещениях с колоннами – центр колонн, совмещенный с центром плит.

В современных условиях широко распространены *полимерные наливные полы* – бесшовная конструкция, представляющая собой слой полимера, которым залита бетонная основа пола.

Наливные полы бывают двух видов:

- толстослойные (эстрихи или скриды) – предназначены для выравнивания неровностей;
- финишные самоневилирующиеся – способны «заращивать» мелкие дефекты и растекаться тонкими слоями.

Полимерные полы обладают рядом преимуществ: нескользкие, непыльные, водостойкие, антистатические, устойчивы к перепадам температур, к химическим воздействиям, прочные, стойкие к ударам и механическим нагрузкам, обладают высокой износостойкостью, долговечностью, эластичностью.

Область их применения достаточно широка благодаря высокой износостойкости и прочности.

По виду связующего они могут быть полиуретановые, эпоксидные, эпоксидно-уретановые, полиэфирные и др.

Эпоксидные полы – распространенный вид полимерных (наливных) полов. Они широко распространены в промышленном и гражданском строительстве благодаря возможности придания им разных эксплуатационных характеристик, а также долговечности, экологичности, надежности и удобству в эксплуатации.

Тонкослойные полимерные полы (δ до 0,5 мм) предназначены для устройства промышленных полов со средними механическими нагрузками и для защиты бетонных и цементных полов от агрессивных химических сред.

Высоконаполненные полимерные полы (δ до 10 мм) используются для устройства промышленных полов, подверженных высоким механическим и ударным нагрузкам. Они обладают высокой прочностью и стойкостью, что достигается за счет добавления к покрытию фракционного кварцевого наполнителя.

Наливные полы для участков с высокими механическими нагрузками на основе метилметакриловых смол (ММА) ($\delta = 4 \dots 6$ мм) применяются везде, где полы подвергаются воздействию высоких механических и вибрационных нагрузок или где возможны перепады температуры; одобрены для применения в пищевой промышленности. Покрытие на основе ММА наносится на бетон, асфальт, сталь. Оно устойчиво к ультрафиолетовым лучам, длительному воздействию воды, обладает высокой износоустойчивостью, время высыхания – 2 ч, многоцветное, бесшовное, легко ремонтируется без нарушения герметичности, выдерживает нагрузки до 15 т, температура нанесения – $35 \dots +42$ °С.

Высоконаполненный тонкий наливной пол для легких и средних нагрузок на основе метилметакриловых смол (ММА) ($\delta = 1 \dots 2$ мм) используется для устройства полов складов, гаражей, промышленных зданий и холодильных камер. Покрытие бесшовное, водостойкое, обладает высокой механической прочностью, устойчиво к вибрациям, температура нанесения – $35 \dots +42$ °С.

Акрилоцементный пол ($\delta = 10 \dots 20$ мм) – пол для участков с высокой нагрузкой на истирание (гаражи, склады, «мокрые производства», мясокомбинаты, цеха забоя скота и др.). Он обладает высокой механической прочностью, химической стойкостью, не требует предварительного выравнивания поверхности, срок службы около 30 лет.

Акрилоцементное покрытие для «мокрых производств» ($\delta = 10$ мм) применяется на участках с постоянным проливом воды или мытьем поверхностей водой под давлением. Покрытие бесшовное, гигиеничное, одобрено к прямому контакту с пищевыми продуктами, наносится на бетон.

Саморовняющиеся напольные покрытия для чистых помещений на основе метилметакриловых, эпоксидных и полиуретановых смол (полы в производственных помещениях пищевой, фармацевтической промышленности и др.), в которых счетная концентрация аэрозольных частиц и число микроорганизмов в воздушной среде поддерживают в пределах не выше заданного. Покрытие обеспечивает ровность, гладкость, герметичность поверхности, удобно для проведения уборки различными способами, полностью исключает выделение вредностей.

Антистатическое напольное покрытие на основе специальных метилметакриловых, эпоксидных или полиуретановых смол ($\delta = 1,5...2$ мм) применяется в помещениях с электрооборудованием; удельное электрическое сопротивление пола 25 кОм...1 МОм.

Покрытие для низкотемпературных помещений на основе метилметакриловых смол со специальными морозостойкими добавками ($\delta = 5...7$ мм) – для защиты полов в холодильных камерах и около них.

Покрытие для участков с легкими и средними механическими нагрузками, состоящее из двух слоев: первый – грунтовка – эпоксидное покрытие $\delta = 100...300$ мкм, второй – верхнее эпоксидное покрытие $\delta = 100...300$ мкм. Оно служит для защиты и обеспыливания бетонных полов производственных помещений промышленных зданий; рекомендовано для применения в пищевой промышленности.

Покрытие для участков погрузки-разгрузки на улице на основе метилметакриловых смол со специальными добавками ($\delta = 4...7$ мм), придающими ему высокую прочность, устойчивость к механическим нагрузкам, вибронагрузкам, к суточным и сезонным колебаниям температуры, к агрессивной окружающей среде и ультрафиолетовому излучению. Покрытие бесшовное, легко ремонтируется без нарушения герметичности, ему можно придать шероховатость.

7.3. Покрытия и фанари

Покрытия определяют долговечность и внешний облик здания (табл. 7.10).

Их можно классифицировать в зависимости от

- уклона – *плоские* (уклон менее 2,5 %), *малоуклонные* (уклон 2,5...10 %), *крутоуклонные, с переменным уклоном*;
- конструктивного решения – *бесчердачные (совмещенные)* и *чердачные* (с холодным или теплым чердаком);
- теплоизоляционных свойств – *теплые* (для помещений с повышенной влажностью воздуха, где существует опасность образования

конденсата на внутренней поверхности покрытия, или отапливаемых зданий с наружным водоотводом, чтобы избежать таяния снега на кровле и образования наледей на карнизах), *полутеплые* (для помещений с нормальным температурно-влажностным режимом при внутреннем отводе воды для обеспечения непрерывного подтаивания снега на кровле и беспрепятственного удаления талых вод во внутренние водостоки), *холодные* (для неотапливаемых зданий и зданий с избыточными производственными тепловыделениями);

- системы водоотвода – с внутренним или наружным водоотводом;
- принятой системы освещения и вентиляции – фонарные и бесфонарные;
- материала кровли – рулонные и безрулонные (мастичные), асбестоцементные, из плит, черепицы, кровельной листовой стали и др.

Покрытие имеет несущую и ограждающую части.

Несущая часть воспринимает нагрузки от снега, ветра, собственной массы и передает их на стены или каркас здания. Она состоит из несущих конструкций (железобетонные панели, балки, стропила, фермы) и настила, который может быть по прогонам и беспрогонным. *Настилы по прогонам* выполняют как с железобетонными, так и со стальными прогонами, на которые укладывают настилы из асбестоцементных, стальных или алюминиевых профилированных листов. *Беспрогонные настилы* устраивают путем укладки крупноразмерных элементов по верху несущих конструкций покрытия. Такими настилами могут служить железобетонные ребристые плиты размером 12×1,5; 12×3; 6×1,5; 6×3 м с простым или напряженным армированием.

Ограждающая часть служит для отвода осадков; должна быть водонепроницаемой, стойкой против солнечной радиации и мороза, не подвергаться короблению, растрескиванию и расплавлению.

Состав ограждающей части покрытия зависит от температурно-влажностного режима внутри здания.

В неотапливаемых зданиях, а также в зданиях с избыточными производственными тепловыделениями при условии нормальной влажности внутреннего воздуха ограждающие конструкции покрытия выполняются *неутепленными*.

В отапливаемых зданиях, а также в зданиях с избыточными производственными тепловыделениями при условии повышенной влажности во избежание образования конденсата на нижней поверхности ограждений ограждающие конструкции покрытий выполняются *утепленными*.

Таблица 7.10

Кровельные покрытия производственных зданий

Характеристика покрытия	Материал несущей части покрытия				
	волнистые асбестоцементные листы 1,75×0,994; 2×0,994 м	стальные профилированные оцинкованные листы 0,68×12; 0,782×12 м	стальной профилированный штампованный лист 0,66×12 м	железобетонные ребристые плиты 1,5×6; 3×6; 1,5×12; 3×12 м	многослойные кровельные панели 3×6; 3×12 м
Уклон покрытия	$10\% \leq i \leq 25\%$		$i = 0^\circ$ (незаливаемое, заливаемое) или $1,5\% \leq i \leq 5\%$		
Водоотвод	Наружный		Внутренний		
Конструктивное решение	Прогонное		Беспрогонное		
Теплотехническое решение	Холодные		Холодные, полутеплые		Полутеплые, теплые
Верхний свет	Фонарные или бесфонарные				

В зависимости от эксплуатационного режима ограждающая часть покрытия может быть *вентилируемой* и *невентилируемой*. Назначением вентиляционных продухов является отвод водяных паров из-под кровельного ковра. Вентилируемые покрытия устраивают также в южных районах для защиты помещений от перегрева.

Водоотвод с кровли производственных зданий бывает наружный и внутренний.

Наружный водоотвод устраивают:

- в неотапливаемых зданиях без избыточных тепловыделений;
- отапливаемых зданиях высотой до 10 м, при этом длина ската кровли в одну сторону не должна превышать 36 м.

Его выполняют либо по всему фронту ската (неорганизованный), либо с помощью системы водосточных труб.

Внутренний водоотвод устраивают:

- в отапливаемых зданиях с совмещенными полутеплыми покрытиями;
- в неотапливаемых зданиях с избыточными тепловыделениями, обеспечивающими положительную температуру в здании.

При его устройстве атмосферные осадки с кровель удаляют через воронки и стояки в ливневую канализацию (рис. 7.17).

Места расположения воронок выбирают в соответствии с профилем здания вдоль наружных стен, над рядами внутренних колонн и в перепадах высоты пролетов.

Расстояние между водоприемными воронками не должно превышать 24 м при скатных кровлях и 48 м – при плоских.

Чаши воронок прикрепляют хомутами к несущему настилу или к плитам покрытия и соединяют со стояками внутренних водостоков через компенсаторы.

В общем случае покрытия состоят из кровли, выравнивающего слоя (стяжки), теплоизоляции, пароизоляции.

В табл. 7.11–7.14 показаны схемы и состав наиболее распространенных решений покрытий неотапливаемых и отапливаемых зданий. В зависимости от назначения покрытия могут иметь все указанные части или только некоторые из них.

При устройстве покрытия важно исключить увлажнение утеплителя. Защита утеплителя от атмосферных осадков достигается наклейкой на него гидроизоляционного слоя, а от конденсационной влаги – устройством пароизоляции.

Долговечность кровли зависит от выбора материала выравнивающей стяжки, укладываемой по теплоизоляционному слою.

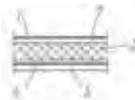
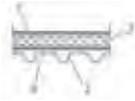
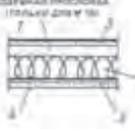
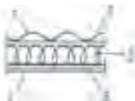
В современных условиях наиболее востребованной является *наплавляемая кровля* – рулонный кровельный и гидроизоляционный материал, представляющий собой модифицированный различными полимерами битум, нанесенный на армированный негниющий материал (стеклоткань или полимерная основа) и предназначенный для устройства кровельного ковра зданий и сооружений различного назначения и гидроизоляции фундаментов и т. д.

Наплавляемые материалы выпускают в рулонах длиной 10...15 м, шириной 1 м.

Для защиты от ультрафиолетовых лучей и механических повреждений их покрывают каменной крошкой (гранулят).

Таблица 7.11

**Распространенные решения покрытий существующих
промышленных зданий**

№ п/п	Схема конструктивного решения (состав покрытий)	Тип кровли	Тип выравнивающего слоя	Тип теплоизоляции	Тип пароизоляции	Несущая конструкция
<i>Для неотапливаемых зданий или без утеплителя</i>						
1		X, XI	C - 1	—	—	Прогоны стальные или железобетонные
2		XII, XIII	—	—	—	Бруски деревянные
<i>Для отапливаемых зданий</i>						
3		I-III, V	—	T-3, T-5	B-2...B-8	Железобетонная плита
4		I-III, VI, VII	—	T-7, T-9, T-10		
5		I-III, V-IX	C-1, C-2	T-8, T-11, T-12, T-15		
6		I-III, VII	—	T-1, T-16; T-3 – T-6,	B-1, B-2	Профилированный стальной настил
7		I-III, VI, VIII	—	T-7, T-10		
8		I-III, VII	—	T-2, T-9	—	
9		I-III, V, VII-IX	—	T-14	B-9...B-11	Асбестоцементная полая плита
10			—			Асбестоцементная каркасная плита
11		X, XI	Бруски деревянные		B-1, B-2	Железобетонная плита
12						Асбестоцементная плита

Условные обозначения:

1 – вид кровли;

2 – вид выравнивающего слоя;

3 – вид теплоизоляции;

4 – вид пароизоляции;

5 – несущая конструкция

Таблица 7.12

Распространенные виды кровель существующих промышленных зданий

Кровля			Водоизоляционный материал
Уклон, %	Вид	Тип	
0...2,5	Рулонная	I	Четыре слоя толя гидроизоляционного с покровной пленкой марок ТГ-350, ТГ-300 на битумной мастике
		II	Четыре слоя стеклорубероида марки С-РМ на битумной мастике
		III	Четыре слоя на антисептированной битумной мастике: а) рубероида с эластичным покровным слоем марки РАМ-350; б) рубероида антисептированного дегтевого марки РМД-350; в) рубероида кровельного с мелкозернистой посыпкой марок РКМ-350Б, РКМ-35РВ; г) рубероида подкладочного с пылевидной посыпкой марок РПП-350Б, РПП-350В
		IV	Пять слоев рубероида антисептированного дегтевого марки РМД-350 на антисептированной битумной мастике
	Мастичная	V	Четыре слоя битумной или битумно-резиновой мастики с четырьмя армирующими прокладками из стеклохолста марок ВВ-Г, ВВ-К или из стеклосетки марок ССС, СС-1
2,5...10	Рулонная	VI	Три слоя толя гидроизоляционного с покровной пленкой марок ТГ-350, ТГ-300 на битумной мастике
		VII	Три слоя на битумной мастике: а) стеклорубероида марки С-РМ; б) рубероида с эластичным покровным слоем марки РЭМ-350; в) рубероида кровельного с мелкозернистой посыпкой марок КРМ-2350Б, РКМ-350Б; г) рубероида подкладочного с пылевидной посыпкой марок РПП-350Б, РПП-350В
	Мастичная	VIII	Три слоя битумной или битумно-резиновой мастики с тремя армирующими прокладками из стеклохолста марок ВВ-Г, ВВ-К или стеклосетки марок ССС, СС-1
10...25	Рулонная	IX	Два слоя (нижних) на битумной мастике: а) стеклорубероида марки С-РМ; б) рубероида кровельного с мелкозернистой посыпкой марок РКМ-350Б, РКМ-35РВ; в) пергамина кровельного марок П-350, П-300 Один слой (верхний) на битумной мастике: а) стеклорубероида марки С-РК, С-Р4; б) рубероида кровельного с крупнозернистой или чешуйчатой посыпкой марок РКК-400А, РКК-400В, РКЧ-350Б, РКЧ-350В
10	Асбестоцементная волнистая	X	Асбестоцементные волнистые листы с герметизацией продольных и поперечных соединений между листами унифицированного профиля типов УВ-7, 5-К, УВ-К
20		XI	То же, без герметизации соединений
10		XII	Асбестоцементные волнистые листы среднего профиля СВ-1750 с герметизацией продольных и поперечных соединений
25		XIII	То же, без герметизации соединений

Примечание. Все перечисленные в таблице материалы должны соответствовать требованиям действующих ГОСТов на данный вид материала.

Таблица 7.13

Материалы, применяемые при устройстве стяжки, теплоизоляции, пароизоляции в покрытиях существующих промышленных зданий

Тип слоя	Материалы	Тип слоя	Материалы
<i>Выравнивающий слой (стяжка)</i>			
С-1	Цементно-песчаный раствор М 50 толщиной 15 мм	Т-13	Плиты из армированных легких бетонов
С-2	Цементно-песчаный раствор М 100 толщиной 25 мм	Т-14	Минераловатные плиты жесткие и полужесткие
<i>Теплоизоляция</i>		Т-15	Керамзит, шунгизит, перлит, вермикулит и другие теплоизоляционные засыпки
Т-1	Плиты пенополистирольные или пенополиуретановые; плиты из композиционных пенопластов на основе пенополистирола или пенополиуретана	Т-16	Пенопластовые плиты на основе резольных фенолоформальдегидных смол
Т-2	С добавками антипиренов; полиуретановый или пенополистирольный монолитный слой из композиционных пенопластов на основе пенополистирола или пенополиуретанаренов	<i>Пароизоляция</i>	
Т-3	Гидрофобизированные минераловатные плиты повышенной жесткости, производимые из гидромассы	В-1	Рубероид, наклеенный на горячем битуме и покрытый сверху битумом (для наклейки теплоизоляционных материалов)
Т-4	То же, прессованного способа производства	В-2	Рубероид, наклеенный на горячем битуме
Т-5	Гидрофобизированные стеклопластовые плиты	В-3	Рубероид, наклеенный на битумно-кукерсольной мастике и покрытый сверху этой же мастикой
Т-6	Плиты перлитопластбетонные	В-4	Рубероид, наклеенный на битумно-кукерсольной мастике
Т-7	Плиты перлитофосфогелевые из перлитового легковеса	В-5	Рубероид
Т-8	Перлитобитумные плиты	В-6	Окраска горячим битумом за один раз
Т-9	Перлитобитумный монолитный слой	В-7	Окраска битумно-кукерсольной мастикой за один раз
Т-10	Калиброванные плиты из ячеистых бетонов с гидрофобизацией	В-8	То же, за два раза
Т-11	Плиты из легких бетонов; из ячеистых бетонов; фибролитовые	В-9	Окраска поливинилхлоридным лаком за два раза
Т-12	Легкие теплоизоляционные бетоны монолитной укладки (в составе комплексных плит)	В-10	Окраска хлоркаучуковым лаком за два раза
		В-11	Полиэтиленовая пленка толщиной 200 мк, наклеенная на битумно-кукерсольной мастике
		В-12	Изол

Примечание. Все перечисленные в таблице материалы должны соответствовать требованиям действующих ГОСТов на данный вид материала.

Конструктивные детали покрытий промышленных зданий

Конструктивные детали	Материал несущей части покрытия		
	Волнистые асбестоцементные листы	Стальной профилированный настил	Крупнопанельные железобетонные плиты
Карниз			
Температурный шов			
Ендова			
Примыкание к стенам, пропуск труб			

Примечание. 1 – асбестоцементные волнистые листы; 2 – стальной прогон; 3 – кровельная сталь; 4 – утеплитель; 5 – доска компенсатора; 6 – антисептированный деревянный брусок; 7 – стеновая панель; 8 – клиннеры через 600 мм; 9 – дюбели; 10 – мастика; 11 – стальная полоса; 12 – дополнительные слои водоизоляционного ковра; 13 – водоизоляционный ковер; 14 – чугунная воронка; 15 – защитный слой из гравия; 16 – пароизоляция; 17 – стальной профилированный настил; 18 – рубероид, укладываемый насухо; 19 – колпак воронки; 20 – стеклоткань; 21 – хомут воронки; 22 – труба; 23 – стальная воронка; 24 – сборный железобетонный стакан; 25 – сборная железобетонная ребристая плита; 26 – борт из раствора или бетона; 27 – основание-стяжка; 28 – пороизол

Устройство рулонной наплавленной кровли выполняется в зависимости от уклона скатов в несколько слоев:

- при уклоне 15 % – в 2 слоя;
- при уклоне 5...15 % – в 3 слоя;
- при уклоне 0...5 % – в 4 слоя.

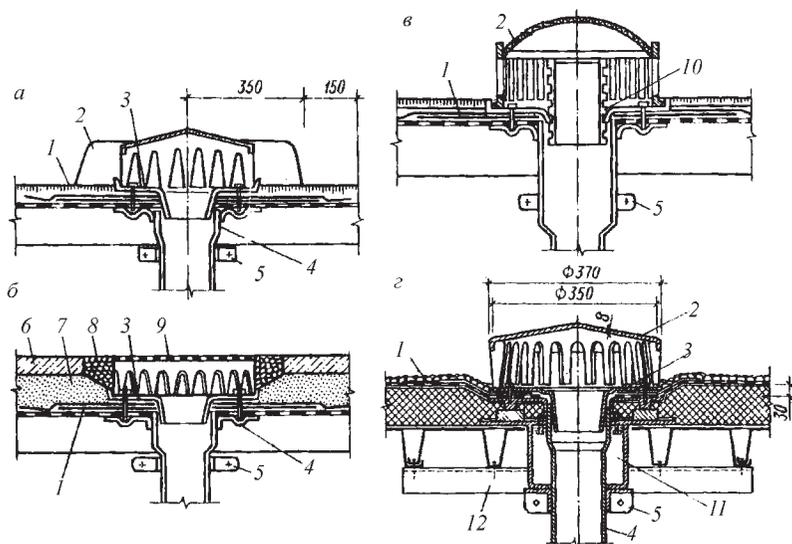


Рис. 7.17. Водоприемные воронки внутреннего водостока:

а – со струевыпрямительным колпаком; *б* – для эксплуатируемой кровли; *в* – с регулируемым патрубком; *г* – на профилированном настиле со стальным поддоном; 1 – зона усиленной кровли; 2 – струевыпрямительный колпак; 3 – прижимное кольцо; 4 – чаша водоприемной воронки; 5 – зажимной хомут; 6 – бетонные или армированные плитки; 7 – цементно-песчаный раствор или кварцевый песок; 8 – гравий размером не менее 15 мм; 9 – съемная крышка водоприемника; 10 – прижимное кольцо с регулирующим патрубком; 11 – стальной поддон; 12 – поддерживающие уголки

Кровельные материалы укладываются на разные основания: бетон, асфальтобетон, металл, плиты утеплителя, старые рулонные покрытия, плоский шифер и др. Крепление материала производится внахлест методом наплавления или приклеивания на поверхность при помощи газопламенных или дизельных горелок. Дизельное оборудование позволяет производить работы при температуре до -20°C . Также возможен комбинированный подход: применение наплавливаемых материалов в качестве основного ковра и полимерных – в узлах примыканий.

В табл. 7. 15 представлены варианты рулонных битумных и битумно-полимерных наплавливаемых материалов.

Для верхнего освещения производственных площадей, удаленных от оконных проемов, и для естественной вентиляции (аэрации) цехов устраивают фонари (табл. 7.16).

Основным фактором, влияющим на выбор типа фонаря, является различное сочетание разделяемых ограждением здания внутренней и внешней сред.

Так, для помещений с нормальным температурно-влажностным режимом, располагаемых в северной климатической зоне, рациональны точечные многослойные зенитные фонари, обеспечивающие наименьшие снеговые заносы покрытия, обладающие максимальной световой активностью и наименьшей площадью светопрозрачного ограждения (рис. 7.18).

Для центральной климатической зоны можно применять двусторонние фонари с вертикальным остеклением, особенно при ориентации его на север и юг, и фонари с разновысоким остеклением – уменьшенным вертикальным, обращенным на юг, и увеличенным наклонным, обращенным на север.

Для южных районов целесообразны односторонние фонари (шеды) с остеклением, ориентированным на север, что защищает помещения от теплового и светового действия прямых солнечных лучей и позволяет использовать рассеянную радиацию, отраженную от покрытия.

На решение системы верхнего света влияет также общее объемно-планировочное и конструктивное решение здания.

Так, для широких (72...100 м) однопролетных зданий со скатной кровлей и наружным водоотводом рациональны поперечные или точечные фонари; для пролетных зданий с внутренним водоотводом – продольные; для зданий ячеекового и зального типа – точечные.

Площадь остекления фонарей и расположение их в покрытии определяют в зависимости от разряда зрительной работы и требований к равномерности освещения.

Остекление фонарей выполняют одинарным. Двойное устраивают только в цехах с большой влажностью воздуха и в помещениях с кондиционируемым воздухом.

Наибольшее распространение получили прямоугольные фонари-надстройки шириной 6 и 12 м. Основным конструктивным элементом такого фонаря являются продольные фонарные панели длиной 6 или 12 м, располагаемые в плоскости остекления фонаря и опирающиеся на стропильные фермы. Поперечными несущими конструкциями служат фонарные фермы, размещаемые на стропильные и остекленные панели торцов фонаря. Ограждающие конструкции фонаря-надстройки включают покрытие, переплеты остекления и борт фонаря (нижняя глухая часть под остеклением). Конструкцию покрытия фонаря назначают такой же, как и у основной кровли здания.

Рулонные битумные и битумно-полимерные наплавляемые материалы

Наименование	Тип наплавляемого материала	Тип полимерного модификатора	Толщина, мм	Примечание
1	2	3	4	5
Армобит ТУ 66-30-0150-90	СТк	-	Не нормируется	Рулонный кровельный и гидроизоляционный материал, состоящий из основы (тканой, нетканой, дублированной), покрытой с двух сторон слоем битумной массы (битума и минерального наполнителя)
Биполь ТМ ТУ 5774-008-17925162-2002	СТ СТх	СБС	3...5	Применяется для устройства кровель с малым уклоном
Бикропласт ТУ 5774-001-00287852-96 СПП-3,5Н и СКП-3,5В.	СТк ПЭ	СБС	3...5	Рулонный битумно-полимерный наплавляемый кровельный материал, получаемый путем нанесения битумно-полимерного вяжущего на стеклоткань
Бикрост ТУ 21-00288739-42-93 СТ-200-3,5; СТ-200-3,5К	СТх СТк ПЭ	СБС	3...4	Срок службы 15...20 лет Рулонный битумный наплавляемый кровельный материал, аналог гидростеклоизола. В качестве защитного покрытия используют крупнозернистую и мелкозернистую посыпку, талькомагнезит, полимерную пленку. Срок службы 10...12 лет

Продолжение табл. 7.15

1	2	3	4	5
Бикроэласт ТУ 5774-005-05766480-95	СТк СТх ПЭ	СБС	3...4,5	Рулонный битумно-полимерный наплавляемый материал Срок службы 15...20 лет
Днепромост ТУ 5774-001-40234305-96	СТк СТх ПЭ	СБС	-	Рулонный кровельный наплавляемый битумно-полимерный материал. С обеих сторон полотна материала нанесена полиэтиленовая пленка толщиной 8 мкм, которая сторае при наклёйке этого материала под воздействием пламени газовой горелки Днепромост ХП применяют для нижних и промежуточных слоев кровельного ковра. В качестве несущей основы используют стеклохолст Днепромост П – материал, изготовленный на основе стеклотканей, имеющих высокую прочность. С обеих сторон материала также нанесена полиэтиленовая пленка толщиной 8 мкм Днепромост ЭП – материал на эластичной основе из полиэфирного полотна Для верхних слоев ковра применяют Днепромост марок К и ЭК с защитной посыпкой
Изопласт ТУ 5774-005-05766480-95	СТх ПЭ	АПП	1.5...4	Битумно-полимерный наплавляемый рулонный кровельный и гидроизоляционный материал

1	2	3	4	5
<p>Изопласт ТУ 5774-007-05766480-96 ЭКП-4,4; ЭКМ-4,5; ЭКП-5; ЭКМ-5 – для верхнего слоя кровли ЭПП-4 СБС, ЭМП-4 СБС, ЭММ-4 СБС – для нижне- го слоя кровли</p>	<p>СТх ПЭ</p>	<p>Синтетический каучук</p>	<p>4,4...6</p>	<p>Изопласт К (с крупнозернистой посыпкой с лицевой стороны и с полиэтиленовой пленкой с другой стороны) – для верхнего слоя кровли Изопласт П (с покрытием полиэтиленовой пленкой с двух сторон или с покрытием лицевой стороны мелкозернистой посыпкой) – для нижнего слоя кровли Срок службы 20 лет</p> <p>Битумно-полимерный наплавляемый рулонный и гидроизоляционный материал Изопласт К (с крупнозернистой посыпкой с лицевой стороны и с полиэтиленовой пленкой с другой стороны) – для верхнего слоя кровли Изопласт П (с покрытием полиэтиленовой пленкой с двух сторон или с покрытием лицевой стороны мелкозернистой посыпкой) Срок службы 20...25 лет</p>
<p>Левизол ТУ 5774-058-11322110-95</p>	<p>СТк</p>	<p>СБС</p>	<p>–</p>	<p>Наплавляемый рулонный материал Для верхнего слоя кровельного ковра применяют Левизол К, у которого крупнозернистая посыпка с лицевой стороны и пылевидная или мелкозернистая посыпка с нижней стороны полотна Для нижнего слоя кровельного ковра и верхнего</p>

Продолжение табл. 7.15

1	2	3	4	5
				<p>слоя ковра применяют Левизол П, у которого на обе стороны полотна нанесена пылевидная или мелкозернистая посыпка</p> <p>Левизол Д для устройства верхнего слоя кровельного ковра, дублированный полиэтиленовой или полиэтилтинафталатной пленкой с лицевой стороны</p> <p>Срок службы 10 лет</p>
<p>Гидростеклоизол ТУ 21-5744710-519-92</p>	<p>СТк</p>	<p>–</p>	<p>–</p>	<p>Гидроизоляционный рулонный материал, состоящий из стекловолокнистой основы (тканой, нетканой сетчатой, дублированной стекловолокнистым холстом), покрытой с двух сторон слоем битумной массы, минерального наполнителя (талька или талькомагнезита) и пластификатора</p>
<p>Рубемаст ТУ 21-3682-5-95</p>	<p>СТк картон</p>	<p>СБС</p>	<p>3...4,5</p>	<p>Рулонный кровельный и гидроизоляционный неплавляемый материал, получаемый путем двустороннего нанесения на стекловолокнистую основу битумного вяжущего, состоящего из битума, наполнителя и технологических добавок. В качестве защитного слоя используют крупнозернистую, чешуйчатую, пылевидную или мелкозернистую посыпки</p> <p>Рубемаст С-РНК-С – материал с крупнозернистой или чешуйчатой посыпкой с лицевой стороны и</p>

1	2	3	4	5
Рубитекс ТУ 5774-003-002899-73	ПЭ	СБС	3,2...4,5	пылевидной или мелкозернистой посыпкой с наплавляемой стороны полотна – для устройства верхнего слоя кровельного ковра Рубемаст С-РНП – материал с пылевидной или мелкозернистой посыпкой с обеих сторон полотна – для устройства верхнего слоя кровельного ковра с защитным слоем и нижних слоев кровельного ковра для гидроизоляции строительных конструкций
Стеклобит ТУ 21-57447110-515-92	СТк	СБС	Не нормируется	Рулонный кровельный и гидроизоляционный материал. Его изготавливают двусторонним нанесением на стекловолокнистую основу битумного вяжущего, состоящего из битума, пластификатора, наполнителя и посыпки Его выпускают двух марок: Стеклобит К (с крупнозернистой посыпкой с лицевой стороны полотна и пылевидной – с нижней) – для устройства верхнего слоя кровельного ковра;

Продолжение табл. 7.15

1	2	3	4	5
Термофлекс ТУ 5774-00284718-96	СТх СТх	СБС	Не нор- миру- ется	Стеклобит П (с пылевидной посыпкой с обеих сторон полотна) – для устройства верхнего слоя кровельного ковра с защитным слоем и для нижних слоев кровельного ковра; для гидроизоляции строительных конструкций Срок службы 10 лет
Техноэласт ТУ 5774-003-00287852-99	СТх СТк ПЭ	СБС	3...6,5	Рулонный, кровельный и гидроизоляционный наплавляемый битумно-полимерный материал, получаемый путем двухстороннего нанесения на стеклооснову битумно-полимерного вяжущего, состоящего из битума, термопластичного каучука и наполнителя, а также посыпки и полимерной пленки. Используется для устройства одно- двухслойного кровельного ковра методом подплавления нижнего слоя, без применения приклеивающих мастик Срок службы 10...15 лет
Унифлекс ТУ 5774-001-17925162-99	СТх СТв ПЭ	СБС	3...5	Рулонный наплавляемый кровельный и гидроизоляционный материал повышенной надежности Срок службы 25...30 лет Кровельный и гидроизоляционный материал, применяемый также при устройстве «дышащих кровель» Срок службы 10...20 лет

1	2	3	4	5
<p>Филлизол ТУ 5774-008-05108038-99</p>	<p>Стк ПЭ</p>	<p>СБС</p>	<p>4,5 5.5</p>	<p>Битумно-полимерный наплаваемый рулонный кровельный и гидроизоляционный, биостойкий материал В зависимости от назначения и вида посыпки выпускают двух марок: Филлизол В (с крупнозернистой посыпкой с лицевой стороны и пылевидной или мелкозернистой – с нижней стороны полотна) – для устройства верхнего слоя кровельного ковра. Филлизол Н (с пылевидной или мелкозернистой посыпкой с обеих сторон полотна) – для устройства нижнего слоя кровельного ковра и гидроизоляции Срок службы 20...25 лет</p>
<p>Фольгоизол ТУ 5774-013-00287881-2001</p>	<p>РАФ</p>	<p>–</p>	<p>–</p>	<p>Рулонный кровельный и гидроизоляционный материал, который состоит из основы, покрытой с одной стороны слоем резино-битумного вяжущего</p>
<p>Экарбит (наплаваемый) ЭКБ-420-1,5 (верхний) ЭБМ-350-1,0 (нижний)</p>	<p>картон</p>	<p>–</p>	<p>1..1,5</p>	<p>Полимерный битумный наплаваемый рубероид, получаемый путем пропитки кровельного картона мягким нефтяным битумом с последующим нанесением на обе стороны покровных слоев массы, в</p>

Окончание табл. 7.15

1	2	3	4	5
<p>Элабит ТУ 5770-528-00284718-94</p>	<p>СТк СТх ПЭ</p>	<p>–</p>	<p>–</p>	<p>состав которой входит битум, бутилкаучук, индустриальное масло и наполнитель. Используется для устройства верхнего и нижнего слоев кровельного ковра; наносится методом приклеивания</p> <p>Рулонный кровельный наплавляемый материал, получаемый пропиткой стекловолокнистой основы битумом или без пропитки основы с последующим нанесением на обе стороны покровного состава, состоящего из битума, полимера, минерального наполнителя, а также посыпки. Материал выпускают двух видов: с крупно- и мелкозернистой посыпками</p> <p>Элабит – гибкий (при низких температурах) и водонепроницаемый материал</p>

Обозначения: СТк – стеклоткань или стекловолокно, ПЭ – полиэфирное нетканое полотно, СТх – стеклохолст, РАФ – рифленая алюминиевая фольга, АФ – алюминиевая фольга, СБС – бутадиен-стирольный термоэластопласт (стирол-бутадиен-стирол), АПП – атактический полипропилен.

Классификация световых фонарей производственных зданий

		По типу	По назначению
Двусторонние	С вертикальным остеклением (ограждением)		 прямоугольный «Буало»  М-образный «Баттерфляй»
	С наклонным остеклением		 трапециевидный  М-образный «Баттерфляй»
	С вертикальным и наклонным остеклением (ограждением)		 английского типа
Односторонние	С вертикальным остеклением (ограждением)		 шед вертикальный
	С наклонным остеклением		 шед наклонный

По типу		По назначению
Зенитные	С горизонтальным или слабо наклонным (до 45°) остеклением	 треугольный
		 сводчатый
		 плоский

Примечание: — светопропускающий элемент;
 опорный стакан.

Стальные переплеты в типовых конструкциях фонарей имеют размер 6×1,2 и 6×1,8 м. Их можно устанавливать в один (высотой 1,8 м) и два (по 1,2 м) яруса. Предусмотрено три взаимозаменяемых типа переплета: из спаренных тонкостенных труб, из гнутых профилей, из прокатных профилей. Первые два типа имеют шаг вертикальных горбыльков остекления 1200 мм, последний – 600 мм. Стекла крепят с помощью резиновых профилей.стыки переплетов между собой, а также прикрытие открывающихся переплетов к глухим участкам остекления и торцовым фермам уплотняют с помощью нащельников из оцинкованной стали и резиновых профилей.

Борт фонаря должен иметь высоту, необходимую для предохранения остекления от заноса его снегом (минимум 300 мм).

Поскольку фонарная надстройка увеличивает стоимость здания, ухудшает снеговой режим покрытия, увеличивает теплопотери здания, разработаны конструкции зенитных световых фонарей, располагаемых непосредственно в пределах ограждающей конструкции покрытия: световых куполов, плоских и скатных плафонов и панелей, выполняемых из стеклопакетов, органического стекла и стеклопластика.

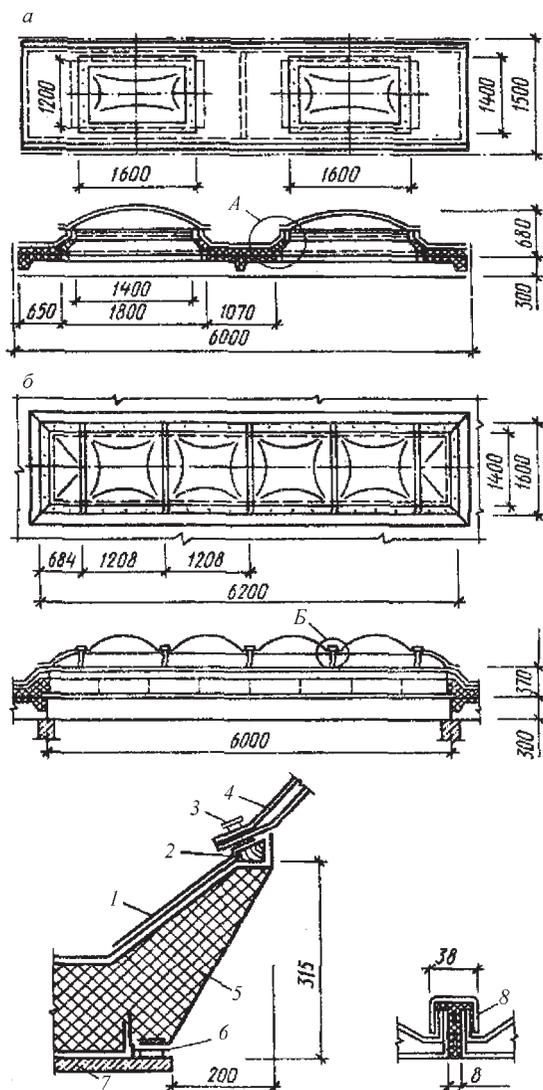


Рис. 7.18. Зенитные фонари:
a – точечного типа; *б* – то же, панельного; 1 – оцинкованная кровельная сталь; 2 – опорная деревянная рама; 3 – колпачок; 4 – двухслойный купол из оргстекла; 5 – стальной стакан; 6 – герметик; 7 – плита покрытия; 8 – накладка из оргстекла

Конструктивно такие фонари подразделяют на мелкогабаритные точечные проемы, устраиваемые между несущими ребрами сборных железобетонных плит покрытия, и на крупногабаритные световые панели, которые могут заменять сборные железобетонные плиты покрытия; во втором случае их можно объединять между собой в ленточные зенитные светопроемы неограниченной протяженности.

Зенитные фонари с применением стеклопакетов, органического стекла и стеклопластика состоят из бортового элемента, выполняемого из бетона, железобетона, стали или стеклопластика с утеплением, и светопрозрачного ограждения, которое в зависимости от теплотехнических требований может быть одно-, двух- или трехслойным.

Зенитные световые фонари используют и для аэрации. Для этого их устраивают либо открывающимися, либо в бортовом элементе делают регулируемые воздушные щели с жалюзи или устанавливают вытяжные вентиляторы.

В качестве световых фонарей иногда используют стекложелезобетонные панели, укладываемые в кровельное покрытие. По конструктивному решению они аналогичны стеновым стекложелезобетонным ограждениям; для обеспечения быстрого стока воды они должны иметь уклон не менее 7° .

Для защиты от теплового и светового действия прямой солнечной радиации в фонарях используют специальное остекление (стевит, теплосортирующее, светорассеивающее стекло и др.); выбирают такую ориентацию плоскости остекления, которая обеспечивала бы минимальное проникание прямых солнечных лучей в помещение в период наибольшего перегрева; применяют солнцерегулирующие устройства (жалюзи, решетки) над или под светопроемом; в зенитных фонарях устраивают световые шахты, исключающие попадание прямых солнечных лучей в помещение.

Для обеспечения непрерывной естественной вытяжной вентиляции цехов принимают особые меры против задувания фонаря ветром, устанавливая незадуваемые аэрационные фонари-надстройки (рис. 7.19). Во избежание попадания атмосферных осадков внутрь цехов через открытые проемы покрытие в аэрационных фонарях делают со значительным свесом.

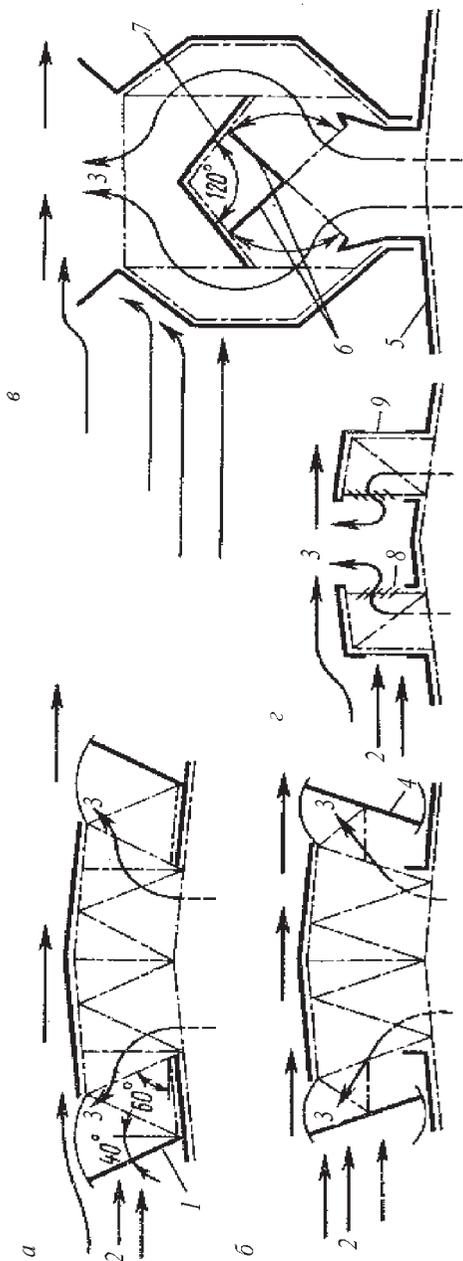


Рис. 7.19. Схемы незадуваемых фонарей.

a – системы КТИС; *б* – системы ПСК-2; *в* – Батурина-Бранта; 1 – ветрозащитные панели с нижней подвеской; 2 – направление ветра; 3 – отработанный воздух; 4 – ветрозащитные панели со средней подвеской; 5 – щель для отвода атмосферных осадков; 6 – поворотный клапан; 7 – защитный зонт; 8 – жалюзийная решетка; 9 – глухие остекленные переплеты

7.4. Окна и витражи

Окна должны обеспечивать естественную освещенность помещений, устанавливаемую нормами. Вид остекления, форму и размеры окон промышленных зданий принимают на основе светотехнического расчета, исходя из условий обеспечения необходимого светового режима для работающих, обслуживающих технологический процесс. Являясь ограждающими элементами, они должны удовлетворять теплотехническим и акустическим требованиям. В то же время размеры, пропорции и расположение окон должны быть увязаны с архитектурно-художественными требованиями, предъявляемыми к фасадам и интерьерам зданий.

Остекленные ограждения могут быть в зависимости:

- от размеров проема – *отдельные*, разделенные простенками, *ленточные* – в виде сплошных горизонтальных полос значительной протяженности без простенков (точное приборостроение, радиоэлектроника), *сплошные* (для зданий с избыточным тепловыделением и взрывоопасным производством). Отдельные оконные проемы делают в несущих и самонесущих стенах, в навесных – ленточные;

- конструктивного решения – *глухие* и *открывающиеся (створные)* (с ручным или механическим открыванием). В последнем случае предусматривают фрамуги, через которые проветривают помещения и протирают стекла. Открывающиеся панели изготавливают с подвесом фрагуг различных вариантов (боковым, верхним или нижним). Кроме того, фрамуги могут открываться наружу или внутрь помещения.

При проектировании оконных проемов необходимо обязательно учитывать, что чрезмерно большая площадь остекления вызывает перегрев помещений летом, переохлаждение зимой. Заполнение оконного проема состоит из оконной коробки, переплетов, подоконной доски и наружного водослива. В производственных зданиях применяют оконные проемы, заполняемые переплетами. Проемы, предназначенные только для освещения, заполняют глухими переплетами. Открывающиеся створки в них предусматривают только при двойном остеклении во внутренних переплетах для очистки остекления. Створные переплеты служат для естественной вентиляции (приток, вытяжка). Створки этих переплетов в одноэтажных зданиях подвешивают на горизонтальной оси, в многоэтажных – на горизонтальной или вертикальной. В зависимости от положения этой оси при горизонтальной подвеске различают верхне-, нижне- и среднеподвесные переплеты.

На рабочих чертежах фасадов (рис. 7.21 и 7.23) открывание переплетов условно обозначают двумя наклонными линиями, образующи-

ми угол, вершина которого указывает положение притвора. Открывающие наружу обозначают сплошными линиями, внутрь – пунктирными.

Для заполнения оконных переплетов производственных зданий применяют листовое стекло разной толщины и размеров, стеклопакеты, стеклблоки, профильное стекло и светопрозрачные пластмассы.

Теплотехнические характеристики светопрозрачного ограждения нормируют в зависимости от назначения здания, расчетного перепада температур внутреннего и наружного воздуха и влажности внутреннего воздуха (табл. 7.17). Так, в неотапливаемых цехах остекление – одинарное, в цехах с повышенной влажностью и кондиционированием воздуха – двойное или тройное (в большинстве случаев глухое).

Номинальные размеры оконных проемов по ширине и высоте принимают кратными 600 мм. Расстояние от пола до низа проема (подоконника) назначают 1,2; 1,8 м и более.

В настоящее время разработана единая для всех видов строительства номенклатура окон (табл. 7.19). В ней условными обозначениями показано применение каждого типоразмера окон в различных видах зданий и варианты взаимозаменяемости окон с переплетами из различных материалов, а также таблицы типоразмеров окон из стали для применения в зданиях со стенами из легких металлических конструкций. Номенклатура включает в себя оконные переплеты с определенным рисунком и координационно-модульными размерами по высоте и ширине (без учета конструктивного исполнения переплета, количества слоев стекол, конструкции навески створок, фрамуг и т. п.). В номенклатуре предусмотрены элементы окон, представленные в табл. 7.18.

В типовой проектной документации и ГОСТах, разработанных на основе номенклатуры окон, установлены конкретные размеры изделий и их элементов, способ открывания створок и фрамуг (распашные, подвесные, откидные, поворотно-откидные, вращающиеся). Для остекления могут применяться оконное, полированное, теплопоглощающее, узорчатое и армированное листовые стекла, а также двух- и трехслойные клееные стеклопакеты. Листовое стекло применяют толщиной 4 и 6 мм.

По материалу оконные переплеты и панели могут быть деревянными, стальными, из алюминиевых сплавов, деревоалюминиевые и др.

Деревянные оконные переплеты предназначены для заполнения проемов в зданиях всех видов строительства; стальные – для зданий промышленных и сельскохозяйственных предприятий; из алюминиевых сплавов – для общественных зданий; деревоалюминиевые переплеты – для жилых, общественных и промышленных зданий.

Виды заполнения окон промышленных зданий

Вид зданий и помещений	Расчетные перепады температур наружного и внутреннего воздуха, °С	Вид заполнения
Отапливаемые производственные помещения с влажностью воздуха не более 60 %	Менее 35	Одинарное при отсутствии рабочих мест у проемов При наличии рабочих мест у проемов, как для перепада температур от 35 до 50°С
	От 35 до 50	Двойное на высоте до 2,4 м от пола; одинарное на высоте более 2,4 м от пола
	Более 50	Двойное на всю высоту
Отапливаемые производственные помещения с влажностью воздуха более 60 %	Менее 30	Одинарное
	От 30 и более	Двойное
Производственные помещения с избыточными выделениями тепла, превышающими расчетные теплотери на 50 % и более, а также неотапливаемые	Любые	Одинарное
Административно-бытовые и прочие вспомогательные помещения	Менее 30	Одинарное
	От 30 и более	Двойное

Деревянные оконные переплеты (рис. 7.21) применяют в цехах с нормальным температурно-влажностным режимом при незначительном проценте открывания. Они представляют собой оконные блоки, состоящие из коробок и створок. Блоки с наружным открыванием предназначены для одноэтажных зданий, а с внутренним открыванием – для многоэтажных.

Элементы окон

Материал переплета	Число слоев остекления	Конструкция переплета
Древесина	1	Одинарный
	2	Одинарный, спаренный, раздельный
	3	Одинарный, спаренный, раздельный, раздельно-спаренный
Сталь	1	Одинарный
	2	Одинарный, раздельный
Алюминиевые сплавы	1	Одинарный
	2	Одинарный (с термовкладышем), раздельный
Древесина и алюминиевые сплавы	3	Раздельный, раздельно-спаренный
	2	Одинарный, спаренный
	3	Спаренный, раздельно-спаренный

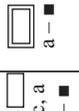
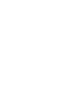
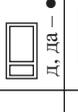
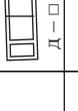
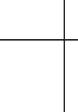
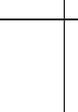
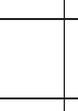
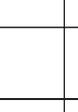
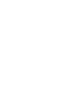
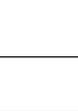
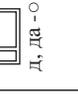
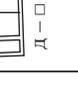
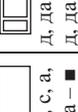
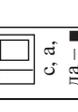
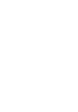
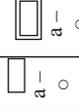
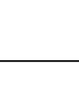
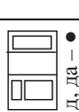
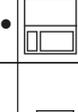
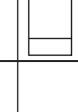
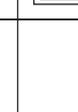
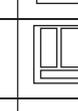
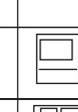
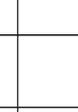
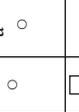
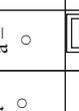
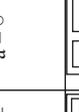
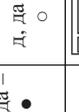
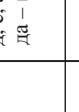
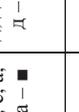
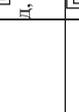
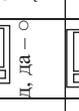
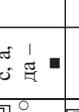
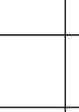
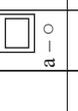
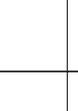
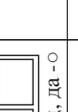
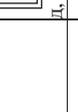
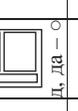
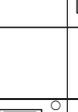
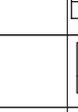
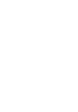
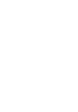
Стальные переплеты (табл. 7.20, рис. 7.20, 7.22) используют в зданиях повышенной капитальности, в горячих цехах и при большом проценте открывания. Наибольшее распространение получили окна из стальных тонкостенных одинарных или спаренных прямоугольных труб, которые можно применять для ленточного остекления и для заполнения отдельных проемов. Стекла и стеклопакеты крепят с помощью резиновых профилей. Применяют озono-, морозо- и светостойкую резину черного цвета. Для окон из одинарных труб разработан также вариант крепления стекла алюминиевыми штапиками.

Для изготовления рам оконных панелей используют прямоугольные стальные тонкостенные трубы сечениями 40×25×2, 5×25×5, 28×25×1,8 и 60×30×2 мм, причем для изготовления окон из спаренных труб применяют трубы сечением 28×25×1,8 мм, соединенные стальной лентой 14×2 мм. Рамы окон из спаренных труб по своей конструкции одинаковы как для одинарного, так и двойного остекления. Для притворов фрагм применяют гнутые стальные профили. Чтобы обеспечить их герметичность, к притворам приклеивают уплотнитель из губчатой резины или пористого синтетического материала.

Таблица 7.19
 Единая для всех видов строительства номенклатура окон с перелетами из древесины, стали, алюминиевых сплавов и других материалов

Координационно-модульный размер оконных перелетов										
высота, см	ширина, см									
	60	90			120			135		
60		а - ○; Д - □	а - ○; Д - □	а - ○; Д - □	Д - □	а - ○		Д, да - ●		
90			Д, да - ●	Д, да - ●	Д - □			Д, да - ●		Д, да - ●
120		а - ○	Д, а, да - ○	Д, да - ●	Д - □	Д, да - ○		Д, да - ●		Д, да - ●
150		а - ○	а - ○	Д, да - ●		а - ○		Д, да - ●		Д, да - ●
		Д, да - ●		Д, да - ●						
180		а - ○	Д, да, а - ○	Д, да, а - ○	а - ○	а, Д, да - ○		а, Д, да - ○		Д, да - ●
			Д, да - ●	Д, да - ●						
210		а - ○	Д, да, а - ○	Д, да, а - ○	а - ○	а, Д, да - ○		а, Д, да - ○		

Продолжение табл. 7.19

Высота, см		Координационно-модульный размер оконных переплетов										
		150					180					
		ширина, см										
60	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о
	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о
90	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	
	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	
120	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	
	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	
150	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	
	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	
180	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	
	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	
210	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	
	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	
240	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	
	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	 а - о	

Координационно-модульный размер оконных переплетов										
Высота, см	210					240				270
60			 с, а - ■							
120	 д, да - ○		 д, с, а, да - ■		 д, с, а, да - ■					
150			 д, да - ●							
180	 д, да - ○	 д, да - ○	 д, с, а, да - ■	 д, да - ○	 д, да - ○	 с, а, да - ■		 д, да - ○	 д, да - ○	
210	 д, да - ○	 д, да - ○		 д, да - ○	 д, да - ○			 д, да - ○	 д, да - ○	 д, да - ○
240								 с, а - ■	 с, а - ■	 д, да - ○

Окончание табл. 7.19

Координационно-модульный размер оконных переплетов									
Высота, см	300			480			600		
	 с, а — ■	 д, с, а, да — ■	 д, да — ■	 с, а — ■	 с, а — ■	 с — ■	 с — ■	 с — ■	 с — ■
60									
120									
180									
240									

Условные обозначения:

д — окна с переплетами из древесины;
а — окна с переплетами из алюминиевых сплавов;

да — окна с деревоалюминиевыми переплетами;
с — окна с переплетами из стали;

● — окна, применяющиеся в жилых зданиях;

○ — окна, применяющиеся в общественных и вспомогательных зданиях и помещениях предприятий;

■ — окна, применяющиеся в производственных зданиях и помещениях предприятий;

□ — окна, применяющиеся в сельскохозяйственных зданиях

 — жалюзийная решетка;
 — рамы и коробки оконных переплетов

 — створки, фрамуги, форточки открывающихся оконных переплетов

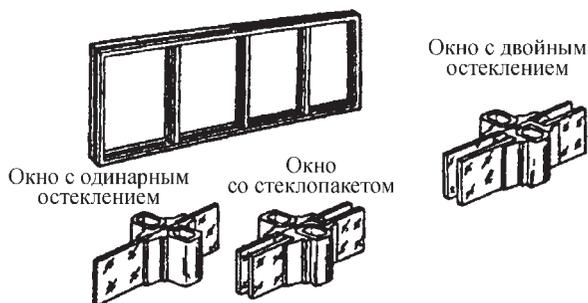


Рис. 7.20. Конструкция окна из спаренных прямоугольных труб без фрагуг

Алюминиевые переплеты находят применение в герметичных и влажных цехах. Сплавы алюминия позволяют получать цельнотянутые профили, не подверженные коррозии. Стекла крепят либо алюминиевыми профилями-штапиками, либо резиновыми профилями, обжимающими стекло по контуру.

Деревоалюминиевые переплеты представляют собой спаренные переплеты, из которых наружный выполняют из алюминия, а внутренний – из древесины. Такое решение обеспечивает улучшение конструктивных и эксплуатационных качеств переплетов (большая жесткость, увеличение сопротивления теплопередаче, устранение мостиков холода).

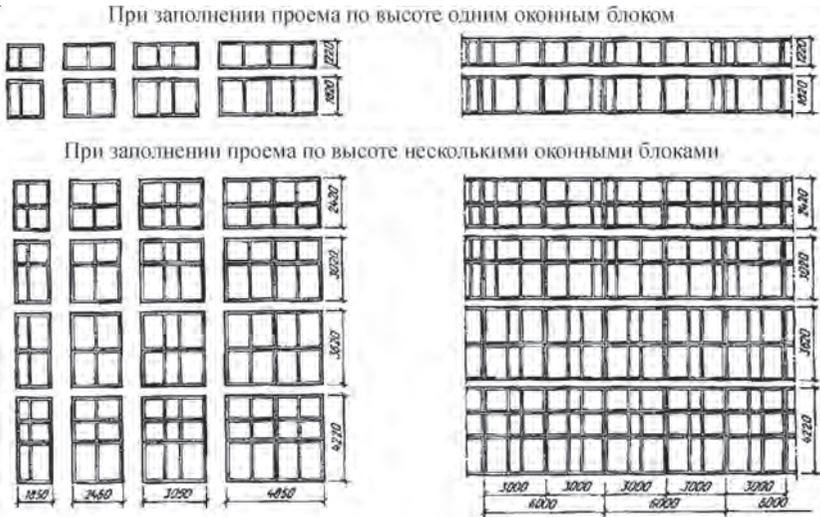
Крепление оконных панелей к стеновым панелям, колоннам или специальным стальным элементам осуществляется с помощью болтов.

Окна пластиковые – это современные и очень удобные светопрозрачные системы, которые сохраняют теплоту помещения в холодное время (экономят до 76 % энергии по сравнению с окнами с обычным остеклением) и позволяют выбрать оптимальный режим проветривания в жаркую погоду (рис. 7.24).

При производстве окон применяют ПВХ-профиль – пластиковый корпус, внутри которого расположены продольные перегородки, образующие полости – воздушные камеры (для российского климата считается оптимальным, когда профиль для окон-ПВХ имеет не менее 4-х воздушных камер). ПВХ-профиль не обладает достаточной жесткостью, поэтому после его раскроя на заготовки соответствующей длины он проходит этап армирования: внутрь профиля вставляется металлический каркас. Далее при сборке составляющие части створки или рамы свариваются, образуя прочную конструкцию.

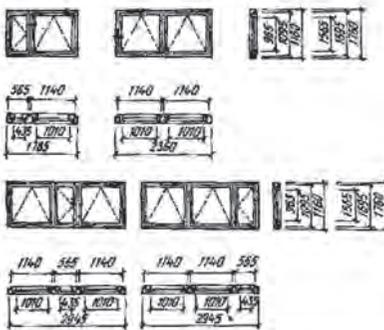
Примерные схемы заполнения оконных проемов с простеночным остеклением для зданий промышленных предприятий

Примерные схемы заполнения оконных проемов с ленточным остеклением для зданий промышленных предприятий

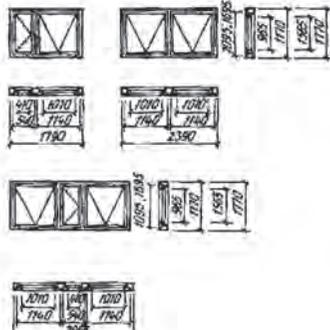


Конструкции, формы и основные размеры окон

Окна, открывающиеся внутрь



Окна, открывающиеся наружу



Окна неоткрывающиеся



Рис. 7.21. Окна деревянные

**Номенклатура окон с переплетами из стали для применения в зданиях
со стенами из металлических трехслойных панелей**

Координационно-модульный размер оконных переплетов				
Высота, см	Ширина, см			
	200			
60				
120				
180				
240				

Условные обозначения:  – рамы и коробки оконных переплетов;  – створки, фрамуги, форточки открывающихся оконных переплетов

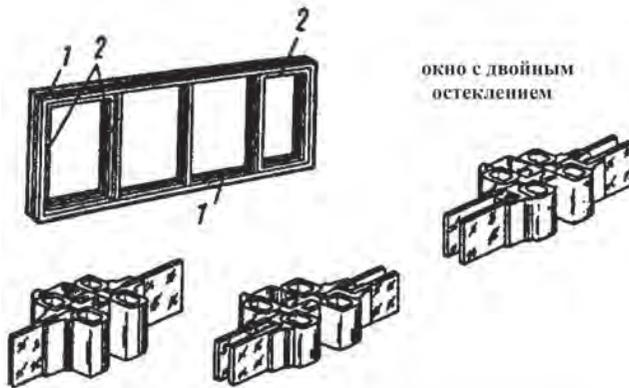


Рис. 7.22. Конструкция окна из спаренных прямоугольных труб с фрамугами:
1 – окно; 2 – фрамуга

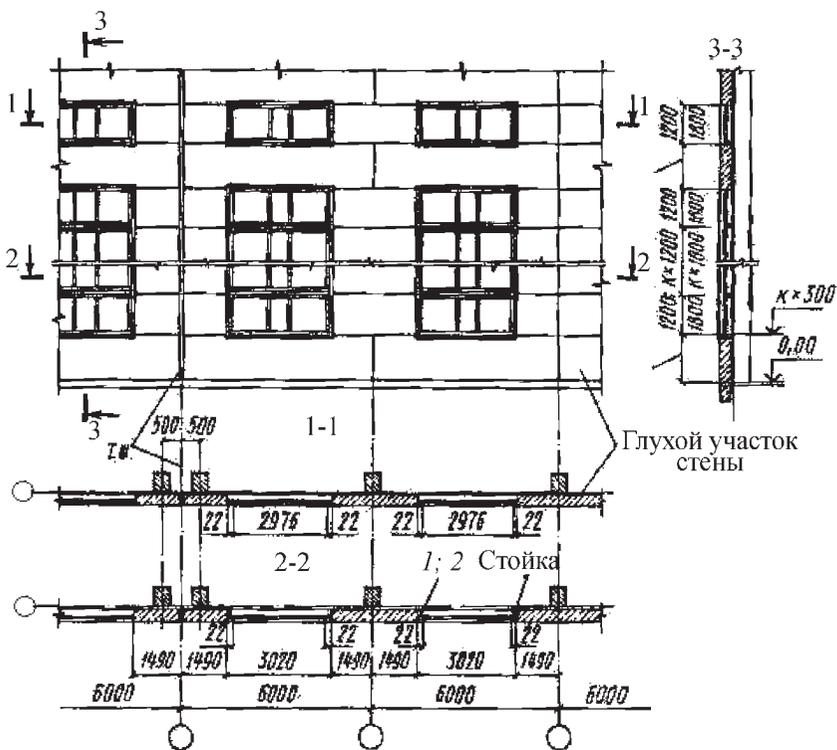


Рис. 7.23. Фрагмент фасада здания (стены из легкобетонных панелей)

Окна изготавливают преимущественно белого цвета, но они могут быть также цветными или имитировать текстуру древесины разных пород. Для достижения такого результата белый ПВХ-профиль ламинируется специальной декоративной пленкой.

По типу открывания окна бывают:

- глухие – окно не открывается и используется в оконных блоках, когда обеспечен подход с внешней стороны окна;
- поворотные – наиболее распространенный тип окна. Створка открывается вовнутрь. Для фиксирования угла открытия створки используются специальные механизмы, которые могут быть отрегулированы с учетом пожеланий заказчика;
- поворотно-откидные – данный тип окна очень удобен в эксплуатации и позволяет открывать створку окна в двух плоскостях, что обеспечивает большую вариативность режимов проветривания.

Пластиковые окна состоят из следующих конструктивных элементов:

- рама – неподвижная часть по периметру окна, которая устанавливается в оконный проем;
- импост – конструктивный элемент, который делит раму на две и более части;
- створка – прозрачная и подвижная часть окна, которая крепится к раме;
- стеклопакет – прозрачная часть окна, состоящая из 2-х или 3-х стекол, герметично соединенных по периметру и образующих между собой воздушную прослойку – камеру. Для максимальной защиты от холода и шума рекомендуется использовать стеклопакеты с тремя стеклами, образующими две воздушные камеры;
- штапик – узкий пластиковый элемент, который обеспечивает прижим стеклопакета к пластиковой части створки;
- фурнитура – ручки, планки и другие конструктивные детали, которые обеспечивают легкий ход створки во время открывания и закрывания. Специальная конфигурация фурнитуры позволяет выбирать оптимальный режим проветривания.

Окружение окон ПВХ:

- подоконник – горизонтальная часть внутреннего обрамления оконного проема, укладываемая на уровне нижней части рамы;
- откосы – плоская ПВХ-панель, предназначенная для аккуратного оформления боковых поверхностей оконного проема;
- отлив – элемент, который устанавливается с внешней стороны окна вдоль нижней части рамы и предназначен для отвода дождевой воды. Они могут быть оцинкованные, стальные и алюминиевые.

В ряде случаев в зданиях предприятий общественного питания в качестве наружных ограждений применяют *витражи* – большие остекленные поверхности, служащие для освещения помещений, создания зрительной связи внутреннего простран-

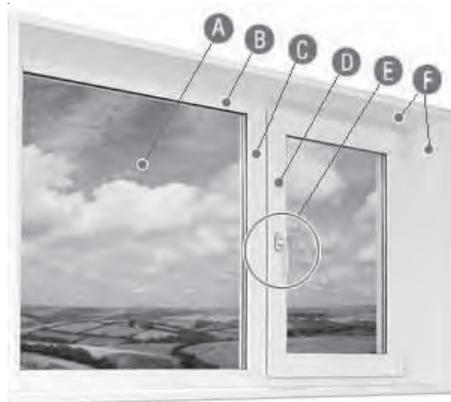


Рис. 7.24. Конструктивные элементы пластиковых окон:
A – стеклопакет; B – рама; C – импост; D – створка; E – фурнитура;
F – откос

ства с внешней средой, а также в качестве элемента внешней архитектуры зданий и их интерьеров (рис. 7.25).

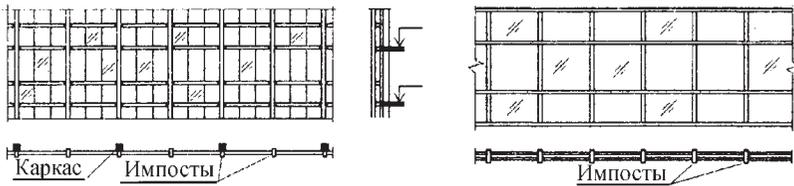


Рис. 7.25. Схемы витражей

Витражи должны обладать необходимыми светопропускающими способностями, сопротивлением теплопередаче, звукоизоляцией от внешних шумов, обеспечивать защиту от атмосферных осадков и продувания, а в некоторых случаях от солнечной радиации. Они состоят из коробок, заполненных остекленными переплетами. При большой высоте их дополняют специальными элементами, воспринимающими горизонтальные ветровые воздействия и нагрузки от собственного веса. Несущие конструкции витражей выполняют из стали или алюминиевых сплавов.

В зависимости от климатических условий витражи устраивают одинарными, двойными (спаренные или отдельные) и тройными. Наиболее экономичны двойные отдельные витражи с воздушной прослойкой между переплетами 500...600 мм, обеспечивающей возможность прохода и чистки стекол изнутри витража. Для удобства чистки стекол спаренные переплеты делают открывающимися или съемными. Очистку внешних поверхностей витражей производят обычно снаружи со специальных люлек или других устройств.

Для предохранения в холодное время года внешних стекол от образования конденсата, который может возникнуть при проникании теплого, влажного воздуха помещений в пространство между переплетами витража, применяют тщательную герметизацию внутреннего переплета, особенно в местах стыков и притворов. При отдельных переплетах, кроме того устраивают небольшие отверстия в наружных коробках, через которые внутренние поверхности наружных стекол омываются холодным и более сухим воздухом, поглощающим избыточную влагу.

Различные коэффициенты линейного расширения стекла и алюминия обуславливают необходимость устройства специальных упругих прокладок и зазоров в местах крепления стекла в переплетах, что предохраняет его от разрушения при температурных деформациях.

Силовые воздействия на витражи воспринимаются импостами и обвязками коробок обычно полого прямоугольного сечения, передающими усилия на несущий каркас и перекрытия здания. Если вертикальные импосты поэтажно прикреплены к перекрытиям, то в конструкциях креплений предусматривают возможность перемещения импостов в трех направлениях на ± 30 мм, которое неизбежно при рихтовке во время монтажа каркаса и для компенсации температурных деформаций.

В витражах зальных помещений большой высоты крепление к каркасу здания возможно только внизу и вверху. Для восприятия ветровых нагрузок и передачи горизонтальных усилий на несущие конструкции здания устраивают специальные несущие каркасы из вертикальных и горизонтальных элементов. Вертикальные элементы этого каркаса (стойки) закрепляют в фундаментах или подвешивают к покрытию.

7.5. Ворота и двери

Конструктивные решения и типы ворот производственных зданий зависят от характера и габаритов транспортных средств, въезжающих в помещения и выезжающих из них, интенсивности их движения, электро- и автопогрузчиков, от видов и размеров оборудования и т. д.

Существуют деревянные конструкции ворот, деревянные с металлическим каркасом и металлические. Широко применяют типовые металлические ворота различных видов и назначений, чаще всего с автоматическим открыванием (табл. 7.21).

Ворота размещают в продольных или торцовых стенах.

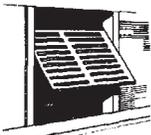
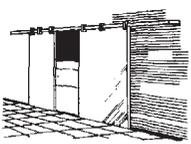
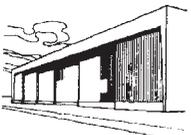
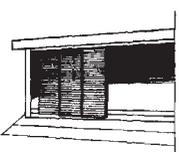
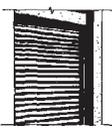
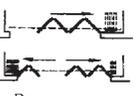
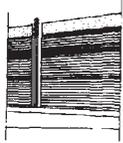
Расстояние между воротами принимают по технологическим требованиям.

Размеры проемов ворот должны превышать размеры габаритов транспортных средств в груженом состоянии по ширине на $0,5...1$ м, по высоте на $0,2...0,5$ м.

В отопляемых зданиях во избежание больших тепловпотерь и появления в них сквозняков ворота оборудуют воздушно-тепловыми завесами.

Приняты унифицированные железобетонные конструкции обрамления ворот, представляющие раму, жестко связанную с конструкцией стены, для шага колонн 6 и 12 м. Эти обрамления могут быть использованы для любого вида ворот, имеющих унифицированные размеры проемов $3,6 \times 3,0$; $3,6 \times 3,6$; $4,8 \times 5,4$ м и др. (табл. 7.22). Они могут быть применены и для других размеров проемов ворот с соответствующим изменением высот стоек ворот и размещения закладных частей.

Виды ворот промышленных зданий

Тип и схема ворот	Общий вид	Тип и схема ворот	Общий вид
 <p>Распашные</p>		 <p>Подъемные цельные</p>	
 <p>Откатные цельные однопольные и двухпольные</p>		 <p>Подъемные складные</p>	
 <p>Однокатные секционные, открывающиеся в одну и две стороны</p>		 <p>Подъемные секционные по прямому направляющему</p>	
 <p>Откатные секционные с поворотом, открывающиеся в одну и две стороны</p>		 <p>Подъемные секционные по ветрикальному направляющему, переходящим в горизонтальные</p>	
 <p>Раздвижные секционные гармонообразные, открывающиеся в одну и две стороны</p>		 <p>Подъемные шторные</p>	

Назначение ворот и их типоразмеры

Тип ворот	Размер проема, м	Вид проезжающего транспорта
Подъемно-поворотные	3,6×4,2	Грузовые автомобили, авто- и электропоезда, электрокары
	3,6×3,6	Грузовые автомобили и электрокары
	3,6×3 3×3 2,4×2,4	Легковые автомобили и электрокары
Подъемно-секционные	3,6×3,6	Грузовые автомобили и электрокары
	3,63	Грузовые автомобили и электрокары
	4,8×5,4	Железнодорожный подвижной состав и грузовые автомобили с крупногабаритными грузами
Подъемные	3,6×3,6	Грузовые автомобили и электрокары
	3,6×3	Грузовые автомобили и электрокары
Раздвижные	4,8×5,4	Железнодорожный подвижной состав и грузовые автомобили с крупногабаритными грузами
	3,6×3,6	Грузовые автомобили и электрокары
	3,6×3	Грузовые автомобили и электрокары
	4×4,2	Авто- и электропоезда
Шторные	4,8×5,4	Железнодорожный подвижной состав и грузовые автомобили с крупногабаритными грузами
Распашные	4,8×5,4	Железнодорожный подвижной состав и грузовые автомобили с крупногабаритными грузами
	4×4,2	Грузовые автомобили, авто- и электропоезда
	4×3	Грузовые автомобили и электрокары
	3×3	Грузовые автомобили и электрокары
Противопожарные	3,6×3,6	Автомобильный транспорт и электрокары
	3,6×3	Автомобильный транспорт и электрокары

Рационально размещать ворота со сдвигом в ту или иную сторону от оси шага колонн, так как в этом случае неиндустриальные доборные элементы располагают только с одной стороны ворот. Проще размещать воротные проемы в пределах остекленных проемов, поскольку количество доборных элементов ограничивается участком цоколя.

В производственных зданиях с панельными стенами участок в пределах принятого шага колонн между рамой ворот и панельными стенами чаще всего заполняют кирпичной кладкой (рис. 7.26).

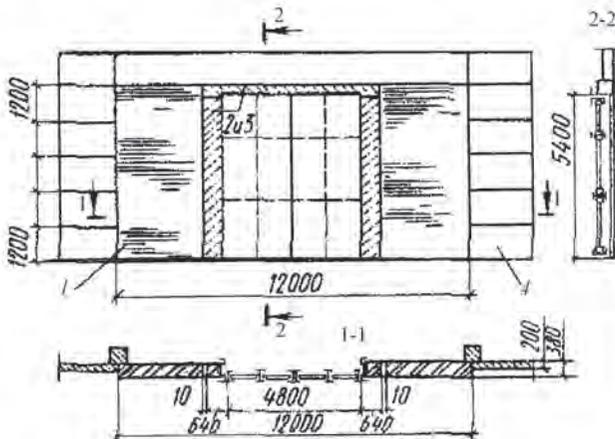


Рис. 7.26. Оформление проема ворот в производственных зданиях с панельными стенами:
 1 – участок кирпичной стены; 2, 3 – элементы рамы;
 4 – панельная стена

За условную отметку чистого пола цеха принимается отметка 0,000, а уровень земли располагают на 150 мм ниже уровня пола (для устройства асфальтобетонной отмостки вокруг здания шириной 750...1000 мм, которая служит для отвода влаги (талых и дождевых вод)), поэтому для плавного въезда автотранспорта в здание с наружной стороны ворот устраивают пандус с уклоном не более 12 %.

Выбор типа дверей производственных зданий определяется следующими требованиями: архитектурными, эксплуатационными, воздухо-непроницаемости, теплостойкости, звуко-непроницаемости, обеспечения огнестойкости и долговечности.

Размеры проемов дверей зависят от количества людей в помещениях, размеров переносимого и перевозимого груза, требований пожарной безопасности.

Двери состоят из дверных коробок и открывающихся дверных полотен. Дверные проемы обрамляют коробками, состоящими из вертикальных брусков (косяков), верхнего горизонтального бруска (вершинки) и нижнего – порога. В коробках внутренних дверей порог обычно отсутствует. Полотна дверей навешиваются на петли.

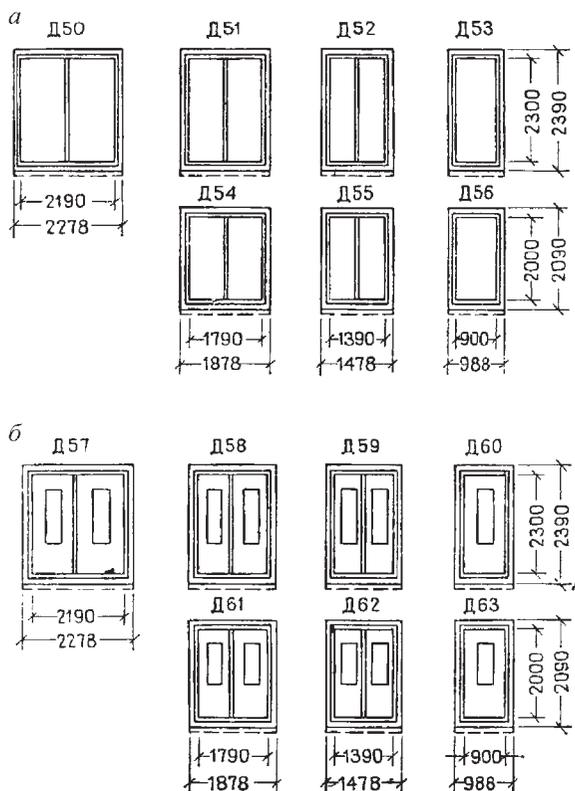


Рис. 7.27. Двери наружные:
а – глухие с притвором в четверть;
б – остекление с притвором в четверть

Двери промышленных зданий по материалу подразделяются на деревянные, металлические, стеклянные, пластиковые, а по конструкции полотен (по способу открывания) – распашные, раздвижные и качающиеся.

Двери подразделяются на внутренние и наружные (рис. 7.27, 7.28).

В соответствии с направлением открывания могут быть правыми или левыми.

Минимальные размеры проемов дверей, удовлетворяющие требованиям массовой эвакуации людей из помещений, 0,8×2 м.

Двери, устраиваемые на путях эвакуации, могут быть только распашными и открываться наружу по движению.

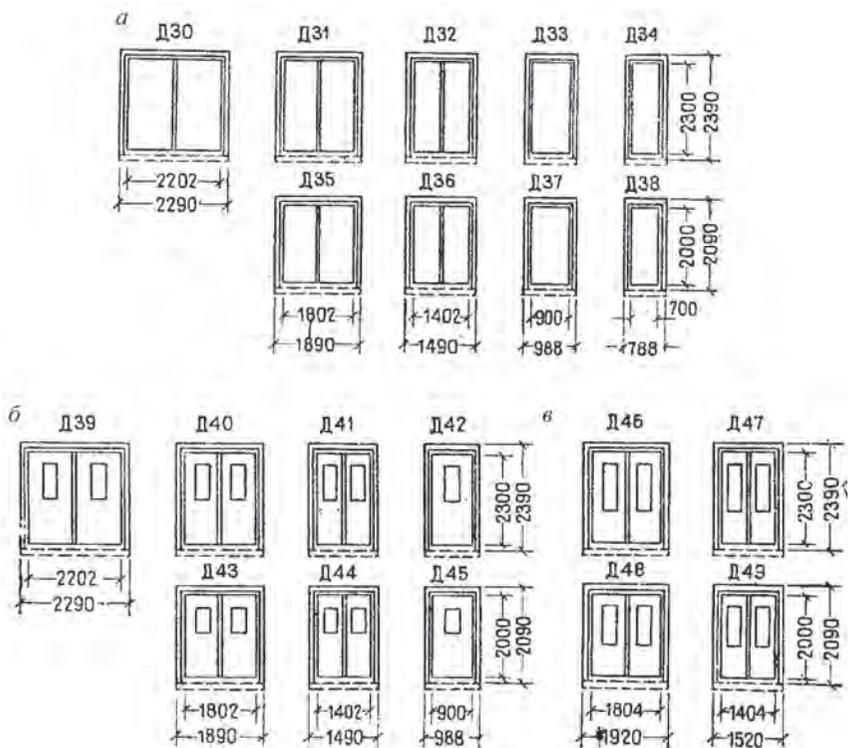


Рис. 7.28. Двери внутренние:

а – глухие с притвором в четверть; *б* – остекление с притвором в четверть;
в – с качающимися полотнами

Глава 8. ЭКСПЛУАТАЦИЯ, РЕМОНТ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

8.1. Эксплуатация зданий

Техническая эксплуатация – комплекс мероприятий, обеспечивающих безотказную работу всех элементов здания в течение срока службы, установленного нормами. Эти мероприятия включают техническое обслуживание здания, его текущий ремонт, санитарную очистку и уборку. В техническое обслуживание входят контроль инженерных сетей, их регулировка и наладка. Правильная техническая эксплуатация здания удлиняет срок его службы.

Практика показывает, что при технической эксплуатации можно не только поддерживать заданный уровень надежности, но и повышать его.

С течением времени эксплуатационные качества здания снижаются за счет его физического и морального износа.

Физический износ проявляется в снижении конструктивными элементами здания в процессе его эксплуатации первоначальных технических свойств (прочности, долговечности, изоляционной способности и др.).

Моральный износ обусловлен функциональным старением зданий, которое возникает в тех случаях, когда объемно-планировочное, конструктивное решение или инженерно-техническое обустройство здания приходят в несоответствие с современными нормативными требованиями.

При эксплуатации промышленных зданий практически невозможно обеспечить условия, при которых сохранились бы во времени характеристики как отдельных конструктивных элементов, так и здания в целом. При воздействии окружающей среды, внутренней производственной среды, различного рода нагрузок и воздействий конструкции здания изнашиваются.

Определяющим признаком эксплуатации зданий является время, которое определяет основные показатели долговечности: срок эксплуатации (службы) и ресурсы работы основных конструктивных элементов и здания в целом до ремонта и списания.

Срок эксплуатации (службы) здания – продолжительность его эксплуатации до состояния, при котором оно становится непригодным к дальнейшей эксплуатации и требует капитального ремонта.

Межремонтный цикл – срок службы здания от пуска его в эксплуатацию до первого капитального ремонта или календарный срок между капитальными ремонтами.

Межремонтный период – календарный срок эксплуатации здания между двумя плановыми текущими ремонтами или между плановым текущим и капитальным ремонтами.

В межремонтный период предусматривают своевременную очистку и окраску потолков, стен, полов и оборудования. Производственные помещения с малой степенью загрязнения окрашивают один раз в год – весной или осенью. Необходимо не менее четырех раз в год очищать от пыли и грязи оконные проемы, светильники и т. п.

В процессе эксплуатации зданий регулярно два раза в год, весной (после таяния снега) и осенью (до наступления отопительного сезона и образования снежного покрова), проводятся общие осмотры объектов.

Внеочередные осмотры здания проводят после сильных ветров, снегопадов, ливней и других стихийных бедствий.

Все мероприятия по техническому обслуживанию здания направлены на обеспечение требуемой эксплуатационной надежности.

Одной из основных проблем промышленного строительства является все увеличивающееся несоответствие эксплуатационных сроков службы промышленных зданий и несравнимо более коротким периодом службы машин и технологического оборудования, определяемым быстрым моральным износом последних. При продолжительности службы пищевых предприятий, исчисляемой в среднем 40...50 лет, их необходимо реконструировать 3...4 раза за время эксплуатации, так как сроки службы оборудования предприятий по их моральному износу в 8...10 раз меньше.

8.2. Ремонт зданий

С момента ввода зданий в эксплуатацию за техническим состоянием их несущих и ограждающих конструкций и инженерного оборудования устанавливается систематическое наблюдение, целью которого является своевременное обнаружение, правильная оценка дефектов и повреждений, контроль за устранением неисправностей.

Для предупреждения преждевременного износа здания, предотвращения аварий, а также для поддержания его и находящегося в нем оборудования в постоянной эксплуатационной годности периодически проводят различные ремонты.

Текущий ремонт предполагает устранение возникающих в процессе эксплуатации мелких неисправностей.

Непредвиденный (аварийный) текущий ремонт делают в том случае, когда неожиданно обнаружена неисправность, поломка какого-либо элемента здания.

Плановый текущий ремонт проводят в целях предохранения здания от преждевременного износа и сокращения затрат на капитальный ремонт. В этот вид ремонта входят окраска, очистка, мелкий ремонт стен, перекрытий, полов, окон, дверей, ворот и т. п.

Капитальный ремонт проводят в целях восстановления изношенных несущих элементов или их частей, устранения неисправностей.

Выборочный капитальный ремонт делают в том случае, когда необходимо заменить отдельные строительные конструкции или отдельное оборудование. Элементы конструкций, годные для дальнейшей эксплуатации, не ремонтируют или ремонтируют частично.

В *комплексный капитальный ремонт* входит замена всех строительных конструкций здания и инженерного оборудования.

8.3. Реконструкция зданий

Увеличение производства, модернизация оборудования, совершенствование технологического процесса предъявляют соответствующие требования и к зданиям. Решение этих задач возможно за счет нового строительства, расширения или реконструкции предприятия.

К *новому строительству* относится строительство предприятия, здания, сооружения, осуществленное на новых площадях и по первоначально утвержденному проекту.

К *расширению* действующего предприятия относится строительство дополнительных производств на действующем предприятии, а также строительство новых и расширение существующих отдельных цехов на территории действующего предприятия или примыкающих к нему площадках в целях создания дополнительных или новых производственных мощностей.

К *реконструкции* действующих предприятий относится переустройство существующих цехов и объектов основного, подсобного и обслуживающего назначения. Как правило, она связана с изменением объемно-планировочных решений, перепланировкой производственных помещений и повышением уровня инженерного оборудования. Переустройство зданий при реконструкции также связано с мероприятиями по профилактике, ремонту и модернизации существующих конструкций здания, с обновлением и ремонтом инженерного оборудования. В течение всего времени функционирования промышленное здание

может неоднократно подвергаться реконструкции, периодичность которой связана с техническим перевооружением производства.

Техническое перевооружение связано с заменой морально устаревшего оборудования и частичной модернизацией существующего, с выборочным ремонтом конструктивных элементов здания и его инженерного оборудования.

Специфика производства строительно-монтажных работ при реконструкции, а также при расширении или техническом перевооружении промышленных предприятий существенно отличается от нового строительства. Характерная особенность реконструкции – стесненность при осуществлении работ в условиях действующих предприятий.

Работы по реконструкции отличаются высокой трудоемкостью и стоимостью, но объем их значительно меньше, чем при новом строительстве. Кроме этого, определенная часть работ характерна только для реконструкции (обследование, разборка зданий и их отдельных конструктивных элементов, демонтаж оборудования и энергосистем, выправление каркасов зданий, усиление существующих фундаментов, колонн, балок, ригелей, смена перекрытий, замена деревянных несущих конструкций кровли на металлические или железобетонные и т. д.).

При проектировании новых предприятий следует предусматривать необходимость их реконструкции в будущем. С этой целью на генеральном плане предприятия должны быть зарезервированы участки территории для перспективной застройки зданиями, сооружениями или коммуникациями; объемно-планировочные решения должны быть гибкими, с увеличенной сеткой колонн; конструктивные решения должны содержать резервы несущей способности, обеспечивающие в будущем возможность перестройки зданий, изменения этажности, количества и массы технологического оборудования и т. д.

8.4. Конструктивные решения при реконструкции зданий

При реконструкции промышленных зданий обычно проводят следующие мероприятия:

- повышение высоты одноэтажных зданий;
- увеличение пролетов, т. е. разрежение сетки колонн;
- увеличение несущей способности стен, колонн, балок и др. конструкций;
- перестройка стен и покрытий для улучшения естественного освещения и аэрации;

- расширение или объединение производственных помещений в зданиях с изменением строительных конструкций;
- объединение нескольких зданий в одно с выравниванием их по высоте и с внутренним переустройством.

Конструктивные решения при реконструкции промышленных зданий и сооружений весьма многообразны. Характерными для них являются различные способы усиления существующих конструкций при значительном износе или повреждении, а также увеличении действующих нагрузок.

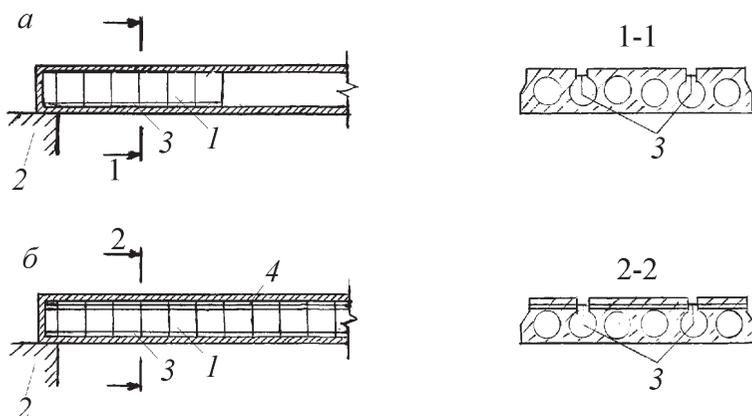


Рис. 8.1. Усиление многопустотных плит:

a – бетонирование пустот в опорной части с установкой дополнительных арматурных каркасов; *б* – то же, по всей длине плиты с наращиванием сверху толщиной не менее 30 мм; 1 – многопустотная плита; 2 – опора; 3 – дополнительные арматурные каркасы; 4 – противоусадочная арматурная сетка

Далее приведены некоторые способы усиления многопустотных (рис. 8.1) и ребристых плит (рис. 8.2), железобетонных колонн (рис. 8.3, 8.4), усиление железобетонных стропильных балок (рис. 8.5) и ферм (рис. 8.6), фундаментов (рис. 8.7), кирпичных простенков (рис. 8.8). Для усиления железобетонных конструкций применяется класс бетона по прочности на сжатие не ниже, чем фактическая прочность бетона поврежденного элемента, и не ниже класса В15.

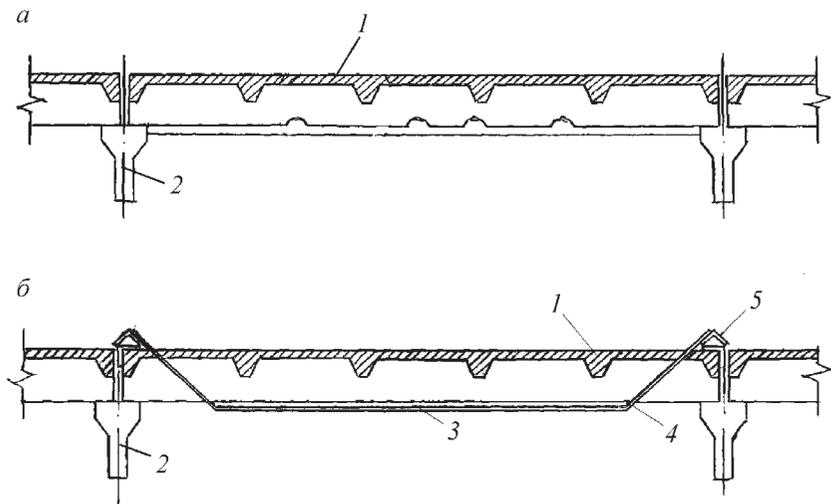


Рис. 8.2. Усиление ребристых плит:

a – наращиванием ребер снизу; *б* – устройство шпренгеля (с натяжением или подклинкой); 1 – ребристая плита; 2 – опора; 3 – арматурная плита; 4 – шпренгель; 5 – упоры

При увеличении сечений наращиванием, устройством обойм или рубашек следует предусматривать насечку поверхности «старого» бетона, а также другие мероприятия, обеспечивающие их совместную работу. Минимальную толщину слоя бетона для наращивания принимают 30 мм, для обойм и рубашек с дополнительными арматурными стержнями – 50 мм. Толщину обойм со спиральным армированием назначают в зависимости от диаметра ядра внутри спирали, но не менее 70 мм.

При усилении наращиванием, обоймами или рубашками применяют, как правило, продольную арматуру диаметром не менее 16 мм в сжатых и 12 мм в растянутых зонах. Шаг поперечной арматуры обычно назначают не более 200 мм.

Очень часто при реконструкции предприятий проводят ремонтные работы. Если поврежден защитный слой железобетонных элементов, то его восстановление, заделку трещин, раковин и сколов бетона предусматривают цементным раствором или бетоном с мелкими фракциями заполнителя. При этом необходимо предусматривать вырубание (расчистку) поврежденных участков с образованием полостей прямоугольной формы; торцы вырубленных полостей должны быть перпендикулярными действующему усилию.

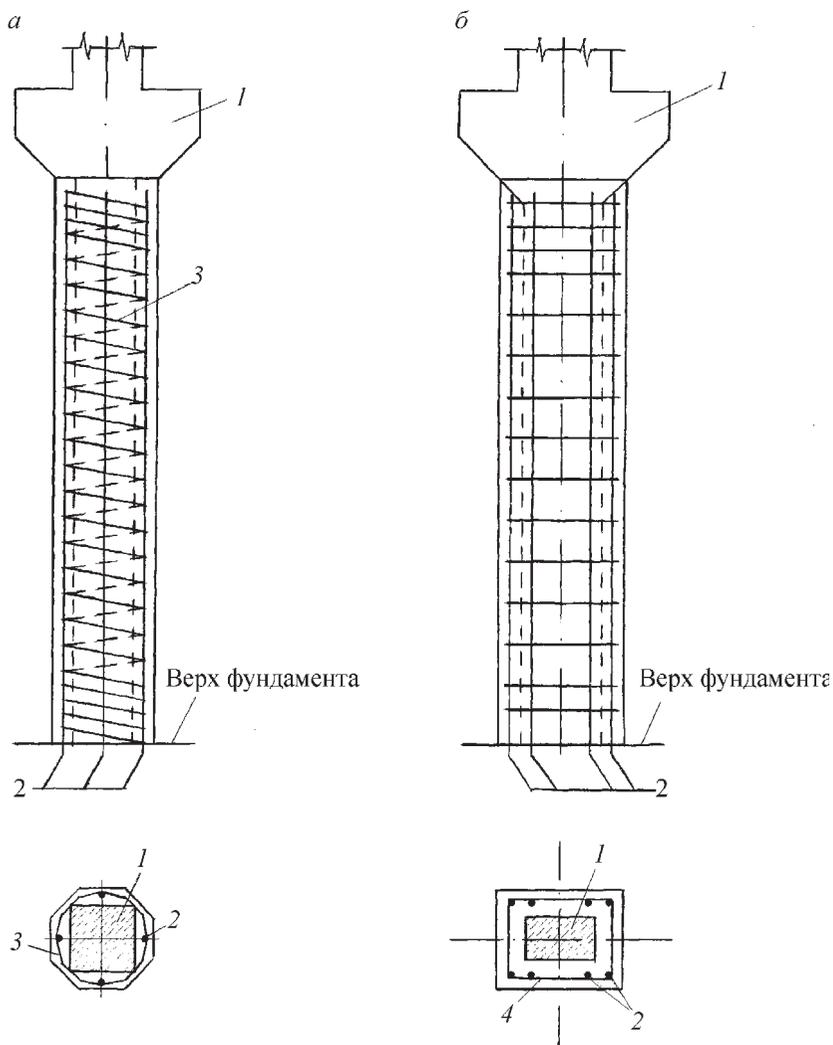


Рис. 8.3. Усиление колонн железобетонными обоймами:
a – армирование обойм спиралью; *б* – армирование обойм каркасами; 1 – колонна;
 2 – дополнительная арматура; 3 – спираль; 4 – поперечная арматура (хомуты)

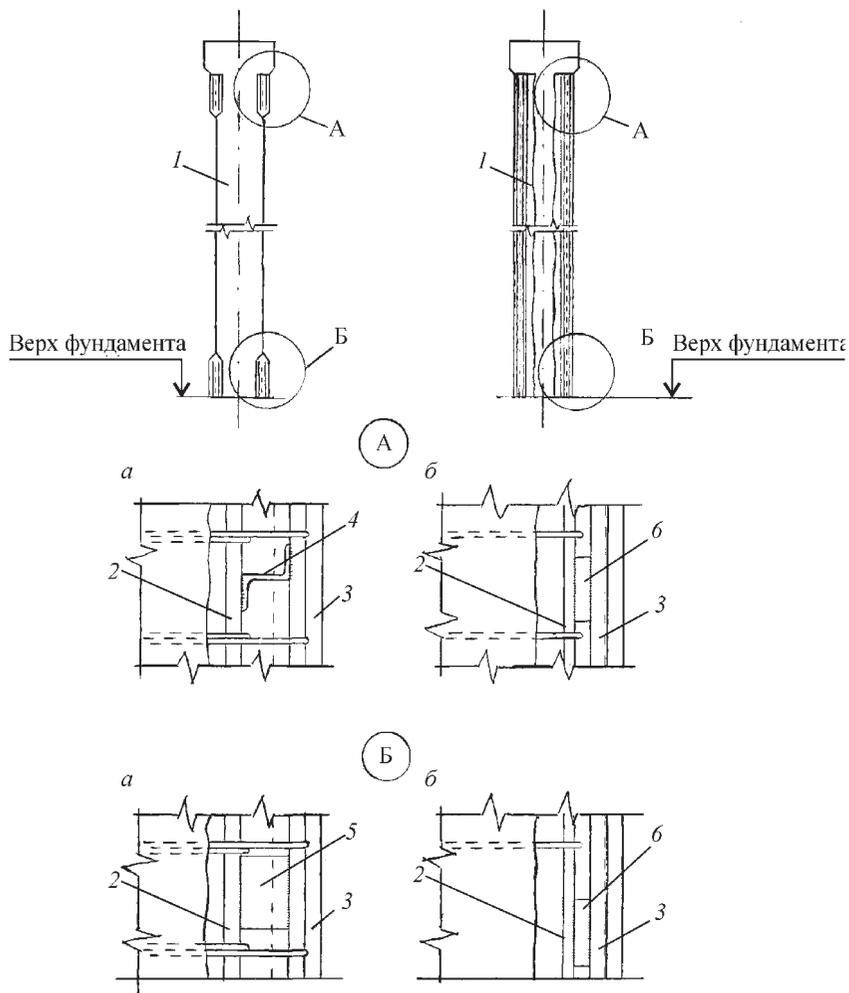


Рис. 8.4. Усиление колонны наращиванием:

a – при значительном увеличении сечения; *б* – при незначительном увеличении сечения; 1 – колонна; 2 – арматура в колонне; 3 – дополнительная арматура; 4, 5, 6 – соединительные элементы (отгибы, пластины, коротыши)

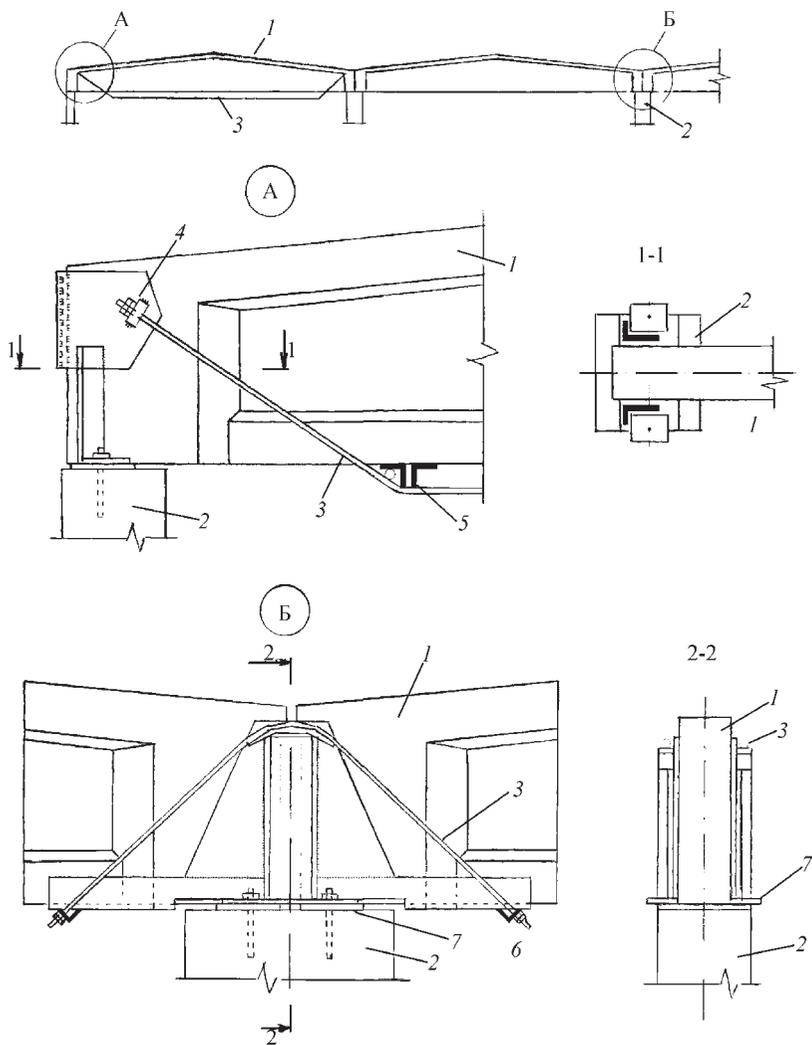


Рис. 8.5. Усиление стропильных балок шпренгелем (А) или двухконсольной фермой (Б):
 1 – балка; 2 – опора (колонна и т. д.); 3 – тяжи; 4 – упор; 5 – упорный уголок;
 6 – уголок для натяжения подкоса; 7 – опорный лист

Разгружающие конструкции в виде, например, шпренгелей или двухконсольных ферм следует рассчитывать как самостоятельные конструкции на разность между внешней нагрузкой и несущей способностью усиливаемого элемента. Для обеспечения совместной работы разгружающей и усиливаемой конструкции между ними должны быть предусмотрены предварительно напряженные связи, а также распорки, клинья, подбетонки, подчеканки или другие устройства, обеспечивающие передачу нагрузки на конструкции усиления.

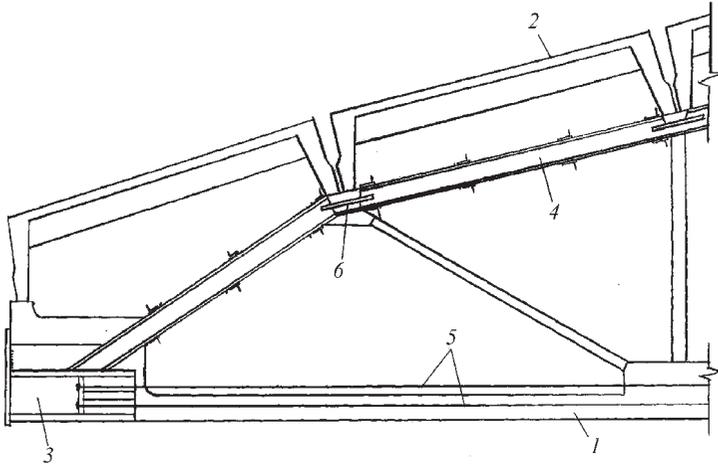
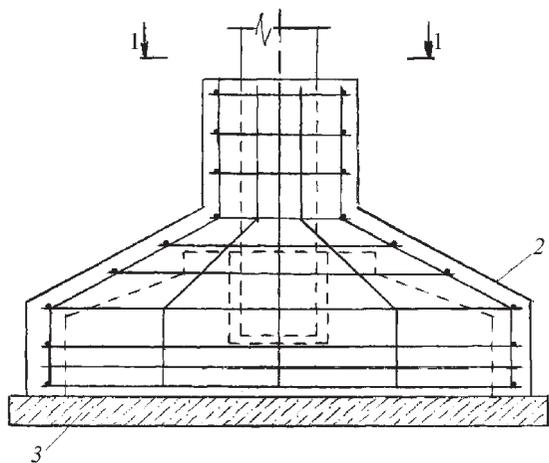


Рис. 8.6. Усиление верхнего и нижнего поясов ферм:
 1 – ферма; 2 – плита покрытия; 3 – упор; 4 – стальная обойма из швеллеров; 5 – затяжка с гайками и шайбами; 6 – соединительная пластина

Усиление отдельно стоящих фундаментов производится в соответствии с рис. 8.7. Для обеспечения передачи нагрузки на усиление фундамента необходимо предусматривать на колонне устройство обоймы. Свайные фундаменты усиливают аналогичным образом.

Восстановление (усиление) ферм может осуществляться стальными элементами в виде обоек из швеллеров и предварительно напряженных затяжек. Усиление сжатых элементов решетки следует предусматривать также установкой стальной или железобетонной обоймы (рис. 8.6).



1-1

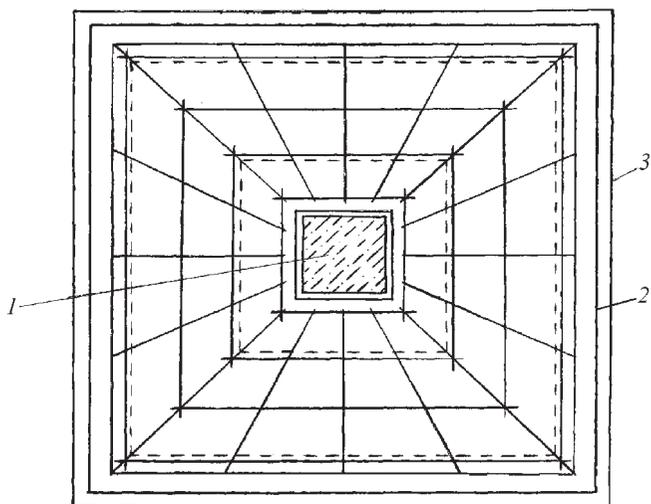


Рис. 8.7. Усиление фундамента:
 1 – колонна; 2 – обойма; 3 – бетонное основание

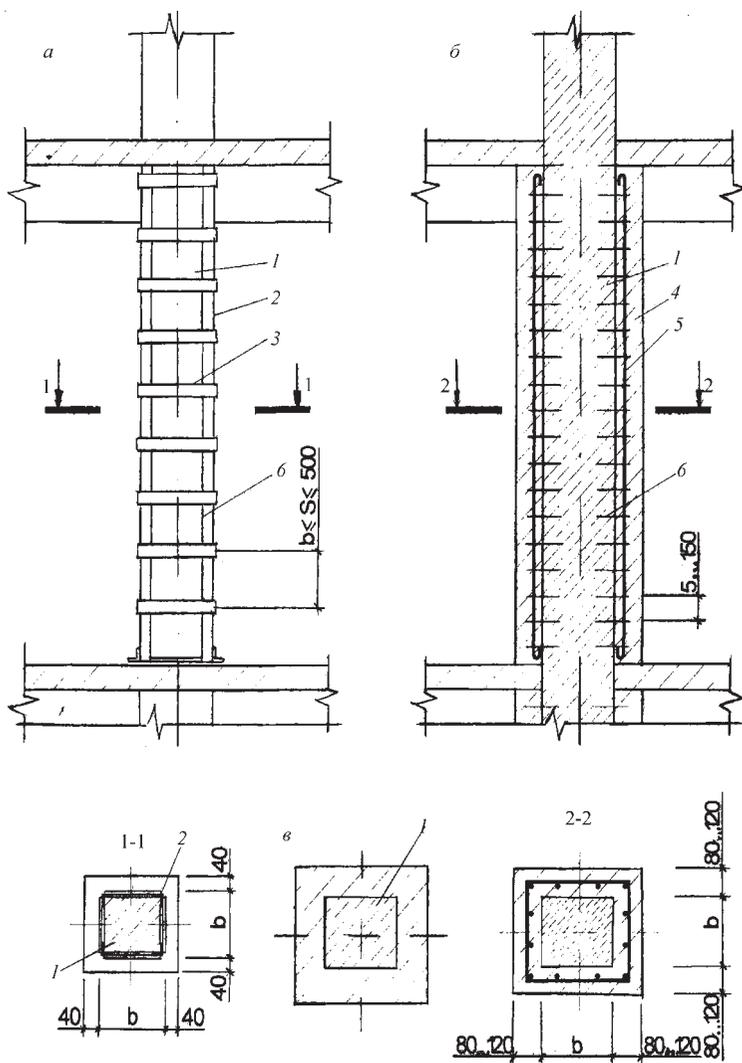


Рис. 8.8. Усиление кирпичных простенков обоймами:
a – металлическая обойма; *б* – железобетонная обойма; *в* – обойма из кирпичной армированной кладки; 1 – кирпичный столб; 2 – стальные уголки; 3 – стальные планки; 4 – бетонная рубашка; 5 – продольная арматура; 6 – хомуты

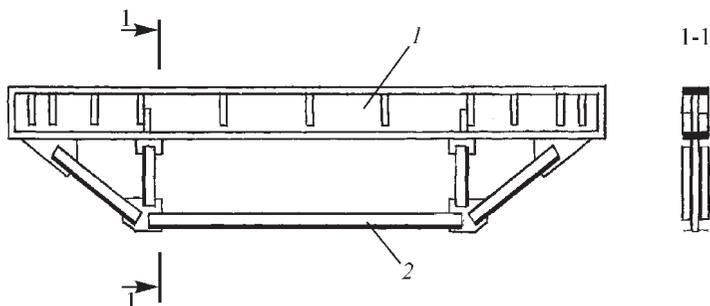


Рис. 8.9. Усиление балки устройством шпренгеля:
1 – стальная балка; 2 – конструкция шпренгеля

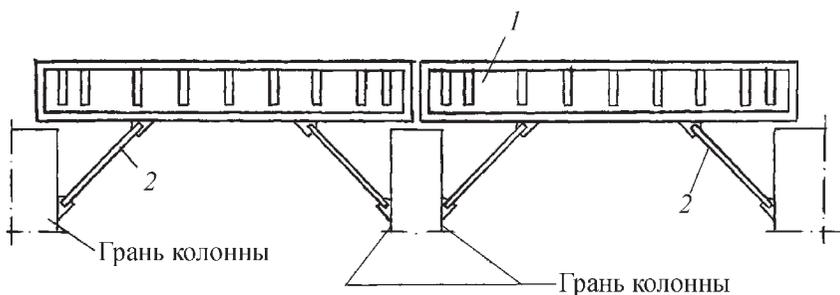


Рис. 8.10. Усиление балки устройством подкосов:
1 – стальная балка; 2 – подкос

Для усиления несущих простенков и столбов кирпичных стен используют следующие виды обойм (рис. 8.8):

- стальные обоймы из уголков, устанавливаемых на растворе и связанных хомутами из круглой или полосовой стали с шагом не более меньшего размера простенка (столба) и не более 500 мм (следует предусматривать защиту обоймы от коррозии оштукатуриванием цементным раствором толщиной 25–30 мм по металлической сетке);
- железобетонные обоймы из бетона класса по прочности на сжатие не ниже В10 с армированием вертикальными стержнями и хомутами с шагом 150 мм;

- армоцементные обоймы из цементного раствора марки 75...100 с армированием по аналогии с железобетонными обоймами (нанесение раствора следует предусматривать методом торкретирования);
- армокирпичные обоймы из кирпича марки не ниже 75 на растворе марки 75...100 арматурными сетками через 2...3 ряда кладки (рис. 8.8, в).

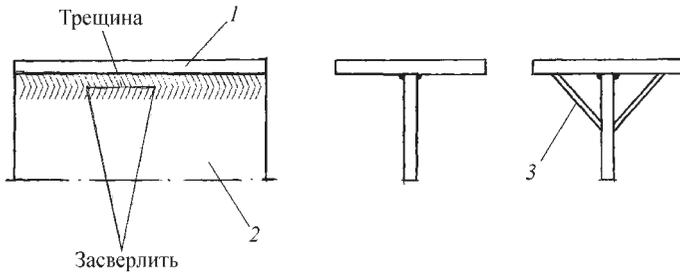


Рис. 8.11. Усиление сварных швов:
1 – полка; 2 – стенка; 3 – планка

Восстановление стальных конструкций при повреждениях в виде местных вмятин, искривлений, пробоин, разрывов и т. д. следует предусматривать: правкой местных искривлений и вмятин; привариванием ребер или накладок для компенсации уменьшения площади поверхности сечения; заменой вставками отдельных участков конструкции.

Для составных сварных балок допускается изменять их конструктивную схему устройством подкосов или шпренгелей (рис. 8.9, 8.10). При наличии трещин в сварных швах составных конструкций поврежденный участок следует вырубать и накладывать новый шов. Если вырубка шва затруднительна, то поврежденный шов допускается усиливать приваркой листовых подкосов к соединительным элементам (рис. 8.11). Поврежденный сварной шов при этом должен быть засверлен по концам.

При значительных количествах повреждений в решётке фермы или величине нагрузки, намного превышающей ранее действующую, допускается установка по всей длине фермы или её части параллельной решетки, воспринимающей необходимую часть нагрузки (рис. 8.12).

При разработке проектов усиления допускается применение конструктивных элементов, отличающихся по материалам от ранее применявшихся в конструкции.

При сопряжениях несущих элементов из разнородных материалов должна быть обеспечена их совместная работа.

Примеры сопряжения некоторых конструкций из разнородных материалов приведены на (рис. 8.13, 8.14).

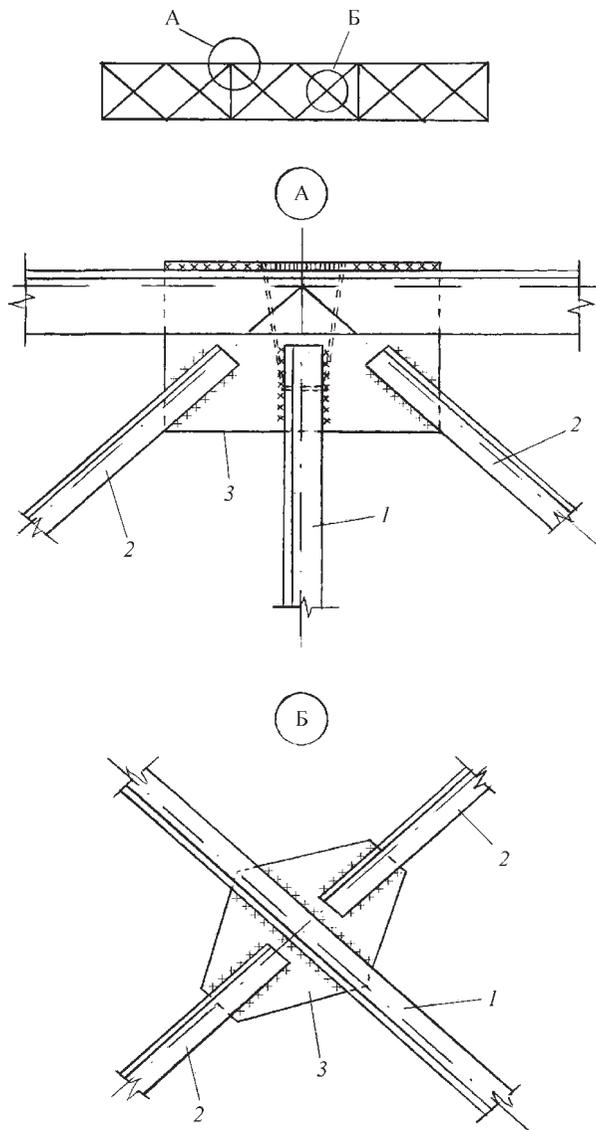


Рис. 8.12. Восстановление стропильной фермы устройством второй решетки:
 1 – поврежденная ферма; 2 – элементы дополнительной решетки; 3 – дополнительные фанонки

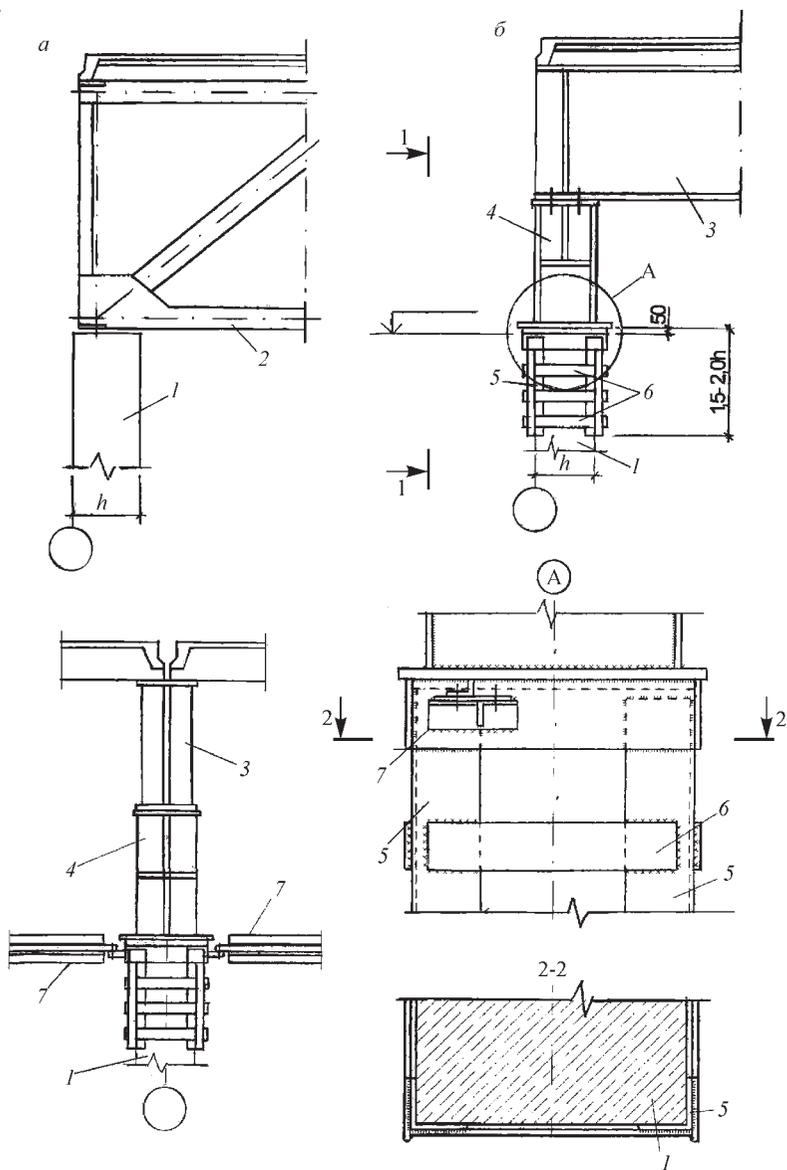


Рис. 8.13. Замена железобетонной фермы стальной балкой:
a – конструкция до усиления; *б* – конструкция после усиления; 1 – колонна;
 2 – железобетонная ферма; 3 – стальная балка; 4 – надколонник; 5 – обойма;
 6 – стягивающая планка; 7 – дополнительные распорки

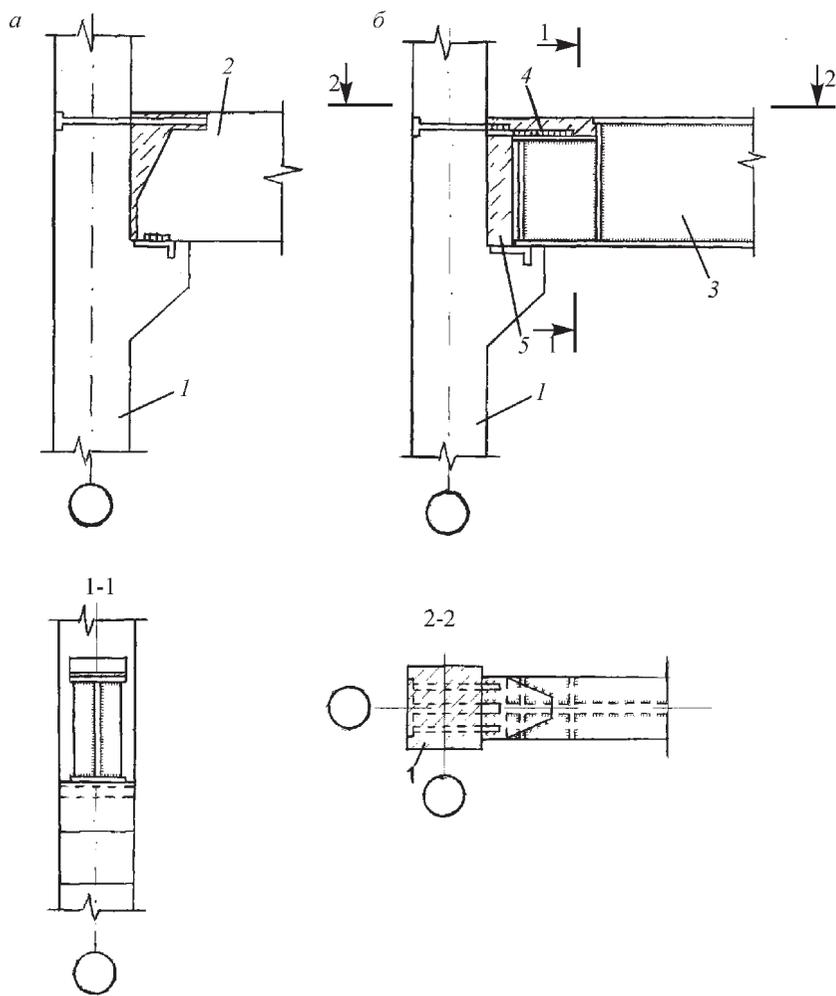


Рис. 8.14. Замена железобетонных ригелей стальными:
 1 – колонна; 2 – железобетонный ригель; 3 – стальной ригель; 4 – накладка;
 5 – забетонка

Глава 9. САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ПИЩЕВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Санитарно-техническое оборудование пищевых предприятий включает системы вентиляции, отопления, водоснабжения и водоотведения.

9.1. Вентиляция

Вентиляция – обмен загрязненного и чистого воздуха в помещениях для удаления избытков теплоты, влаги, вредных и других веществ для обеспечения допустимых метеорологических условий и чистоты воздуха в обслуживаемой или рабочей зоне.

Вентиляционная система – это совокупность устройств для обработки, транспортирования, подачи и удаления воздуха.

Системы вентиляции подразделяются

по назначению:

- на приточные – системы, подающие воздух в помещение;
- вытяжные – системы, удаляющие загрязненный воздух из помещения;
- приточно-вытяжные – системы, обеспечивающие организованный приток и удаление воздуха;

по зоне действия:

- на общеобменную вентиляцию – система вентиляции, при которой происходит вентиляция всего помещения или рабочей зоны при наличии рассредоточенных источников вредных выделений;
- местную вентиляцию – система вентиляции, при которой удаление воздуха непосредственно от оборудования (источника вредных выделений) или подача воздуха осуществляется в какую-либо определенную часть помещения;

по способу побуждения движения воздуха:

- на системы с механическим побуждением (с применением вентиляторов и др.);
- системы с естественным побуждением (с использованием естественных сил – воздействия ветра и гравитации).

При этом вентиляция помещения может осуществляться через разветвленную сеть каналов (воздуховодов) – *канальные системы вен-*

тиляции или через проемы в наружных ограждениях – *бесканальная вентиляция*.

На рис 9.1 приведена общая классификация систем вентиляции.



Рис. 9.1. Классификация вентиляционных систем

Перечисленные выше варианты систем вентиляции рекомендуется применять в следующих случаях:

1) *приточная общеобменная канальная с механическим побуждением* – в промышленных зданиях и больших помещениях общественных зданий (зрительные, торговые залы и т. д.); возможна раздача воздуха в рабочей зоне или сосредоточенная подача воздуха в помещение одной или несколькими струями; в зимнее время используют рециркуляцию внутреннего воздуха;

2) *приточная общеобменная бесканальная с механическим побуждением* – в производственных помещениях с небольшим количеством работающих при отсутствии постоянных рабочих мест, для периодического проветривания помещений с избытками тепла, в качестве дополнительной системы, работающей в летний или зимний период с подогревом или рециркуляцией воздуха;

3) *приточная общеобменная бесканальная с естественным побуждением (аэрационный приток)* – в промышленных зданиях со значительными избытками тепла;

4) *приточная местная канальная с механическим побуждением* – в производственных помещениях, в которых нужно создавать требуемые санитарными нормами условия на рабочем месте (душирование рабочих мест) или в определенной части помещения (создание оазисов);

5) *приточная местная бесканальная с механическим побуждением* – для душирования рабочих мест в производственных помещениях;

6) *приточная местная бесканальная с естественным побуждением* (аэрационный приток организован так, что струя наружного воздуха своей активной частью захватывает рабочие места) – в зданиях, находящихся в районах с жарким климатом;

7) *вытяжная общеобменная бесканальная с механическим побуждением* – как в варианте 1;

8) *вытяжная общеобменная бесканальная с механическим побуждением* (вентилятор устанавливается в проеме наружного ограждения) – в производственных помещениях для периодического проветривания или для увеличения вытяжки в летнее время;

9) *вытяжная общеобменная канальная с естественным побуждением* – в административных и производственных помещениях; иногда вытяжную шахту системы снабжают дефлектором (устройство, использующее давление ветра для перемещения воздуха по системе);

10) *вытяжная общеобменная бесканальная с естественным побуждением (аэрационная вытяжка)* – в производственных помещениях;

11) *вытяжная местная канальная с механическим побуждением* – в промышленных зданиях, в том числе для вентиляции приемков глубиной 0,5 м и более, а также для смотровых каналов, требующих ежедневного обслуживания и расположенных в помещениях категорий А и Б или в помещениях, в которых выделяются вредные газы, пары или аэрозоли удельным весом более удельного веса воздуха;

12) *вытяжная местная канальная с естественным побуждением* – для удаления нагретого загрязненного воздуха от оборудования.

Наиболее простой способ вентиляции – *естественное проветривание*, т. е. смена воздуха в помещениях через неплотности в ограждениях благодаря возникающей разности давлений снаружи и внутри помещений. Указанный воздухообмен (*неорганизованная вентиляция*) зависит от случайных факторов – силы и направления ветра, температур снаружи и внутри здания и пр. Кроме того, неорганизованная вентиляция осуществима в помещениях небольшого объема. Для обеспечения постоянного воздухообмена, требуемого по условиям поддержания чистоты воздуха, необходима организованная вентиляция.

Организованная естественная вентиляция предусматривает открывание створок окон и фонарей (аэрация) или применение каналов (канальная система вентиляции). При этом перемещение воздуха, как и при неорганизованной вентиляции, происходит благодаря разности давлений, обусловленной разностью плотностей наружного и внутреннего воздуха. *Аэрация* – организованный естественный воздухообмен в помещении, как способ вентиляции нашла широкое применение в промышленных зданиях, характеризующихся технологическими процессами с большими тепловыделениями.

Естественную вентиляцию для производственных помещений следует рассчитывать:

а) на разность удельных весов наружного и внутреннего воздуха при расчетных параметрах переходного периода года для всех отапливаемых помещений, а для помещений с избытками теплоты – при расчетных параметрах теплого периода года;

б) на действие ветра при скорости, равной 1 м/с в теплый период года, для помещений без избытка теплоты.

Допускается проектировать смешанную вентиляцию с частичным использованием систем естественной вентиляции для притока или удаления воздуха. В помещениях с естественным освещением их световыми проемами в наружных ограждениях с объемом на каждого работающего 20 м³ или 40 м³ (для общественных или производственных помещений соответственно) допускается использовать периодически действующую естественную вентиляцию через фрамуги, форточки.

Открываемые проемы или окна производственных помещений, предназначенные для естественного притока воздуха в теплый период года, следует размещать, как правило, на высоте не более 1,8 м от пола или рабочей площадки до низа проема, а для притока воздуха в холодный период года – на высоте не менее 3,2 м.

Для створок, фрамуг или жалюзи в световых проемах производственных и общественных зданий, размещаемых на высоте 2,2 м и более от уровня пола или рабочей площадки, следует предусматривать дистанционные и ручные устройства для открывания, размещаемые в пределах рабочей или обслуживаемой зоны помещения, а для используемых при пожаре для удаления дыма – автоматические, дистанционные и ручные (местные) устройства.

Приточные системы организованной вентиляции состоят из следующих элементов:

- воздухоприемного устройства, через которое наружный воздух поступает в систему;

- приточной камеры, в которой размещается вентилятор с электродвигателем и устройствами, предназначенными для соответствующей обработки воздуха (изменения его влажности, температуры, очистки от пыли);
- сети воздуховодов, по которым воздух от вентилятора направляется в отдельные помещения;
- приточных отверстий или насадок, через которые воздух поступает в помещение;
- жалюзийных решеток или сеток, устанавливаемых при выходе из приточных отверстий;
- регулирующих устройств (дроссель-клапанов, диафрагм или задвижек), установленных в воздухоприемных отверстиях и на ответвлениях воздуховодов.

При этом необходимо учитывать следующие требования:

- низ отверстия для приемного устройства следует размещать на высоте более 1 м от уровня устойчивого снегового покрова, определяемого по данным гидрометеостанций или расчетом, но не ниже 2 м от уровня земли;
- в производственные помещения приточный воздух следует подавать в рабочую зону из воздухораспределителей:
 - горизонтальными струями, выпускаемыми в пределах или выше рабочей зоны, в том числе при вихревой воздухоподаче;
 - наклонными (вниз) струями, выпускаемыми на высоте 2 м и более от пола;
 - вертикальными струями, выпускаемыми на высоте 4 м и более от пола.

При незначительных избытках теплоты приточный воздух допускается подавать из воздухораспределителей, расположенных в верхней зоне производственных помещений.

В помещениях с выделениями пыли приточный воздух следует, как правило, подавать струями, направленными сверху вниз из воздухораспределителей, расположенных в верхней зоне.

В помещениях со значительными влаговыведениями при тепло-влажностном отношении 4000 кДж/кг и менее следует, как правило, подавать часть приточного воздуха в зоны возможной конденсации влаги на ограждающих конструкциях здания.

Вытяжные системы с механическим побуждением состоят из следующих элементов:

- вытяжных отверстий, снабженных жалюзийными решетками или сетками, через которые воздух удаляется из помещений;

- воздуховодов, по которым воздух, удаляемый из помещений, подается в вытяжную камеру;
- вытяжной камеры, в которой устанавливается вентилятор с электродвигателем;
- устройств для очистки воздуха, если такие необходимы (удаляемый воздух подвергают очистке при особом загрязнении его или при подаче на рециркуляцию);
- вытяжной шахты, через которую воздух удаляется в атмосферу;
- регулирующих устройств (дроссель-клапанов, диафрагм или задвижек).

Воздух, выбрасываемый в атмосферу из систем местных отсосов и общеобменной вентиляции производственных помещений, содержащий загрязняющие вредные вещества (далее «пылегазовоздушная смесь»), следует, как правило, очищать. Кроме того, необходимо рассеивать в атмосфере остаточные количества вредных веществ. В соответствии с «Методикой расчета концентрации в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий» концентрации вредных веществ в атмосфере от вентиляционных выбросов данного объекта с учетом фоновых концентраций от других выбросов не должны превышать: предельно допустимых максимальных разовых концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест, а также 0,3 предельно допустимых концентраций вредных веществ для рабочей зоны производственных помещений (далее ПДК_ж) в воздухе, поступающем в помещение производственных и административно-бытовых зданий через приемные устройства, открываемые окна и проемы, используемые для притока воздуха.

Допускается не предусматривать очистку выбросов пылегазовоздушной смеси из систем с естественным побуждением, а также из систем источников малой мощности с механическим побуждением, если очистки выбросов не требуется.

Выбросы от систем вытяжной вентиляции следует, как правило, проектировать отдельными, если хотя бы в одной из труб или шахт возможно отложение горючих веществ или если при смешении выбросов возможно образование взрывоопасных смесей.

Удаление воздуха из помещений системами вентиляции следует предусматривать из зон, в которых воздух наиболее загрязнен или имеет наиболее высокую температуру или энтальпию. При выделении пыли и аэрозолей удаление воздуха системами общеобменной вентиляции следует предусматривать из нижней зоны.

Системы общеобменной вентиляции помещений допускается использовать для вентиляции приемков глубиной 0,5 м и более и смотровых канав, требующих ежедневного обслуживания и расположенных в помещениях категорий А и Б или в помещениях, в которых выделяются вредные газы, пары или аэрозоли с удельным весом более удельного веса воздуха.

В производственных помещениях с выделениями вредных или горючих газов или паров загрязненный воздух следует удалять из верхней зоны в объеме не менее однократного воздухообмена в 1 ч, а в помещениях высотой более 6 м не менее $6 \text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 м^2 помещения.

Приемные отверстия для удаления воздуха системами общеобменной вытяжной вентиляции из верхней зоны помещения следует размещать:

а) под потолком или покрытием, но не ниже 2 м от пола до низа отверстий – для удаления избытков теплоты, влаги и вредных газов;

б) не ниже 0,4 м от плоскости потолка или покрытия до верха отверстий – для удаления взрывоопасных смесей газов, паров и аэрозолей (кроме смеси водорода с воздухом);

Приемные отверстия для удаления воздуха системами общеобменной вентиляции из нижней зоны следует размещать на уровне до 0,3 м от пола до низа отверстий.

Системы местных отсосов горючих веществ, осаждающихся или конденсирующихся в воздуховодах или вентиляционном оборудовании, следует проектировать отдельными для каждого помещения, объединяя несколько единиц оборудования, шкафов в одном помещении, или для каждой единицы оборудования в одном помещении.

Воздуховоды общеобменных вытяжных систем и систем местных отсосов смеси воздуха с горючими газами легче воздуха следует проектировать с подъемом не менее 0,005 в направлении движения газовой смеси.

Воздуховоды, в которых возможны оседание или конденсация влаги или других жидкостей, следует проектировать с уклоном не менее 0,005 в сторону движения воздуха и предусматривать удаление жидкости.

Основным оборудованием систем вентиляции с механическим побуждением являются вентиляторы (радиальные (центробежные) и осевые), калориферы, обеспыливающие устройства и воздуховоды, а также кондиционеры.

Центробежные вентиляторы применяют при необходимости преодоления сопротивлений в сети свыше 200 Па, а *осевые* – при относительно малых сопротивлениях сети (до 200 Па).

Размеры вентиляторов характеризуются присвоенными им номерами, численно выражающими значение диаметра рабочего колеса в дециметрах (например, вентилятор № 5 имеет колесо диаметром 500 мм).

Работа вентиляционной системы с требуемыми расходом и напором воздуха обеспечивается правильным подбором входящего в нее оборудования. Для механической вентиляции важную роль играет верный выбор типоразмера вентилятора. При этом учитывают производительность, напор, стоимость, характеристики загрязнений воздуха и его температуру, срок службы, взрывобезопасность, а также стремятся к максимальному КПД вентилятора. Для обеспечения надежности работы вентиляционной системы либо принимают к установке два рабочих вентилятора, либо устанавливают резервный, который включается при остановке рабочего вентилятора. Причинами остановки могут быть либо отказ (поломка) электродвигателя привода, либо самого вентилятора. В частности, СНиП 41-01–2003 предусматривает, что системы общеобменной вентиляции для производственных, административно-бытовых и общественных помещений с постоянным пребыванием людей без естественного проветривания следует предусматривать не менее чем с двумя приточными и двумя вытяжными вентиляторами, каждый с расходом не менее 50 % требуемого воздухообмена. Допускается предусматривать одну приточную и одну вытяжную системы с резервными вентиляторами или с резервными электродвигателями для административно-бытовых помещений.

Системы кондиционирования, а также приточные общеобменные системы, предназначенные для круглосуточного и круглогодичного обеспечения требуемых параметров воздуха в помещениях, следует предусматривать не менее чем с двумя установками. При выходе из строя одной из установок необходимо обеспечить не менее 50 % требуемого воздухообмена и заданную температуру (но не менее 12 °С) в холодный период года. При наличии технологических требований или по заданию на проектирование допускается предусматривать установку резервных кондиционеров или вентиляторов, насосов и др. для поддержания требуемых параметров воздуха.

Системы приточной вентиляции, совмещенные с воздушным отоплением, следует проектировать с резервными вентиляторами (или электродвигателями вентиляторов) или предусматривать не менее двух отопительных агрегатов (или двух систем). При выходе из строя вентилятора допускается снижение температуры воздуха в помещении ниже нормируемой, но не ниже 12 °С.

Системы вытяжной общеобменной вентиляции с механическим побуждением для помещений категорий А и Б следует предусматри-

вать с одним резервным вентилятором (для каждой системы или для нескольких систем), обеспечивающим расход воздуха, необходимый для поддержания в помещениях концентрации горючих газов, паров или пыли, не превышающей 10 % нижнего концентрационного предела распространения пламени (НКПП) газо-, паро- и пылевоздушных смесей.

Для правильного подбора вентиляторов, а также определения мощностей электродвигателей, размеров поперечных сечений воздухопроводов, а также расхода теплоты на подогрев приточного воздуха, необходимо знать требуемый расход вентиляционного воздуха. Методика его определения регламентирована СНиП 41-01-2003.

Расход приточного воздуха (наружного или смеси наружного и рециркуляционного), L , м³/ч, для системы вентиляции и кондиционирования следует определять расчетом отдельно для теплого и холодного периодов года и переходных условий, и принимать большую из величин, необходимую для обеспечения санитарных норм или норм взрывопожаробезопасности, полученных по формулам (9.1)–(9.7):

а) по избыткам явной теплоты:

$$L = L_{w,z} + \frac{3,6Q - cL_{w,z}(t_{w,z} - t_{in})}{c(t_l - t_{in})}. \quad (9.1)$$

Тепловой поток, поступающий в помещение от прямой и рассеянной солнечной радиации, следует учитывать при проектировании:

- вентиляции, в том числе с испарительным охлаждением воздуха, – для теплого периода года;
- кондиционирования – для теплого и холодного периодов года и для переходных условий;

б) по массе выделяющихся вредных или взрывоопасных веществ:

$$L = L_{w,z} + \frac{m_{po} - L_{w,z}(q_{w,z} - q_{in})}{q_l - q_{in}}. \quad (9.2)$$

При одновременном выделении в помещении нескольких вредных веществ, обладающих эффектом суммации действия, воздухообмен следует определять, суммируя расходы воздуха, рассчитанные по каждому из этих веществ:

а) по избыткам влаги (водяного пара):

$$L = L_{w,z} + \frac{W - 1,2(d_{w,z} - d_{in})}{1,2(d_l - d_{in})}. \quad (9.3)$$

Для помещений с избытком влаги следует проверять достаточность воздухообмена для предупреждения образования конденсата на внутренней поверхности наружных ограждающих конструкций в холодный период года;

б) по избыткам полной теплоты:

$$L = L_{w,z} + \frac{3,6Q_{h,f} - 1,2L_{w,z}(I_{w,z} - I_{in})}{1,2(I_l - I_{in})}; \quad (9.4)$$

в) по нормируемой кратности воздухообмена:

$$L = V_p n; \quad (9.5)$$

г) по нормируемому удельному расходу приточного воздуха:

$$L = Ak; \quad (9.6)$$

$$L = Nm. \quad (9.7)$$

В формулах (9.1)–(9.7) приняты обозначения:

$L_{w,z}$ – расход воздуха, удаляемого из обслуживаемой или рабочей зоны помещения системами местных отсосов, и/или на технологические нужды, м³/ч;

$Q, Q_{h,f}$ – избыточный явный и полный тепловой потоки в помещение, Вт;

c – теплоемкость воздуха, равная 1,2 кДж/(м³·°С);

$t_{w,z}$ – температура воздуха в обслуживаемой или рабочей зоне помещения, удаляемого системами местных отсосов, и/или на технологические нужды, °С;

t_l – температура воздуха, удаляемого из помещения за пределами обслуживаемой или рабочей зоны, °С;

t_{in} – температура воздуха, подаваемого в помещение, °С;

W – избытки влаги в помещении, г/ч;

$d_{w,z}$ – влагосодержание воздуха, удаляемого из обслуживаемой или рабочей зоны помещения системами местных отсосов, и/или на технологические нужды, г/кг;

d_l – влагосодержание воздуха, удаляемого из помещения за пределами обслуживаемой или рабочей зоны, г/кг;

d_{in} – влагосодержание воздуха, подаваемого в помещение, г/кг;
 $I_{w,z}$ – удельная энтальпия воздуха, удаляемого из обслуживаемой или рабочей зоны помещения системами местных отсосов, и/или на технологические нужды, кДж/кг;

I_l – удельная энтальпия воздуха, удаляемого из помещения за пределами обслуживаемой или рабочей зоны, кДж/кг;

I_{in} – удельная энтальпия воздуха, подаваемого в помещение, кДж/кг;

m_{po} – расход каждого из вредных или взрывоопасных веществ, поступающих в воздух помещения, мг/ч;

$q_{w,z}, q_l$ – концентрация вредного или взрывоопасного вещества в воздухе, удаляемом соответственно из обслуживаемой или рабочей зоны помещения и за ее пределами, мг/м³;

q_{in} – концентрация вредного или взрывоопасного вещества в воздухе, подаваемом в помещение, мг/м³;

V_p – объем помещения, м³; для помещений высотой 6 м и более следует принимать $V_p = 6A$; A – площадь помещения, м²;

N – число людей (посетителей), рабочих мест, единиц оборудования;

n – нормируемая кратность воздухообмена, ч⁻¹;

k – нормируемый расход приточного воздуха на 1 м² пола помещения, м³/(ч·м²);

m – нормируемый удельный расход приточного воздуха на 1 чел., м³/ч, на 1 рабочее место, на 1 посетителя или единицу оборудования.

Параметры воздуха $t_{w,z}$, $d_{w,z}$, $I_{w,z}$ следует принимать равными расчетным параметрам в обслуживаемой или рабочей зоне помещения, а $q_{w,z}$ – равной среднесменной ПДК в рабочей зоне помещения.

Расход воздуха для обеспечения норм взрывопожарной безопасности следует определять по формуле (9.2), при этом $q_{w,z}$ и q_l следует заменить на $0,1 q_g$, мг/м³ (где q_g – нижний концентрационный предел распространения пламени по газо-, паро- и пылевоздушной смеси).

Расход воздуха L_{he} , м³/ч, для воздушного отопления, не совмещенного с вентиляцией, следует определять по формуле

$$L_{he} = L_{w,z} + \frac{3,6Q_{he}}{c(t_{he} - t_{w,z})}, \quad (9.8)$$

где Q_{he} – тепловой поток для отопления помещения, Вт;

t_{he} – температура подогретого воздуха, подаваемого в помещение, °С.

Расход воздуха L_{mt} от периодически работающих вентиляционных систем с номинальной производительностью L_d , м³/ч приводится исходя из n' , мин, работы системы в течение 1 ч:

$$L_{mt} = L_d n' / 60. \quad (9.9)$$

Температура приточного воздуха, подаваемого системами вентиляции с искусственным побуждением и кондиционирования воздуха, t_{in} , °С:

а) при необработанном наружном воздухе:

$$t_{in} = t_{ext} + 0,001p; \quad (9.10)$$

б) при наружном воздухе, охлажденном циркулирующей водой по адиабатному циклу, снижающем его температуру на Δt_1 , °С:

$$t_{in} = t_{ext} - \Delta t_1 + 0,001p; \quad (9.11)$$

в) при необработанном наружном воздухе (см. подпункт «а») и местном доувлажнении воздуха в помещении, снижающем его температуру на Δt_2 , °С:

$$t_{in} = t_{ext} - \Delta t_2 + 0,001p; \quad (9.12)$$

г) при наружном воздухе, охлажденном циркулирующей водой (см. подпункт «б»), и местном доувлажнении (см. подпункт «в»):

$$t_{in} = t_{ext} - \Delta t_1 - \Delta t_2 + 0,001p; \quad (9.13)$$

д) при наружном воздухе, нагретом в воздухонагревателе, повышающем его температуру на Δt_3 , °С:

$$t_{in} = t_{ext} + \Delta t_3 + 0,001p, \quad (9.14)$$

где p – полное давление вентилятора, Па;

t_{ext} – температура наружного воздуха, °С.

Если упростить уравнения (9.1)–(9.14), снизив при этом точность расчетов, то ориентировочно расход воздуха, необходимый для удаления загрязнений, м³/с

$$L_m = \frac{\Delta M}{\Delta q} \cdot \frac{1}{\rho_v}, \quad (9.15)$$

где ΔM – поступление в помещение загрязняющих веществ (водяных паров, вредных или взрывоопасных веществ), кг/с;

Δq – разность концентраций загрязняющих веществ в удаляемом и подаваемом воздухе, кг/м³;

ρ_v – плотность воздуха, кг/м³, $\rho_v = 1,2$ кг/м³.

Концентрацию вредных веществ в удаляемом воздухе рабочей зоны на рабочих местах в производственных помещениях при расчете систем вентиляции и кондиционирования следует принимать равной предельно допустимой концентрации (ПДК) в воздухе рабочей зоны, установленной ГОСТ 12.1.005, а также нормативными документами Госсанэпиднадзора России.

Для производственных и административно-бытовых помещений концентрацию вредных веществ в приточном воздухе при выходе из воздухораспределителей и других приточных отверстий следует принимать по расчету с учетом фоновых концентраций этих веществ в местах размещения воздухоприемных устройств, но не более 30 % ПДК в воздухе рабочей зоны.

В системах местных отсосов концентрация удаляемых горючих газов, паров, аэрозолей и пыли в воздухе не должна превышать 50 % НКПРП при температуре удаляемой смеси.

Расход воздуха для удаления избыточной теплоты

$$L_q = \frac{Q}{\Delta J} \cdot \frac{1}{\rho_v}, \quad (9.16)$$

где Q – избыточный тепловой поток в помещение (который необходимо удалить), кВт;

ΔJ – разность удельных энтальпий воздуха, удаляемого и подаваемого в помещение, кДж/кг.

Необходимый расчетный напор P_v , Па, вентилятора определяется сопротивлением вентиляционной системы P_c , Па

$$P_v = k_v \cdot P_c, \quad (9.17)$$

где k_v – коэффициент запаса, необходимый для компенсации неучтенных сопротивлений в сети; $k_v = 1,1 \dots 1,2$.

$$P_c = \sum P_i = P_{вх} + P_{вв} + P_k + P_{ор} + P_{yx}; \quad (9.18)$$

$$P_{вв} = \sum P_{им} + \sum P_{итр} = \sum \zeta_i (\rho_i \omega_i^2 / 2) + \sum \lambda_i (l_i / d_i) (\rho_i \omega_i^2 / 2), \quad (9.19)$$

где $P_{вх}$, P_{yx} – сопротивления на входе и выходе вентиляционной системы, Па;

$P_{вв}$ – сопротивление воздухопроводов, Па;

P_k – сопротивление калорифера, Па;

$P_{ор}$ – сопротивление устройств для очистки отработанного воздуха, Па;

P_i , $P_{им}$, $P_{итр}$ – сопротивление i -го участка вентиляционной сети общее, местное и трения соответственно, Па;

ζ_i – коэффициент местного сопротивления i -го участка;

ρ_i – плотность воздуха на i -м участке воздухопровода, кг/м³;

ω_i – скорость воздуха на i -м участке воздухопровода, м/с

$$\omega_i = L_i / S_i, \quad (9.20)$$

где S_i – поперечное сечение воздухопровода на i -м участке, м²;

λ_i – коэффициент шероховатости воздухопровода на i -м участке;

l_i – длина i -го участка воздухопровода, м;

d_i – диаметр воздухопровода, м.

Для воздухопроводов прямоугольного сечения

$$d = \frac{2S}{a + b}, \quad (9.21)$$

где a и b – размеры сторон поперечного сечения.

При определении сопротивления сети необходимо учитывать также сопротивления на ее входе и выходе (для помещения и атмосферы).

Подбор вентилятора производится по рабочим характеристикам машин необходимого конструктивного исполнения (например, для влажного воздуха с примесью диоксида углерода целесообразен вентилятор, стойкий к воздействию кислот; для воздуха, загрязненного зерновой пылью, – к абразивному воздействию и т. д.) При этом по заданным производительности и напору определяется КПД вентилятора и необходимое число оборотов. Подбор проводится по характеристикам нескольких типоразмеров, при этом одним из критериев выбора является КПД, который должен быть как можно большим, а также стоимость вентилятора, гарантийный срок службы и др.

При выборе типоразмера вентилятора необходимо также учитывать требования взрывобезопасности.

Оборудование во взрывозащищенном исполнении следует предусматривать:

а) если оно размещено в помещениях категорий А и Б или в воздуховодах систем, обслуживающих эти помещения;

б) для систем вентиляции, дымоудаления, кондиционирования и воздушного отопления (в том числе с воздухо-воздушными теплоутилизаторами) помещений категорий А и Б;

в) для систем местных отсосов взрывоопасных смесей.

Если по техническим условиям на взрывозащищенные вентиляторы они не могут работать при данных значениях температуры, категории и группы взрывоопасной смеси горючих газов, паров, аэрозолей, пыли с воздухом, то следует предусматривать эжекторные установки. В системах с эжекторными установками следует предусматривать вентиляторы, воздуходувки или компрессоры в обычном исполнении, если они работают на наружном воздухе.

Оборудование в обычном исполнении следует предусматривать для систем местных отсосов, размещенных в помещениях категорий В1-В4, Г и Д, удаляющих паро-, газозоодушные смеси, если в соответствии с нормами технологического проектирования исключена возможность образования указанной смеси взрывоопасной концентрации при нормальной работе или при аварии технологического оборудования.

Оборудование приточных систем вентиляции, кондиционирования и воздушного отопления для помещений категорий А и Б, а также воздухо-воздушные теплоутилизаторы для этих помещений с использованием теплоты воздуха из помещений других категорий (кроме А, Б, В1-В2), размещаемые в помещениях для вентиляционного оборудования, допускается принимать в обычном исполнении при условии установки взрывозащищенных обратных клапанов.

Мощность электродвигателя привода вентилятора, кВт

$$N = \frac{L_B \cdot P_B}{\eta_B \cdot \eta_{пр}} \cdot k_3 \cdot 10^{-3}, \quad (9.22)$$

где L_B – расчетная производительность вентилятора, м³/с; $L_B = L/z$;

η_B и $\eta_{пр}$ – КПД вентилятора и привода;

k_3 – коэффициент запаса, $k_3 = 1,1 \dots 1,2$;

z – количество устанавливаемых вентиляторов, определяемое по требованиям надежности, обычно $z \geq 2$.

Если вентилятор и электродвигатель соединены без промежуточных передач – напрямую, то исключается $h_{\text{пр}}$ электродвигателя.

Подбор электродвигателя проводится по каталогам исходя из мощности и числа оборотов вентилятора, требований к взрывобезопасности и конструктивному исполнению.

Калорифер – устройство для нагревания воздуха.

В конструктивном отношении различают калориферы, смонтированные из радиаторов, гладкотрубные, пластинчатые и оребренные (наиболее распространение). Калориферы могут обогреваться паром, горячей водой или электроэнергией.

Подбор калориферов производится по каталогам в зависимости от тепловой мощности и расхода воздуха. Он сводится к выбору типоразмера и определению количества секций. Для первоначально принятого типоразмера количество секций ориентировочно может быть определено как по тепловой мощности, так и по расходу воздуха

$$Z_{\text{т}} = Q_{\text{в}}/Q; \quad (9.23)$$

$$Z_{\text{в}} = L/L_1, \quad (9.24)$$

где $Q_{\text{в}}$ и Q_1 – соответственно количество теплоты, расходуемое за 1 с на подогрев воздуха и передаваемое одной секции калорифера, кВт;

L и L_1 – соответственно расход подогреваемого воздуха вентиляционной системой и пропускная способность одной секции калорифера, м³/с.

Из полученных значений z принимается большее. В каталогах обычно приводится достаточно большой диапазон возможных значений Q_1 и L_1 , поэтому найденное таким образом количество секций калорифера может варьироваться аналогично.

Уточненный расчет и подбор калориферов представляют собой достаточно сложную оптимизационную задачу, для решения которой обычно используются САПР. При этом определяется теплопередача одной секции калорифера, кВт,

$$Q_1 = kF_1 \Delta t_{\text{ср}}, \quad (9.25)$$

где k – коэффициент теплопередачи, кВт/(м² · град);

F_1 – поверхность теплопередачи одной секции калорифера, м²;

$t_{\text{ср}}$ – средняя разность температур между теплоносителем и воздухом, град.

Для калориферов с паровым обогревом k зависит от массовой скорости воздуха, проходящего через калорифер V_m ; при водяном обогреве k зависит еще и от скорости воды в трубках калорифера.

Поэтому вначале ориентировочно принимают тип калорифера, затем по рекомендуемой величине массовой скорости воздуха в свободном сечении калорифера ($[V_m]=7...10$ кг/(м² · с)) определяют величину свободного сечения f_p , м²:

$$f_p = L \cdot \rho / [V_m], \quad (9.26)$$

где ρ – плотность воздуха, кг/м³.

Далее выбирают типоразмер секции с наиболее близкой к f_p величиной свободного сечения f , и определяют количество секций Z_p , расположенный в один ряд, через который проходит поток воздуха

$$Z_p = f_p / f_1. \quad (9.27)$$

Затем определяют проектное значение Z_{pn} , округляя Z_p до ближайшего целого (для удобства монтажа и обслуживания желательно $Z_{pn}=1...2$), и определяют расчетное значение массовой скорости воздуха V_{mp} :

$$V_{mp} = L \cdot \rho / Z_{pn}, \quad (9.28)$$

Для водяного калорифера предварительно определяют скорость воды в его трубках ω , м/с:

$$\omega = Q_v / (c_v^* (t_r - t_x) Z_{nb} \cdot f_b), \quad (9.29)$$

где c_v^* – удельная объемная теплоемкость воды, кДж/(м³ · град);

t_r и t_x – температуры воды соответственно горячей на входе воды в калорифер и холодной на выходе, град;

Z_{nb} – количество секций, по которым вода движется параллельно, шт.;

f_b – сечение трубок для прохода воды в одной секции, м².

При этом необходимо учитывать, что секции калорифера, располагаемые в один ряд, могут быть присоединены к подводящим и отводящим трубопроводам воды или параллельно (каждая в отдельности) или последовательно. Возможно также последовательное или параллельное присоединение рядов с последовательным соединением секций.

Соответственно величина $Z_{\text{нв}}$ будет равна 1 при общем последовательном присоединении всех секций, либо $Z_{\text{нв}} = n \cdot z_{\text{рп}}$, где n – число рядов секций калорифера, первоначально принимаемое ориентировочно, а затем проверяемое расчетом.

Далее на основании $V_{\text{мп}}$ и w рассчитывают или определяют по таблицам величину k . Потом по уравнению (9.25) находят теплопередачу одной секции в данных конкретных условиях и общее количество секций калорифера $Z_{\text{оп}}$.

$$Z_{\text{оп}} = \frac{Q_{\text{в}}}{Q_1}. \quad (9.30)$$

$Z_{\text{оп}}$ округляют до ближайшего целого числа $z_{\text{орц}}$ и определяют количество рядов секций:

$$n_{\text{р}} = \frac{Z_{\text{орц}}}{Z_{\text{рп}}}. \quad (9.31)$$

Найденное $n_{\text{р}}$ округляют до ближайшего целого n . Тогда принимаемое к установке общее количество секций

$$Z_{\text{он}} = n \cdot Z_{\text{р}}. \quad (9.32)$$

Аэродинамическое сопротивление калорифера

$$\Delta p_k = \Delta p_{ik} \cdot Z_{\text{орц}}, \quad (9.33)$$

где Δp_{ik} – аэродинамическое сопротивление секции калорифера при заданной массовой скорости воздуха, в Па (может определяться по таблицам или расчетным путем).

При проектировании калориферов необходимо учитывать ряд дополнительных соображений: значение $Z_{\text{он}}$ не должно существенно превышать $Z_{\text{оп}}$, так как это удорожает установку; чем больше скорость воздуха V_m , тем выше коэффициент теплопередачи k и соответственно больше количество теплоты, передаваемое одной секцией, и меньше необходимое количество секций. Чем меньше секций, тем при прочих равных условиях дешевле калорифер.

Однако чем больше V_m , тем больше сопротивление калорифера движению воздуха ΔP_k , тем больше расход электроэнергии вентилято-

ром на преодаление этого сопротивления. Поэтому необходимо найти такое оптимальное соотношение этих затрат, которое бы обеспечило минимальные затраты на подогрев воздуха за весь расчетный период эксплуатации калорифера.

При работе вентиляционной системы из помещения удаляется теплота ΔQ_v , кВт

$$\Delta Q_v = L \cdot c_v (t_l - t_m), \quad (9.34)$$

при этом приближенно можно считать, что

$$t_l - t_m = \psi (H - 2) + a, \quad (9.35)$$

где ψ – градиент температуры по высоте помещения над рабочей зоной; в зависимости от типа используемого оборудования $\psi = 0,5 \dots 1,5$;

t_l – температура уходящего воздуха, °С;

t_m – температура приточного воздуха, °С;

H – высота от пола до вытяжного отверстия, м;

a – разница температур рабочей зоны и t_m , град.

В ряде случаев на пищевых предприятия при эксплуатации технологического оборудования (например, печей для выпечки хлебобулочных изделий и печенья на хлебозаводах и кондитерских фабриках, варочных колонок для карамельной массы на кондитерских фабриках, выпарных станций на сахарных заводах, варочного оборудования и брагоректификационных установок на спиртовых заводах и др.) в помещении выделяется значительное количество теплоты, создающей повышенную температуру воздуха рабочей зоны.

Если допустимые нормы микроклимата невозможно обеспечить в рабочей или обслуживаемой зоне по производственным или экономическим условиям, то на постоянных рабочих местах следует предусматривать душирование приточным воздухом или местными кондиционерами.

Воздушное душирование приточным воздухом постоянных рабочих мест следует предусматривать также при облучении лучистым тепловым потоком с интенсивностью более 140 Вт/м².

В некоторых случаях при проведении технологических операций в воздух могут поступать вредные, сильно или дурнопахнущие вещества (например, пары ароматизаторов-эссенций в кондитерском производстве, пары нагретого и частично окислившегося масла при выпечке хлебобулочных изделий и др.). Если в местах этих выделений невозможно установка местной вытяжной вентиляции для предотвращения загрязнения воздуха рабочей зоны, то следует обеспечить подачу при-

точного воздуха на расположенные вблизи рабочие места (воздушное душирование).

К воздушному душированию по физической сути близко устройство воздушных завес. Они представляют собой струи подогретого воздуха, направленные поперек проемов дверей и ворот, и служащие для предотвращения как поступления холодного воздуха в помещения, так и утечки из них теплого (например, при отгрузке готовой продукции в экспедициях хлебозаводов и др.).

Воздушные и воздушно-тепловые завесы следует предусматривать:

а) у постоянно открытых проемов в наружных стенах помещений, а также у ворот и проемов в наружных стенах, не имеющих тамбуров и открывающихся более пяти раз или не менее чем на 40 мин в смену, в районах с расчетной температурой наружного воздуха -15°C и ниже;

б) у наружных дверей вестибюлей административно-бытовых зданий – в зависимости от расчетной температуры, $^{\circ}\text{C}$, наружного воздуха и числа людей, проходящих через двери в течение 1 ч (от -15°C до -25°C – 400 чел. и более; от -26°C до -40°C – 250 чел. и более; ниже -40°C – 100 чел. и более).

Теплоту, подаваемую воздушными завесами периодического действия, не следует учитывать в воздушном и тепловом балансах здания.

Воздушные и воздушно-тепловые завесы у наружных проемов, ворот и дверей следует рассчитывать с учетом ветрового давления. Расход воздуха следует определять, учитывая температуру наружного воздуха и скорость ветра. Скорость, м/с, выпуска воздуха из щелей или отверстий воздушно-тепловых завес следует принимать не более 8 – у наружных дверей, 25 – у ворот и технологических проемов.

На пищевых предприятиях в настоящее время все чаще используют кондиционирование воздуха.

Его следует принимать:

– для обеспечения параметров микроклимата и чистоты воздуха, требуемых для технологического процесса по заданию на проектирование; при экономическом обосновании или в соответствии с требованиями специальных нормативных документов;

– для обеспечения параметров микроклимата в пределах оптимальных норм (всех или отдельных параметров) по заданию на проектирование;

– для обеспечения необходимых параметров микроклимата в пределах допустимых норм, когда они не могут быть обеспечены вентиляцией в теплый период года без применения искусственного охлаждения воздуха.

К цехам и участкам, нуждающимся в кондиционировании воздуха, относятся на хлебозаводах помещения, в которых размещены хлебопекарные печи, происходят охлаждение и укладка готовых изделий; на кондитерских фабриках – помещения печей для выпечки печенья, варочные отделения цехов по производству карамельных конфет, обжарочные отделения для какао-бобов; помещения цехов розлива пива и безалкогольных напитков и др.

Автономные моноблочные кондиционеры, а также кондиционеры раздельного типа допускается размещать в зданиях и помещениях различного назначения, кроме помещений, в которых не допускается рециркуляция.

Воздух, выбрасываемый в атмосферу системой вытяжной вентиляции и аспирации пищевых предприятий, в некоторых случаях загрязнен пылью муки, сахара, жомы, масличной и зерновой, сухого молока и др. соответственно на хлебозаводах, кондитерских фабриках, сахарных и маслозаводах (производящих растительные масла), мельницах и элеваторах, в цехах по производству сухого молока, а также различными парами, газами и микроорганизмами (например, при производстве хлебопекарных дрожжей).

Эти выбросы загрязняют окружающую среду, что особенно нежелательно для многочисленных предприятий, находящихся в городской черте, вблизи жилых массивов. Кроме того, в некоторых случаях выбрасываемая пыль (мучная, сахарная, какао, сухого молока, растворимого кофе и др.) представляет собой ценный товарный продукт, что увеличивает экономическую целесообразность улавливания этой пыли.

Поэтому на многих пищевых предприятиях имеется оборудование для очистки воздуха. К его размещению предъявляется ряд требований:

- пылеуловители и фильтры (далее – пылеуловители) для сухой очистки взрывоопасной пылевоздушной смеси следует размещать, как правило, перед вентиляторами;
- пылеуловители для сухой очистки взрывоопасной пылевоздушной смеси следует размещать вне производственных зданий открыто на расстоянии не менее 10 м от стен или в отдельных зданиях, как правило, вместе с вентиляторами.

Пылеуловители для сухой очистки взрывоопасной пылевоздушной смеси без устройств для непрерывного удаления уловленной пыли при расходе воздуха 15 тыс. м³/ч и менее и массе пыли в бункерах и емкостях вместимостью 60 кг и менее, а также с устройством для непрерывного удаления уловленной пыли допускается размещать вместе

с вентиляторами в отдельных помещениях для вентиляционного оборудования производственных зданий (кроме подвалов).

Пылеуловители для сухой очистки пожароопасной пылевоздушной смеси следует размещать вне зданий I и II степеней огнестойкости непосредственно у стен, если по всей высоте здания на расстоянии не менее 2 м по горизонтали от пылеуловителей отсутствуют оконные проемы или если имеются неоткрывающиеся окна с двойными рамами в металлических переплетах с остеклением из армированного стекла или заполнением из стеклоблоков; при наличии открывающихся окон пылеуловители следует размещать на расстоянии не менее 10 м от стен здания.

Пылеотстойные камеры для взрыво- и пожароопасной пылевоздушной смеси применять не допускается.

Пылеуловители для мокрой очистки пылевоздушной смеси следует размещать в отапливаемых помещениях вместе с вентиляторами или отдельно от них. Допускается размещать пылеуловители в неотапливаемых помещениях или вне зданий, если гарантируется, что жидкость в них не замерзнет.

При размещении пылеуловителей (для сухой или мокрой очистки пылевоздушной смеси) в неотапливаемых помещениях или вне зданий необходимо предусматривать меры по защите от замерзания воды или конденсации влаги в пылеуловителях.

В холодный и переходный периоды года наружный воздух, подаваемый в помещения, необходимо подогревать до температуры приточного воздуха. На это расходуется теплота Q_b , кВт:

$$Q_b = L \cdot c_v (t_{in} - t_{ext} - 0,001p), \quad (9.36)$$

где c_v – удельная объемная теплоемкость воздуха, кДж/(м³·град);

t_{in} и t_{ext} – температура приточного и наружного воздуха, град;

p – полное давление, создаваемое вентилятором, Па.

Так как в вентиляционных системах пищевых предприятий величина p относительно невелика, например 500 Па, то величиной $0,001p$ часто пренебрегают ввиду ее малости.

Расход пара на подогрев воздуха D , кг/с:

$$D = Q_b / (i_n - i_k), \quad (9.37)$$

где i_n и i_k – энтальпии пара и конденсата соответственно, кДж/кг.

Расход воды на подогрев воздуха в калорифере W , м³/с:

$$W = \frac{Q_B}{c_{\text{вв}}(t_{\text{г}} - t_{\text{х}})}, \quad (9.38)$$

где $c_{\text{вв}}$ – объемная удельная теплоемкость воды кДж/(кг · м³);

$t_{\text{г}}$ и $t_{\text{х}}$ – температуры холодной и горячей воды, град.

9.2. Отопление

Отопление – поддержание в помещениях нормируемой температуры воздуха путем его нагрева.

Система отопления – совокупность элементов со связями между ними, предназначенных для получения, переноса и передачи необходимого количества теплоты в обогреваемые помещения.

К системе отопления предъявляются следующие требования:

- *санитарно-гигиенические* – поддержание заданной температуры воздуха;
- *экономические* – невысокие капитальные вложения и эксплуатационные расходы;
- *архитектурно-строительные* – соответствие интерьеру помещения, компактность, увязка со строительными конструкциями;
- *производственно-монтажные* – минимальное число неунифицированных узлов и деталей (для сокращения трудовых затрат при монтаже);
- *эксплуатационные* – надежность и простота технического обслуживания и ремонта в течение всего периода действия.

Срок службы отопительных приборов, оборудования и трубопроводов должен быть не менее 25 лет для административно-бытовых и производственных зданий.

Основные элементы системы отопления:

- теплоисточник – устройство для получения теплоты (паровой или водогрейный котел и др.);
- теплопроводы – трубопроводы или каналы от теплоисточника к отопительным приборам;
- отопительные приборы – устройства для теплопередачи в помещения;
- средства регулирования (вентили, краны, задвижки, шиберы, дроссели и т. д.);

- средства измерения и автоматического управления.

Теплоснабжение зданий может осуществляться:

- от централизованного источника теплоты (от тепловых сетей систем теплоснабжения населенного пункта);
- от автономного источника теплоты (в том числе крышной котельной).

Отопление, вентиляцию и кондиционирование следует, как правило, проектировать, используя тепловые вторичные энергетические ресурсы (ВЭР):

а) от воздуха, удаляемого системами общеобменной вентиляции и местных отсосов;

б) технологических установок, передаваемых в виде тепло- и холодоносителей, пригодных для отопления, вентиляции и кондиционирования.

Использование теплоты воздуха из систем вентиляции с естественным побуждением допускается проектировать при технико-экономическом обосновании.

Перенос по теплопроводам может осуществляться с помощью жидкостей, пара или газов. Жидкая (вода и другие жидкости) или газообразная (пар, воздух, газ) среда, перемещающаяся в системе отопления, называют *теплоносителем*.

Для систем внутреннего теплоснабжения следует применять в качестве теплоносителя, как правило, воду; другие теплоносители допускается применять, если они отвечают санитарно-гигиеническим требованиям и требованиям взрывопожаробезопасности. При этом необходимо учитывать, что перекачка воды с температурой 100 °С и более сопряжена с рядом негативных явлений (кавитационный износ насосов и др.).

Системы отопления *по расположению основных элементов* подразделяются:

- на *местные*, в которых генератор теплоты, теплопроводы и отопительные приборы конструктивно объединены в одном устройстве;
- *центральные*, в которых теплогенератор (например, котел) вынесен за пределы отапливаемых помещений и теплоноситель от него к местам отопления подается через систему теплопроводов.

Центральные системы подразделяют:

- *по теплоносителю* – на системы парового, водяного, воздушного отопления и комбинированные (пароводяные, паровоздушные и др.); в последних циркулируют различные виды теплоносителя или один теплоноситель, но с разными параметрами;

- *по способу перемещения теплоносителя* – на системы с естественной циркуляцией за счет разности плотностей охладившегося и нагретого теплоносителя (воды или воздуха) и системы с механическим побуждением циркуляции (насосами в водяных системах и вентиляторами в воздушных);

- *по начальной температуре теплоносителя* – на *низкотемпературные* с температурой воды до 70 °С, *среднетемпературные* при температуре от 70 до 100 °С и *высокотемпературные* с температурой более 100 °С, но не выше 150 °С;

- *по величине начального давления теплоносителя* – на системы низкого давления (с начальным давлением пара от 0,005 до 0,07 МПа) и системы высокого давления (с начальным давлением пара более 0,07 МПа).

Максимальное значение температуры регламентировано СНиП 41-01–2003 в зависимости от категории пожаровзрывоопасности отапливаемых помещений.

Температуру теплоносителя, °С, для систем отопления и теплоснабжения воздухонагревателей приточных установок, кондиционеров, воздушно-тепловых завес и др. (далее – систем внутреннего теплоснабжения) в здании следует принимать не менее чем на 20 °С ниже температуры самовоспламенения веществ, находящихся в помещении, и не более максимально допустимой по СНиП 41-01–2003 или указанной в технической документации на оборудование, арматуру и трубопроводы.

Температура поверхности доступных частей отопительных приборов и трубопроводов систем отопления не должна превышать максимально допустимую по СНиП 41-01–2003 (приложение Б). Температура поверхности тепловой изоляции трубопроводов и котлов не должна превышать 40 °С.

Горячие поверхности отопительно-вентиляционного оборудования, трубопроводов, воздухопроводов, дымоотводов и дымоходов, размещаемых в помещениях, в которых они создают опасность воспламенения газов, паров, аэрозолей или пыли, следует изолировать, предусматривая температуру на поверхности теплоизоляционной конструкции не менее чем на 20 °С ниже температуры их самовоспламенения. Отопительно-вентиляционное оборудование, трубопроводы и воздухопроводы не следует размещать в указанных помещениях, если отсутствует техническая возможность снижения температуры поверхности теплоизоляции до указанного уровня.

Наибольшая допустимая температура наружных поверхностей отопительных приборов регламентирована СНиП 41-01–2003 в зависимости от категории взрывопожароопасности обогреваемых помещений:

- в помещениях категории В1-В4 – не более 110 °С;
- категорий Г и Д с выделением негорючих пыли и аэрозолей не более 150 °С;
- категорий Г и Д со значительным влаговыведением – 150 °С.

Водяные системы. Основные преимущества систем водяного отопления заключаются в возможности поддержания умеренной температуры на поверхности нагревательных приборов, исключая пригорание на них пыли; в простоте центрального регулирования теплоотдачи отопительных приборов путём изменения температуры воды; в простоте обслуживания и длительном сроке эксплуатации между капитальными ремонтами. К недостаткам этой системы относятся: большое гидростатическое давление в нижней части системы, что ограничивает ее высоту; опасность замерзания воды в трубопроводе, проложенном в неотапливаемом помещении; относительно большие поверхности отопительных приборов и диаметры труб (что увеличивает капитальные вложения при строительстве).

По схемам прокладки трубопроводов системы водяного отопления делятся на двухтрубные и однотрубные (рис. 9.2). В *двухтрубных системах* вода поступает в нагревательные приборы по одним стоякам, а отводится по другим (приборы присоединены параллельно относительно стояков и друг друга). В *однотрубных системах* вода поступает в прибор и отводится из него по одному стояку (приборы присоединены последовательно или параллельно этому стояку).

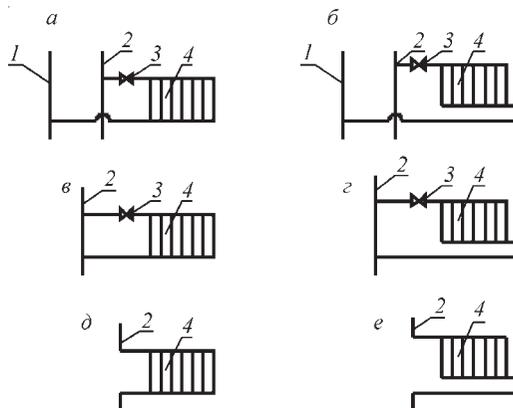


Рис. 9.2. Схемы подключения радиаторов водяного отопления:
 а, б – двухтрубные; в, г, д, е – однотрубные; 1 – обратная водяная магистраль, 2 – стояк горячей воды, 3 – регулирующие устройство, 4 – радиатор

По расположению подводящих магистралей системы водяного отопления делятся на *системы с верхней разводкой* (при прокладке подающих магистралей по чердаку или под потолком верхнего этажа) и *системы с нижней разводкой* (при прокладке подводящих магистралей по подвалу, над полом первого этажа или в подпольных каналах).

Скорость движения теплоносителя в трубопроводах систем водяного отопления следует принимать в зависимости от допустимого эквивалентного уровня звука в помещении если он выше 40 дБА – то не более 2 м/с в административно-бытовых зданиях и помещениях; не более 3 м/с – в производственных зданиях и помещениях.

Паровые системы отопления отличаются от водяных тем, что источником теплоснабжения служит насыщенный пар, который из котла по паропроводам подается к отопительным приборам, где отдаёт часть теплоты и превращается в конденсат (рис. 9.3). Конденсат отводится из приборов по трубопроводам в сборные конденсатные баки, откуда насосами перекачивается в котлы. В отдельных случаях конденсат возвращается самотёком сразу в котлы.

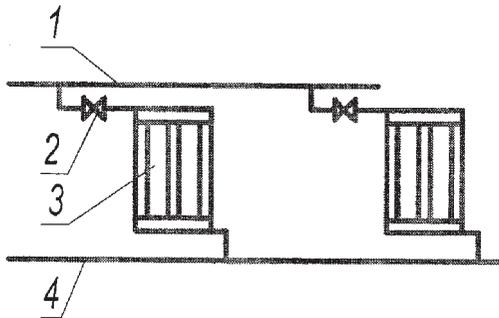


Рис. 9.3. Схема установки отопительных приборов парового отопления: 1 – паропровод; 2 – регулирующее устройство; 3 – радиатор; 4 – конденсатная линия

В системах парового отопления пар перемещается благодаря разнице давлений при выходе из котла и перед нагревательными приборами.

Преимущества систем парового отопления заключаются в более высокой теплоотдаче нагревательных приборов; в меньшем, чем у систем водяного отопления, расходе металла на трубы и нагревательные приборы; в меньшей опасности замерзания; в возможности перемеще-

ния пара на большие расстояния без применения искусственного побуждения.

Недостатки системы парового отопления: высокая температура на поверхности труб и нагревательных приборов, вызывающая пригорание пыли и создающая антисанитарные условия в помещении; невозможность гибкого центрального регулирования теплоотдачи нагревательных приборов, в связи с чем применяется регулирование пропусками (путём периодического включения и выключения системы); более сложная эксплуатация и более высокие теплопотери трубопроводами; меньший период между капитальными ремонтами.

Скорость движения пара в трубопроводах следует принимать:

а) в системах отопления низкого давления (до 70 кПа на вводе) при попутном движении пара и конденсата – 30 м/с, при встречном – 20 м/с;

б) в системах отопления высокого давления (от 70 до 170 кПа на вводе) при попутном движении пара и конденсата – 80 м/с, при встречном – 60 м/с.

Уклоны трубопроводов воды, пара и конденсата следует принимать не менее 0,002, а уклон паропроводов против движения пара – не менее 0,006.

Трубопроводы воды допускается прокладывать без уклона при скорости движения воды в них 0,25 м/с и более.

Системы водяного и парового отопления должны выдерживать без разрушения и потери герметичности пробное давление воды, превышающее рабочее давление в системе в 1,5 раза, но не менее 0,6 МПа.

Величина пробного давления при гидравлическом испытании систем отопления не должна превышать предельного пробного давления для установленных в системе отопительных приборов, оборудования, арматуры и трубопроводов.

Воздушные системы. В них теплоносителем является воздух, подогретый до температуры более высокой, чем температура помещений. Подогрев и подача воздуха осуществляется тепловентиляционными установками, включающими вентиляторы с электродвигателями и калориферы (обычно паровые).

В системах воздушного отопления температуру воздуха при выходе из воздухораспределителей в помещение следует определять из уравнения (9.8) и при необходимости, корректировать так, чтобы она была не выше 70 °С и не менее чем на 20 °С ниже температуры самовоспламенения газов, паров, аэрозолей и пыли, выделяющихся там.

По виду подаваемого воздуха они делятся на *рециркуляционные* с перемещением одного и того же внутреннего воздуха и *с частичной*

рециркуляцией (подачей и подогревом смеси свежего и рециркулирующего воздуха) и *прямоточные* (с подачей и подогревом свежего воздуха).

При применении систем воздушного отопления с частичной рециркуляцией и прямоточных наряду с отоплением осуществляется и приточная вентиляция. Системы с полной рециркуляцией могут быть применены в помещениях, в которых воздух не загрязнен вредными веществами. Если рециркуляция недопустима, необходимо применять прямоточные системы, совмещенные с приточной вентиляцией.

Системы воздушного отопления обеспечивают быстрый нагрев помещений. В летнее время системы с механическим побуждением могут быть использованы и для охлаждения помещений при пропускании через воздухонагреватель того или иного хладагента.

Основными преимуществами системы воздушного отопления являются: возможность совмещения с системой вентиляции; отсутствие в помещениях нагревательных приборов. Недостатками являются большие сечения воздухопроводов; низкая относительная влажность воздуха, поступающего в помещение, если он не увлажняется; большие теплопотери при прокладке воздухопроводов в неотапливаемых помещениях.

Элементы и рабочие параметры системы отопления (отопительные приборы, вид теплоносителя, предельную температуру теплоносителя или теплоотдающей поверхности) следует принимать по табл. 9.1.

Отопительными приборами систем центрального отопления называют устройства для передачи теплоты от теплоносителя отапливаемому помещению (радиаторы, ребристые трубы, конвекторы, отопительные панели и др.).

Отопительный прибор из гладких стальных труб выполняется в виде змеевика или регистра. Он имеет высокий коэффициент теплопередачи, выдерживает высокое давление теплоносителя, но занимает много места. Его применяют в помещениях со значительными выделениями пыли, для обогрева световых фонарей промышленных зданий и т. д., в системах с высоким давлением теплоносителя.

Радиаторы собираются из чугунных, стальных, керамических, алюминиевых и др. секций. Их типы отличаются друг от друга габаритами и формой.

Конвекторы – стальные трубы с оребрением из листовой стали. Наиболее совершенным среди конвекторов является конвектор в кожухе, выполненном из стального листа, который снабжён колпаком для регулирования теплоотдачи. Между оребренными поверхностями прибора и кожухом под влиянием разности плотностей воздуха возникает его интенсивная циркуляция. Это увеличивает теплосъём с оребренной

Системы отопления (согласно СНиП 41-01-2003)

Помещения	Система отопления (отопительные приборы, теплоноситель, предельная температура теплоносителя или теплоотдающей поверхности)
Производственные: а) категорий А, Б и В1-В4 без выделений пыли и аэрозолей или с выделением негорючей пыли	Воздушная Водяная и паровая при температуре теплоносителя: воды не более 150 °С, пара не более 130 °С Электрическая и газовая для помещений категорий В1-В4 (кроме складов категорий В1-В4) при температуре на теплоотдающей поверхности не более 130 °С Электрическая для помещений категорий А и Б (кроме складов категорий А и Б) во взрывозащищенном исполнении в соответствии с ПУЭ при температуре на теплоотдающей поверхности не более 130 °С
б) категорий А, Б и В1-В4 с выделением горючей пыли и аэрозолей	Воздушная Водяная и паровая при температуре теплоносителя: воды не более 110 °С в помещениях категорий А и Б и не более 130 °С — в помещениях категорий В1-В4 Электрическая и газовая для помещений категорий В1-В4 (кроме складов категорий В1-В4) при температуре на теплоотдающей поверхности не более 110 °С Электрическая для помещений категорий А и Б (кроме складов категорий А и Б) во взрывозащищенном исполнении в соответствии с ПУЭ при температуре на теплоотдающей поверхности не более 110 °С
в) категорий Г и Д без выделений пыли и аэрозолей	Воздушная Водяная и паровая с ребристыми трубами, радиаторами и конвекторами при температуре теплоносителя: воды не более 150 °С, пара не более 130 °С Водяная с нагревательными элементами и стояками, встроенными в наружные стены, перекрытия и полы Газовая и электрическая, в том числе с высокотемпературными темными излучателями, кроме складов категорий В4

Помещения	Система отопления (отопительные приборы, теплоноситель, предельная температура теплоносителя или теплоотдающей поверхности)
г) категорий Г и Д с повышенными требованиями к чистоте воздуха	Воздушная. Водяная с радиаторами (без оребрения), панелями и гладкими трубами при температуре теплоносителя не более 150°С. Водяная с нагревательными элементами, встроенными в наружные стены, перекрытия и полы.
д) категорий Г и Д с выделением негорючих пыли и аэрозолей	Воздушная. Водяная и паровая с радиаторами при температуре теплоносителя: воды не более 150°С, пара не более 130°С. Водяная с нагревательными элементами, встроенными в наружные стены, перекрытия и полы.
е) категорий Г и Д с выделением горючих пыли и аэрозолей	Электрическая и газовая с температурой на теплоотдающей поверхности не более 150°С. Воздушная.
ж) категорий Г и Д со значительным влаговывделением	Водяная и паровая с радиаторами и гладкими трубами при температуре теплоносителя: воды не более 130°С, пара не более 110°С. Водяная с нагревательными элементами, встроенными в наружные стены, перекрытия и полы.
з) с выделением возгоняемых ядовитых веществ	Воздушная. Водяная и паровая с радиаторами, конвекторами и ребристыми трубами при температуре теплоносителя: воды не более 150°С, пара не более 130°С. Газовая с температурой на теплоотдающей поверхности 150°С.
Лестничные клетки, пешеходные переходы и вестибюли	По специальным нормативным документам Водяная и паровая с радиаторами, конвекторами и calorifерами при температуре теплоносителя: воды не более 150°С, пара не более 130°С. Воздушная.

Окончание табл. 9.1

<p>Помещения</p>	<p>Система отопления (отопительные приборы, теплоноситель, предельная температура теплоносителя или теплоотдающей поверхности)</p>
<p>Тепловые пункты</p>	<p>Водяная и паровая с радиаторами и гладкими трубами при температуре теплоносителя: воды не более 150 °С, пара не более 130 °С</p>
<p>Отдельные помещения и рабочие места в неотапливаемых и отапливаемых помещениях с температурой воздуха ниже нормируемой (кроме помещений категорий А, Б и В1-В4)</p>	<p>Газовая и электрическая, в том числе с высокотемпературными излучателями</p>

поверхности на 20 % и более. Конвекторы в кожухе компактны и имеют хороший внешний вид. В некоторых конструкциях конвекторы снабжаются вентилятором специального типа, обеспечивающим интенсивное движение воздуха, что значительно увеличивает теплотёём с прибора. Некоторый недостаток конвекторов состоит в трудности очистки от пыли.

Могут применяться и чугунные трубы с поперечными ребрами на поверхности, которые увеличивают теплоотдающую поверхность, но снижают гигиенические качества прибора (скапливается пыль, которую трудно убирать).

Бетонные отопительные панели – плиты с заделанными в них змеевиками из труб. Такие панели располагают обычно во внутренних конструкциях ограждений помещений.

В настоящее время для отопления больших промышленных цехов получили распространение подвесные панели с отражательными экранами. Применение панелей для отопления зданий удовлетворяет требованиям полносборного строительства и позволяет экономить металл, расходуемый на отопительные приборы. К недостаткам панельного отопления относят: большую тепловую инерцию, осложняющую регулирование теплоотдачи; невозможность изменения поверхности нагрева; опасность засорения труб и сложность его устранения; сложность ремонта систем; возможность появления внутренней коррозии и, вследствие этого, нарушение гидравлической плотности труб.

Отопительные приборы в производственных помещениях с постоянными рабочими местами, расположенными на расстоянии 2 м или менее от окон, в районах с расчетной температурой наружного воздуха в холодный период года минус 15 °С и ниже следует размещать под окнами.

Отопление следует проектировать для обеспечения равномерного нагревания и нормируемой температуры воздуха в помещениях, учитывая:

- а) потери теплоты через ограждающие конструкции;
- б) расход теплоты на нагревание инфильтрующегося наружного воздуха;
- в) расход теплоты на нагревание материалов, оборудования и транспортных средств;
- г) тепловой поток, регулярно поступающий от электрических приборов, освещения, технологического оборудования, трубопроводов, людей и других источников. Потери теплоты через внутренние ограждающие конструкции помещений допускается не учитывать, если разность температур воздуха в этих помещениях равна 3 °С и менее.

Расход теплоты на отопление $Q_{от}$, Вт, определяется из теплового баланса здания

$$Q_{от} = Q_{п} + Q''_в - Q'_в - Q_{об} - Q_{л} - Q_p + Q_{инн} + \\ + Q''_м - Q'_м + Q''_{тс} - Q'_{тс} - Q_{тр} - Q_{ос}, \quad (9.39)$$

где $Q_{п}$ – потери теплоты зданием в окружающую среду через ограждения (стены и т. д.), Вт;

$Q''_в$ – теплота, выносимая выбрасываемым (уходящим) вентиляционным воздухом, Вт;

$Q'_в$ – теплота, вносимая вентиляционным воздухом, Вт;

$Q_{об}$ – теплота, выделяющаяся в здании при работе технологического оборудования и транспортных устройств, Вт;

$Q_{л}$ – теплота, выделяющаяся в результате жизнедеятельности людей, находящихся в здании, Вт;

$Q_{инн}$ – теплота, теряемая инфильтрацией;

Q_p – теплота, поступающая от солнечной радиации, Вт;

$Q''_м$ – теплота, выносимая сырьем, материалами, полуфабрикатами, готовыми изделиями и т. п., Вт;

$Q'_м$ – теплота, вносимая сырьем, материалами, полуфабрикатами и т. п., Вт;

$Q''_{тс}$ – теплота, выносимая транспортными средствами, тарой и т. п., Вт;

$Q'_{тс}$ – теплота, вносимая транспортными средствами, тарой и т. п., Вт;

$Q_{тр}$ – теплота, выделяемая (теряемая) в помещение трубопроводами с паром, горячей водой и т. д., Вт;

$Q_{ос}$ – теплота, выделяющаяся при работе системы искусственного освещения, Вт.

Рассмотрим расчет составляющих расхода теплоты.

$$Q_n = \Sigma K_i \cdot F_i \cdot t_i, \quad (9.40)$$

где K_i – коэффициент теплопередачи i -го участка поверхности здания, Вт/(м² · град)

$$K_i = 1 / [(1/\alpha_{1i}) + \Sigma(\delta_i/\lambda_i) + (1/\alpha_{2i})], \quad (9.41)$$

где α_1 и α_2 – коэффициенты теплоотдачи соответственно для внутренних и наружных поверхностей здания, Вт/(м² · град);

δ_i – толщина i -го слоя материала (стен, кровли, пола), м;

λ_i – удельная теплопроводность i -го материала, Вт/(м · град);

F_i – поверхность i -го участка здания, ограничивающая помещения с одинаковой температурой;

Δt_i – разность температур воздуха внутри и снаружи помещения.

Подсчет по уравнению (9.40) относительно трудоемкий. Допускается для ориентировочных подсчетов использовать уравнение

$$Q_n = \Sigma q_{\text{эф}} \cdot V_i (t_{\text{in}} - t_{\text{n}}), \text{ Вт}, \quad (9.42)$$

где $q_{\text{эф}}$ – удельные тепловые потери, Вт/(м³ · град);

V_i – объем помещений с температурой t_{in} , м³.

Из сопоставления уравнений следует, что $q_{\text{эф}}$ зависит от толщины и материала стен, кровли и пола, а также от объема здания.

Теплота, выделяющаяся в помещение работающим технологическим оборудованием и транспортирующими устройствами

$$Q_{\text{об}} = Q_{\text{то}} + Q_{\text{э}}, \quad (9.43)$$

где $Q_{\text{то}}$ – теплота, выделяющаяся (теряемая) оборудованием для тепловой обработки (потребляющим теплоту);

$Q_{\text{э}}$ – теплота, выделяющаяся при работе электродвигателей, Вт.

$Q_{\text{то}}$ может быть рассчитано по уравнению, аналогичному по форме (9.40), что достаточно точно, но трудоемко. Для ориентировочных расчетов можно использовать зависимость

$$Q_{\text{то}} = K_{\text{пп}} \cdot Q_{\text{п}}, \quad (9.44)$$

где $Q_{\text{п}}$ – полезный расход теплоты, Вт,

или

$$Q_{\text{то}} = K_{\text{по}} \cdot Q_{\text{об}}, \quad (9.45)$$

где $K_{\text{пп}}$, $K_{\text{по}}$ – коэффициенты, показывающие, соответственно, какую часть потери составляют от полезного и общего расхода теплоты.

Обычно в зависимости от типа оборудования и эффективности используемой теплоизоляции $K_{\text{пп}} = 0,05 \dots 0,07$; $K_{\text{по}} = 0,03 \dots 0,05$.

Для оборудования, обогреваемого паром

$$Q_{\text{то}} = K_{\text{по}} \cdot D (i_{\text{п}} - i_{\text{к}}), \quad (9.46)$$

где D – расход пара, кг/с (например, по паспорту аппарата);

i_p, i_k – энтальпии соответственно пара и конденсата, Дж/кг.

Ориентировочно упрощенно можно определить Q_3 , Вт по уравнению

$$Q_3 = \Sigma K_{i1} \cdot K_{i2} \cdot K_{i3} (1 - \eta_{i3}) N_{i3} \cdot 10^3, \quad (9.47)$$

где K_{i1}, K_{i2}, K_{i3} , – коэффициенты, учитывающие, соответственно, какая часть номинальной мощности электродвигателя используется, какую часть времени он работает и какая часть выделившейся теплоты остается в помещении;

η_{i3} – КПД электродвигателя при работе в оптимальном режиме;

N_{i3} – мощность каждого отдельного электродвигателя, кВт.

Теплота, выносимая сырьем, материалами, полуфабрикатами, готовыми изделиями и т. п., Вт

$$Q''_m = \Sigma m_i c_{mi} t''_{mi}, \quad (9.48)$$

Теплота, вносимая сырьем, материалами, полуфабрикатами и т. п., Вт

$$Q'_m = \Sigma m_i c_{mi} t'_{mi}, \quad (9.49)$$

где m_i – количество сырья, материалов, полуфабрикатов или готовых изделий i -го вида, поступающих или удаляемых из помещения, кг/с;

c_{mi} – удельная массовая теплоемкость сырья, материалов, полуфабрикатов или готовых изделий i -го вида, кДж/(кг · град);

t'_{mi}, t''_{mi} – температура сырья, материалов, полуфабрикатов или готовых изделий i -го типа, соответственно поступающих в помещение и удаляемых из него, град.

Теплота, выносимая транспортными средствами, тарой и т. п., Вт

$$Q''_{tc} = \Sigma m_i c_{mi} t''_{irc}, \quad (9.50)$$

Теплота, вносимая транспортными средствами, тарой и т. п., Вт:

$$Q'_{tc} = \Sigma m_i c_{mi} t'_{irc}, \quad (9.51)$$

где m_i – масса транспортных средств, тары и т. д., вводимых или вывозимых из помещения, кг/с (для упрощения расчетов могут использоваться средние значения m_i);

t''_{itc}, t'_{itc} – температура транспортных средств, тары и т. д., соответственно ввозимых и вывозимых из помещения, кг/с:

Теплота, выделяемая (теряемая) в помещение трубопроводами с паром, горячей водой и т. д., Вт:

$$Q_{тр} = \sum k_i F_i \Delta t_{trpi} \approx \sum k_{ит} D_i i_i, \quad (9.52)$$

где k_i – коэффициент теплопередачи от i -й транспортируемой среды к воздуху (с учетом теплоизоляции), Вт/(м² · град);

F_i – поверхность трубопровода i -й среды, м²;

Δt_{trpi} – разность температур i -й среды и воздуха, град;

D_i – расход транспортируемой i -й среды, кг/с;

i_i – энтальпия i -й среды, Дж/кг;

$k_{ит}$ – коэффициент, учитывающий потери теплоты трубопроводом, $k_{ит} \approx 0,1$.

Теплота, выделяющаяся в результате жизнедеятельности людей, находящихся в здании, Вт:

$$Q_{л} = \sum U_i q_i, \quad (9.53)$$

где U_i – количество людей, занятых работой i -й категории тяжести, чел;

q_i – количество теплоты, выделяемой за 1 с человеком, выполняющим работу i -й категории тяжести

Теплота, выделяющаяся при работе системы искусственного освещения, Вт:

$$Q_{oc} = \sum z_i N_i (1 - \eta_i), \quad (9.54)$$

где z_i – количество ламп i -го типа, шт.;

N_i – электрическая мощность лампы i -го типа, Вт;

η_i – световой КПД лампы i -го типа (в долях единицы).

С учетом специфики пищевых предприятий, перерабатывающих растительное сырье, при выполнении ориентировочных расчетов в учебных целях для снижения трудоемкости можно считать, что

$$Q_{л} \approx 0, Q_{ит} \approx 0, Q_{п} \approx 0, Q_{м} = Q''_{м} - Q'_{м} \approx 0; \quad (9.55)$$

$$Q_{тс} = Q''_{тс} - Q'_{тс} \approx 0, Q_{тр} \approx 0, Q_{oc} \approx 0. \quad (9.56)$$

Тогда упрощенно

$$Q_{от} = Q_{л} - Q_{об} + Q_{в}. \quad (9.57)$$

Расход теплоты за отопительный сезон $Q_{\text{от}}$, кДж

$$Q_{\text{от(год)}} = Q_{\text{от}} \cdot \tau_{\text{от}} \cdot 86\,400, \quad (9.58)$$

где $\tau_{\text{от}}$ – длительность отопительного сезона, сут (принимается по табл. 1 СНиП 23-01-99).

Расход топлива B_{T} , т, (тыс. м³ – для газа) за отопительный сезон (годовой):

$$B_{\text{T}} = \frac{Q_{\text{от(год)}}}{Q_{\text{н}}^p \eta_{\text{к}} \eta_{\text{T}}} \cdot 10^{-3}, \quad (9.59)$$

где $Q_{\text{н}}^p$ – низшая теплота сгорания топлива, Дж/кг (Дж/м³ – для газа);
 $\eta_{\text{к}}$ – КПД котельной установки, $\eta_{\text{к}} = 0,80 \dots 0,95$;
 η_{T} – коэффициент, учитывающий потери теплоты теплотрассой,
 $\eta_{\text{T}} = 0,90$.

Необходимая суммарная поверхность $F_{\text{от}}$, м², отопительных приборов

$$F_{\text{от}} = \frac{0,9 \cdot Q_{\text{от}}}{K \Delta t_{\text{cp}}}, \quad (9.60)$$

где 0,9 – коэффициент, вводимый в соответствии со СНиП 41-01-2003, в котором указывается, что при расчете отопительных приборов следует учитывать 90 % теплового потока, поступающего в помещение от трубопроводов отопления; соответственно 10 % должны поступать от самих трубопроводов, играющих роль и нагревательных элементов.

K – коэффициент теплопередачи отопительного прибора, принятого к установке, Вт/(м² · °С), зависящий от типоразмера отопительного прибора; находится по справочным данным (для радиаторов МС –90 – 108 и МС – 140 – 108 $K = 9,76$ Вт/(м² · °С));

Δt_{cp} – средняя разность температур теплоносителя в отопительном приборе и воздуха, °С:

$$\Delta t_{\text{cp}} = \frac{\Delta t_{\text{б}} + \Delta t_{\text{м}}}{2} \quad \left(\text{при } \frac{\Delta t_{\text{б}}}{\Delta t_{\text{м}}} < 1,4 \right), \quad (9.61)$$

$$\Delta t_{\text{ср}} = \frac{\Delta t_{\text{в}} - \Delta t_{\text{м}}}{2,3 \lg \frac{\Delta t_{\text{в}}}{\Delta t_{\text{м}}}} \quad (\text{при } \frac{\Delta t_{\text{в}}}{\Delta t_{\text{м}}} \geq 1,4), \quad (9.62)$$

где $\Delta t_{\text{в}} = t_{\text{в}}' - t_{\text{в}}''$, $\Delta t_{\text{м}} = t_{\text{м}}'' - t_{\text{м}}'$, при этом $t_{\text{м}}'$ и $t_{\text{м}}''$ – температура теплоносителя на входе и выходе отопительного прибора.

Для парового отопления при $t_{\text{м}}' \cong t_{\text{м}}''$ $\Delta t_{\text{ср}} = t_{\text{м}}' - t_{\text{п}}''$; $t_{\text{м}}'$ и $t_{\text{м}}''$ определяются по давлению насыщенного пара. Для водяного отопления $t_{\text{м}}' \neq t_{\text{м}}''$.

Количество секций радиаторов Z , шт.:

$$Z = F_{\text{от}} / f_{\text{п}}, \quad (9.63)$$

где $f_{\text{п}}$ – теплопередающая поверхность одного радиатора, м² (по справочным данным).

Определить необходимое количество секций радиаторов можно и по номинальному тепловому потоку $q_{\text{ш}}$ (номенклатурному шагу) одной секции (блока):

$$Z = Q_{\text{от}} / q_{\text{м}}. \quad (9.64)$$

Так, например, для широко распространенных чугунных радиаторов полной высотой от 400 до 700 мм и глубиной от 100 до 160 мм номенклатурный шаг в соответствии с ГОСТ 8690–94 (попр. 1997) составляет от 0,14 до 0,21 кВт в зависимости от глубины.

Отклонения от номинального теплового потока этих радиаторов в соответствии с ГОСТ 8690–94 (попр. 1997) должны находиться в пределах от +5 до – 4 %. Их можно использовать в системах с давлением до 1 МПа.

Условное обозначение радиатора при заказе и в технической документации должно состоять из слова «радиатор» и числовых значений глубины радиатора (его размера по оси, перпендикулярной стене, на которой он крепится), расстояния между центрами подводящих и отводящих (верхних и нижних) отверстий, избыточного рабочего давления теплоносителя, на которое рассчитан радиатор; числа секций; обозначения нормативно-технической документации, регламентирующей основные показатели радиатора (например, ГОСТ или ТУ).

Пример обозначения радиаторов отопительных чугунных: радиатор МС-160-600-0,9-7 ГОСТ 8690–94 – радиатор МС-160 с расстоянием между центрами отверстий 600 мм, рассчитанного на рабочее избыточное давление 0,9 МПа с количеством секций 7.

В некоторых случаях для помещений, в которых размещено технологическое оборудование, теряющее в окружающую среду значительное количество теплоты (например, расстойные шкафы, печи для выпечки хлебобулочных изделий и печенья на хлебозаводах и кондитерских фабриках, выпарные установки и вакуум-аппараты на сахарных заводах, брагоректификационное и варочное оборудование на спиртовых заводах и др.), $Q_{от} < 0$. Для них определяется расход вентиляционного воздуха, необходимый для удаления избыточной теплоты, а отопление рассчитывается на случай остановки производства во время отопительного сезона. В соответствии со СНиП 41-01-2003 в холодный период года в административно-бытовых и производственных помещениях отапливаемых зданий, когда они не используются и в нерабочее время, можно принимать температуру воздуха ниже нормируемой, но не ниже $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ в административно-бытовых помещениях и не ниже $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ в производственных помещениях.

Тогда для поддержания этой температуры при аварийной остановке производства необходим расход теплоты

$$Q_{o(a)} = q_{эф} V_{пом} (5 - t_{нар}). \quad (9.65)$$

Соответственно поверхность отопительных приборов

$$F_{o(a)} = \frac{Q_{o(a)}}{k \cdot \Delta t_{cp(a)}}, \quad (9.66)$$

$$t_{cp(a)} = \frac{\Delta t_{6(a)} + \Delta t_{м(a)}}{2}, \quad (9.67)$$

$$\Delta t_{6(a)} = \Delta t'_{т} - 5, \quad \Delta t_{м} = \Delta t''_{т} - 5. \quad (9.68)$$

Необходимое количество секций радиаторов

$$Z_{oa} = F_{o(a)} / f_1 \quad (9.69)$$

либо

$$Z_{oa} = Q_{o(a)} / q_n. \quad (9.70)$$

В настоящее время на многих пищевых предприятиях имеются многочисленные производственные помещения с полностью автоматизированным технологическим оборудованием, функционирующим без

присутствия людей (кроме дежурного персонала, находящегося в специальном помещении и выходящего в производственное помещение периодически для осмотра и наладки оборудования не более чем на два часа непрерывно). При отсутствии технологических требований к температурному режиму этих помещений температуру воздуха в рабочей зоне следует принимать: для теплого периода года при отсутствии избытков теплоты – равную температуре наружного воздуха, а при наличии избытков теплоты – на 4°С выше температуры наружного воздуха, но не выше 29°С.

Для холодного периода года и переходных условий при отсутствии избытков теплоты принимают температуру помещений равной 10°С, а при наличии избытков теплоты – экономически целесообразную температуру.

Исходя из этого, определяется расход теплоты для их отопления и, соответственно, поверхность и количество отопительных приборов.

9.3. Водоснабжение

Система водоснабжения – комплекс сооружений, предназначенных для получения воды из природных источников, ее очистки, транспортирования, хранения и подачи потребителю.

На пищевые предприятия вода может поступать из системы водоснабжения населенных пунктов или из автономной системы. Если последняя использует поверхностные водоисточники, то она состоит из следующих элементов:

- водоприемных сооружений;
- водоподъемных сооружений, т. е. насосных станций, подающих воду к очистным сооружениям (насосные станции I подъема) или потребителям (насосные станции II подъема);
- очистных сооружений;
- башен и резервуаров, накапливающих запасы воды или регулирующих напоры и расходы;
- водоводов и сети трубопроводов, предназначенных для транспортирования воды от сооружения к сооружению или к потребителям.

Однако чаще используются артезианские скважины, которые можно рассматривать как водоприемное устройство в сочетании с насосной станцией I подъема. Естественно, конструкция самой скважины и погружного насоса (если скважина не фонтанирующая) существенно отличается от устройств, применяемых для забора воды из рек, и т. п.

Обычно вода из артезианских скважин обладает достаточно высоким качеством и не нуждается в очистке.

Если пищевые предприятия подключены к системе водоснабжения населенных пунктов, то им достаточно двух последних элементов системы.

Воду подают непосредственно к местам ее потребления (оборудованию в основных и вспомогательных цехах, санитарно-техническим приборам) через водопроводную сеть.

Внутренний водопровод – система трубопроводов и устройств, обеспечивающая подачу воды от сети водопровода населенного пункта или промышленного предприятия к санитарно-техническим приборам, пожарным кранам и технологическому оборудованию, обслуживающая одно здание или группу зданий и сооружений и имеющая общее водоизмерительное устройство от сети водопровода населенного пункта или промышленного предприятия.

Системы внутреннего водопровода (хозяйственно-питьевого, производственного, противопожарного) включают: вводы в здания, водомерные узлы, разводящую сеть, стояки, подводки к санитарным приборам и технологическим установкам, водоразборную, смесительную, запорную и регулирующую арматуру. В зависимости от местных условий и технологии производства в систему внутреннего водопровода надлежит включать насосные установки и запасные и регулирующие емкости, присоединенные к системе внутреннего водопровода.

Производственные системы водопровода должны удовлетворять технологическим требованиям и не вызывать коррозии аппаратуры и трубопроводов, отложения солей и биологического обрастания труб и аппаратов.

В водопроводной сети различают *магистральные* (главные) и *распределительные* (второстепенные) линии. Располагаются водопроводные линии по проездам или обочинам дорог по возможности вне асфальтовых или бетонных покрытий, как правило, параллельно границам застройки и поверхности земли. Глубина заложения труб должна быть больше глубины промерзания грунта.

По конфигурации в плане водопроводные сети подразделяют:

- *на разветвленные (тупиковые) сети* – для обеспечения водой небольших объектов, допускающих перерывы в водоснабжении;
- *кольцевые (замкнутые) сети* – при необходимости бесперебойного водоснабжения, что обеспечивается двусторонним питанием водой любого объекта. Однако кольцевые сети при прочих равных условиях имеют большую длину и соответственно требуют больших затрат на сооружение и ремонт.

По назначению системы водоснабжения подразделяют на *хозяйственно-питьевые, производственные* (технологические) и *противопожарные*.

В зависимости от вида изготавливаемой продукции и используемой технологической схемы, производственный водопровод может быть:

- *прямоточным* – вся отработанная на производстве вода сбрасывается в канализационную сеть или в водоем;
- *последовательным* – вода, использованная на одной технологической операции, направляется на другие, после чего отводится в канализацию;
- *оборотным* – используемая вода после необходимой обработки возвращается в производство.

Несмотря на кажущуюся простоту решения вопроса построения замкнутого оборотного водоснабжения, решение этой задачи весьма сложно. Значительные различия в количествах, составах и концентрациях стоков на отдельных участках производства, неравномерность поступления стоков и возможность так называемых залповых сбросов осложняют расчет водного баланса предприятия и очистку сточных вод. Многократно и последовательно подвергаемая различным физико-химическим воздействиям (нагревание, аэрация и др.) вода минерализуется, становится коррозионно-активной, вызывает отложение солей и продуктов коррозии в трубах. Стоки, содержащие остатки азотистых веществ, вызывают активное развитие биофлоры. Это может вызвать нарушение режима водооборота, закупорку и разрушение водоводов и канализационных труб.

Для устройства наружного водопровода применяют трубы чугунные, стальные, асбестоцементные, железобетонные, пластмассовые и др.

Для выбора того или иного типа труб проводится их сопоставление по таким характеристикам, как долговечность (определяется коррозионной стойкостью), эксплуатационное давление, стоимость, погонный вес, ударная прочность, технологичность и надежность соединений.

Чугунные раструбные трубы (диаметром 50...1200 мм и длиной 2...7 м) обладают очень важным достоинством – долговечностью, которая обусловлена значительной толщиной их стенок. К недостаткам следует отнести большой расход металла (в 1,5 раза больше, чем для стальных труб), малую сопротивляемость ударным нагрузкам и ограниченность рабочего давления (не более 1 МПа).

Стальные трубы применяют для устройства водоводов и водопроводных сетей, в которых внутреннее давление превышает 1,2 МПа. По сравнению с чугунными стальные трубы обладают значительно большей прочностью, эластичностью, меньшей массой и более простым соединением, которое, как правило, осуществляется сваркой.

Недостатком стальных труб является то, что они в большей степени подвержены коррозии и поэтому требуют специальной защиты. Срок их службы меньше, чем чугунных труб.

Стальные трубы выпускаются диаметром 15...1600 мм. Толщина их стенок изменяется в широких пределах, что обеспечивает возможность применения труб для работы на разном давлении и в различных условиях.

Асбестоцементные трубы имеют диаметр 100...500 мм. При необходимости заводы могут изготавливать трубы и больших диаметров (600...1000 мм). Используют их при давлении до 1,2 МПа.

Асбестоцементные трубы обладают следующими достоинствами: гладкостью стенок, малой теплопроводностью, стойкостью в отношении коррозии, небольшой массой и невысокой стоимостью. К их недостаткам относятся малая сопротивляемость ударам и динамическим нагрузкам, а также сложность и высокая стоимость стыковых соединений.

Железобетонные трубы изготавливают методами вибропрессования и центрифугирования с предварительным напряжением арматуры. Достоинствами этих труб являются малый расход металла, долговечность и гладкость внутренних поверхностей; недостаток – большая масса, а также сложность обеспечения надежности стыковых соединений. Железобетонные напорные трубы могут применяться для устройства водопровода, если транспортируемая и грунтовая вода не агрессивна по отношению к бетону.

В последнее время все шире применяют пластмассовые и металлопластиковые трубы, обладающие высокой коррозионной стойкостью и малой массой; их соединение достаточно просто.

Прокладку трубопроводов следует предусматривать с уклоном не менее 0,002.

Расстояние по горизонтали в свету между вводами хозяйственно-питьевого водопровода и выпусками канализации и водостоков должно быть не менее 1,5 м при диаметре ввода до 200 мм включительно и не менее 3 м – при диаметре ввода свыше 200 мм. Допускается совместная прокладка вводов водопровода различного назначения.

Конструкция водоразборной и запорной арматуры должна обеспечивать плавное закрывание и открывание потока воды. Задвижки (затворы) необходимо устанавливать на трубах диаметром 50 мм и более.

На внутреннем водопроводе необходимо предусматривать на каждые 60...70 м периметра здания по одному поливочному крану, размещаемому в коврах около зданий или в нишах наружных стен зданий.

Сети объединенного хозяйственно-противопожарного и производственно-противопожарного водопроводов должны обеспечить пропуск расчетного расхода воды на пожаротушение при наибольшем расходе ее на хозяйственно-питьевые и производственные нужды.

Диаметр труб определяют исходя из наибольшего расхода воды.

Общий максимальный расход воды предприятием определяется по формуле $q_{об}$, м³/ч

$$q_{об} = q_m + q_{с-б} + q_{пож} - q_{оборот} + q_{пр}, \quad (9.71)$$

где q_m – расход воды на технологические нужды, м³/ч (рассчитывается по действующим нормам);

$q_{с-б}$, $q_{пож}$ – соответственно расходы воды на хозяйственно-питьевые нужды и пожаротушение, м³/ч;

$q_{оборот}$ – количество воды, поступающей из системы оборотного водоснабжения (если она есть), м³/ч;

$q_{пр}$ – расход воды на прочие нужды (например, на полив зеленых насаждений), м³/ч.

Ориентировочно

$$q_{пр} = \sum q_i^{уд} \cdot P_{pi}, \quad (9.72)$$

где $q_i^{уд}$ – удельный расход воды на выпуск единицы продукции i -го вида, (м³/т, м³/дал и т. д.);

P_{pi} – производительность предприятия по продукции i -го вида (т/ч, дал/ч и т. д.).

Количество необходимых санитарно-технических приборов N_i определяется по числу водопотребителей ($n_{пр}$) – людей, занятых в наиболее многочисленной смене.

$$N_i = \frac{n_{нрм}}{n_{ioM}} + \frac{n_{нрж}}{n_{oiж}}, \quad (9.73)$$

где n_{io} – количество водопотребителей, обслуживаемых одним прибором. Оно нормировано и дается в приложении к действующему СНиП 2.04.01–85*; $n_{пр}$ и n_{io} различны для мужчин и женщин.

Максимальный секундный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды (общий, горячей, холодной) q , дм³/с, на расчетном участке сети определяется по формуле

$$q = 5q_0\alpha, \quad (9.74)$$

где q_0 – секундный расход воды водоразборными устройствами (краны, смывные бачки), $\text{дм}^3/\text{с}$;

α – коэффициент, учитывающий вероятность их действия и общее количество;

$$q_0 = \frac{\sum N_i P_{ic} q_{0i}}{\sum N_i P_{ic}}, \quad (9.75)$$

где N_i – количество установленных приборов i -го типа (кранов, душевых устройств, смывных бачков);

P_{ic} – вероятность действия приборов i -го типа;

q_{0i} – секундный расход воды прибором i -го типа.

Максимальный часовой расход воды на хозяйственно-питьевые нужды (общий, холодной, горячей) $q_{\text{чм}}$, $\text{м}^3/\text{ч}$, определяется по формуле

$$q_{\text{чм}} = 0,005 q_{\text{оч}} \alpha, \quad (9.76)$$

где $q_{\text{оч}}$ – часовой расход воды, $\text{дм}^3/\text{ч}$,

$$q_{\text{оч}} = \frac{\sum N_i P_{i\text{ч}} q_{\text{оч}i}}{\sum N_i P_{i\text{ч}}}, \quad (9.77)$$

где $q_{\text{оч}i}$ – максимальный часовой расход воды прибором i -го типа (при этом $q_{\text{оч}i} \neq 3600 q_0$, так как прибор фактически не работает непрерывно в течение часа).

При различных водопотребителях вероятность действия санитарно-технических приборов P определяется по формуле

$$P = \frac{\sum N_i P_{ic(i\text{ч})}}{\sum N_i}. \quad (9.78)$$

Величина P_i учитывает, что не все приборы i -го типа работают одновременно и с нормативным расходом воды.

Максимальный часовой или секундный расход воды (общий, холодной, горячей) на хозяйственно-питьевые нужды $q_{\text{оч}}$, $\text{дм}^3/\text{ч}$ или $\text{дм}^3/\text{с}$, для вспомогательных зданий промышленных предприятий (в том числе административно-бытовых корпусов) допускается определять по формуле

$$q_{\text{оч}} = \sum q_{\text{оч}i} N_i, \quad (9.79)$$

где $q_{\text{отч}}$ – часовой или секундный расход воды прибором i -го типа, $\text{дм}^3/\text{ч}$ или $\text{дм}^3/\text{с}$.

Расход воды и число струй на внутреннее пожаротушение в производственных зданиях следует принимать по табл. 9.2

Таблица 9.2

Степень огнестойкости зданий	Категория зданий по пожарной опасности	Число струй и минимальный расход воды, л/с, на одну струю, на внутреннее пожаротушение в производственных и складских зданиях высотой до 50 м и объемом, тыс. м^3				
		от 0,5 до 5	св. 5 до 50	св. 50 до 200	св. 200 до 400	св. 400 до 800
I и II	А, Б, В	2 · 2,5	2 · 5	2 · 5	3 · 5	4 · 5
III	В	2 · 2,5	2 · 5	2 · 5	—	—
III	Г, Д	—	2 · 2,5	2 · 2,5	—	—
IV и V	В	2 · 2,5	2 · 5	—	—	—
IV и V	Г, Д	—	2 · 2,5	—	—	—

На большинстве пищевых предприятий устанавливают водонапорные баки. Их назначение – обеспечить выпуск продукции при аварийном прекращении подачи воды от водисточника, снизить максимальный забор воды из источника при ее неравномерном расходе на технологические нужды (и соответственно уменьшить диаметр водопровода и его стоимость), обеспечить водой систему внутреннего пожаротушения, а также снизить мощность и стоимость установки для подкачки воды из водопровода населенного пункта (при недостаточном напоре в его сети).

Расположение и вместимость водонапорных баков здания должны обеспечивать получение в любое время суток компактной струи высотой не менее 4 м на верхнем этаже или этаже, расположенном непосредственно под баком, и не менее 6 м – на остальных этажах; при этом число струй следует принимать: две производительностью $2,5 \text{ дм}^3/\text{с}$ каждая в течение 10 мин при общем расчетном числе струй две и более, одну – в остальных случаях.

Запасные и регулирующие емкости (водонапорные башни, резервуары, гидропневматические баки, аккумуляторы теплоты и др.) должны содержать воду в объеме, достаточном для регулирования водопотребления. При наличии противопожарных устройств указанные емкости холодного водопровода должны также содержать неприкосновенный

противопожарный запас воды. Для обеспечения сохранности неприкосновенного противопожарного запаса воды и невозможности его использования на другие нужды надлежит предусматривать специальные устройства.

Регулирующий объем емкости W , м³, надлежит определять по формулам:

а) для водонапорного или гидропневматического бака при производительности насоса или насосной установки, равной или превышающей максимальный часовой расход:

$$W = \frac{q_{hr}^{sp,i}}{4n}, \quad (9.80)$$

где n – допустимое число включений насосной установки в 1 ч, принимаемое для установок с открытым баком 2...4; для установок с гидропневматическим баком – 6...10. Большее число включений в 1 ч надлежит принимать для установок небольшой мощности (до 10 кВт);

$q_{hr}^{sp,i}$ – часовой расход воды, подаваемой насосом, м³;

б) для водонапорного бака или резервуара при производительности насосной установки менее максимального часового расхода:

$$W = \varphi T q_T; \quad (9.81)$$

в) для бака-аккумулятора теплоты в системе горячего водоснабжения при мощности водонагревателя (генератора теплоты), не обеспечивающего максимального часового потребления теплоты,

$$W = \frac{\varphi T Q_T^h}{1,16(55 - t^c)}. \quad (9.82)$$

В формулах (9.81) и (9.82) φ – относительная величина регулирующего объема.

Величины T , Q_T^h , q_T , t^c надлежит принимать в соответствии с разд. 3 СНиПа 2.04.01–85* «Внутренний водопровод и канализация зданий».

Средний часовой расход воды q_T (q_T^{tot} , q_T^h , q_T^c), м³/ч, за период (сутки, смена) максимального водопотребления T , ч, на хозяйственно-питьевые нужды надлежит определять по формуле

$$q_T = \frac{\sum_i q_{u,i} U_i}{1000T}, \quad (9.83)$$

где U_i – число водопотребителей;

$q_{u,i}$ – норма расхода воды потребителем в сутки (смену) наибольшего водопотребления, л.

Тепловой поток Q_T^h (Q_{hr}^h), кВт, за период (сутки, смена) максимального водопотребления на нужды горячего водоснабжения (с учетом теплотерь) следует вычислять по формулам:

а) в течение среднего часа

$$Q_T^h = 1,16q_T^h(55 - t^c) + Q^{ht}, \quad (9.84)$$

где Q^{ht} – теплотери на расчетном участке, кВт;

б) в течение часа максимального потребления

$$Q_{hr}^h = 1,16q_{hr}^h(55 - t^c) + Q^{ht}, \quad (9.85)$$

где q_{hr}^h – максимальный часовой расход горячей воды, м³;

t^c – температура холодной воды, °С, в сети водопровода; при отсутствии данных ее следует принимать равной 5 °С.

Запас воды в баках-аккумуляторах, устраиваемых в бытовых зданиях и помещениях промышленных предприятий, следует определять в зависимости от времени их заполнения в течение смены, принимаемого при числе душевых сеток: 10...20 – 2 ч; 21...30 – 3 ч; 31 и более – 4 ч.

Неприкосновенный противопожарный запас воды при ручном, дистанционном или автоматическом включении насосов следует принимать из расчета 10-минутной продолжительности тушения пожара из внутренних пожарных кранов при одновременном наибольшем расходе воды на производственные и хозяйственно-питьевые нужды.

При гарантированном автоматическом включении пожарных насосов неприкосновенный противопожарный запас допускается не предусматривать.

Полную вместимость емкостей V , м³, следует определять по формулам:

а) для гидропневматического бака

$$V = W \frac{B}{1-A}; \quad (9.86)$$

б) для водонапорного бака или резервуара

$$V = BW + W_1; \quad (9.87)$$

в) для аккумулятора теплоты

$$V = BV, \quad (9.88)$$

где W_1 – противопожарный объем воды, м³;

A – отношение абсолютного минимального давления к максимальному, значение которого следует принимать: 0,8 – для установок, работающих с подпором; 0,75 – для установок с напором до 50 м; 0,7 – для установок с напором более 50 м;

B – коэффициент запаса вместимости бака, принимаемый: 1,2...1,3 – при использовании насосных установок, работающих в повторно-кратковременном режиме, 1,1 – при производительности насосных установок менее максимального часового расхода воды; для аккумуляторов теплоты $B = 1$.

Водонапорные баки и баки-аккумуляторы (безнапорные) следует устанавливать в вентилируемом и освещаемом помещении высотой не менее 2,2 м с положительной температурой. Несущие конструкции помещения надлежит выполнять из негорючих материалов. Под баками следует предусматривать поддоны. Расстояния между водонапорными баками и строительными конструкциями должны быть не менее 0,7 м; между баками и строительными конструкциями со стороны расположения поплавкового клапана – не менее 1 м; от верха бака до перекрытия – не менее 0,6 м; от поддона до дна бака – не менее 0,5 м.

Для водонапорных баков и баков-аккумуляторов (безнапорных) следует предусматривать:

а) трубу для подачи воды в бак с поплавковым клапаном, перед которым надлежит устанавливать запорный вентиль или задвижку;

б) отводящую трубу;

в) переливную трубу, присоединяемую на высоте наивысшего допустимого уровня воды в баке;

г) спускную трубу, присоединяемую к днищу бака и к переливной трубе с вентилем или задвижкой на присоединяемом участке трубопровода;

д) водоотводную трубу для отвода воды из поддона;

е) устройства, обеспечивающие циркуляцию холодной воды в баках, предназначенных для хранения воды питьевого качества.

Скорость движения воды в трубопроводах внутренних водопроводных сетей, в том числе при пожаротушении, не должна превышать 3 м/с, в спринклерных и дренчерных системах – 10 м/с.

Диаметры трубопроводов водоразборных стояков в секционном узле следует выбирать по расчетному расходу воды в стояке с коэффициентом 0,7.

9.4. Канализация

Канализация – комплекс инженерных сооружений, предназначенных для приема загрязненных сточных вод, транспортирования их к очистным сооружениям, очистки и обеззараживания, утилизации полезных веществ, содержащихся в них и в осадке, и выпуска очищенных вод в водоем.

Сточные воды представляют собой один из видов жидких отходов и подразделяются на *дождевые* (атмосферные), *производственные* (технологические), *хозяйственно-бытовые*.

В соответствии с составом сбрасываемых вод различают дождевую, производственную и хозяйственно-бытовую системы канализации. Они могут быть раздельными или объединенными.

При выборе и проектировании системы канализации необходимо учитывать:

- желательность исключения образования загрязненных сточных вод в технологическом процессе путем внедрения безотходных и безводных производств, использования сухих процессов, устройства замкнутых систем водоснабжения, применения воздушных систем охлаждения и др.;

- требования к качеству воды, используемой в различных процессах, и ее расход;

- количество и характеристику сточных вод, образующихся в различных технологических процессах, а также физико-химические свойства присутствующих в них загрязняющих веществ;

- возможность локальной очистки сточных вод для извлечения отдельных компонентов (ценных и других веществ) и повторного ис-

пользования воды, а также создания локальных систем производственного водоснабжения;

- возможность последовательного использования воды в различных технологических процессах с различными требованиями к ее качеству;
- возможность вывода отдельным потоком сточных вод, нуждающихся в локальной очистке;
- возможность протекания в трубопроводах химических или биологических процессов с образованием газообразных или твердых вторичных продуктов (при поступлении в систему канализации различных по составу сточных вод).

Расход производственных сточных вод зависит от вида и количества выпускаемой продукции и нормы водоотведения производственных вод.

Норма водоотведения – количество сточных вод в м³ на единицу продукции, выпускаемой предприятием. Норма водоотведения равна норме водопотребления.

На пищевых предприятиях используется канализация, в которой сточные воды по подземным трубопроводам транспортируются на очистные сооружения, где они очищаются и спускаются в городскую канализационную сеть или в ближайшие водоемы. При этом в зданиях необходимо устройство внутренней системы канализационных труб.

Различие в характере и концентрации загрязнений отдельных видов сточных вод требует их транспортирования по самостоятельным трубопроводам и раздельной очистки. В зависимости от того, как отводятся отдельные виды сточных вод – совместно или раздельно – системы канализации разделяют на общесплавные, раздельные (полные или неполные) и полураздельные.

В зависимости от назначения здания и предъявляемых требований к сбору сточных вод необходимо проектировать следующие системы внутренней канализации:

- бытовую — для отведения сточных вод от санитарно-технических приборов (унитазов, умывальников, ванн, душей и др.);
- производственную — для отведения производственных сточных вод;
- объединенную — для отведения бытовых и производственных сточных вод при условии возможности их совместного транспортирования и очистки;
- внутренние водостоки — для отведения дождевых и талых вод с кровли здания.

В производственных зданиях допускается проектировать несколько систем канализации, предназначенных для отвода сточных вод, отличающихся по составу, агрессивности, температуре и другим показателям, с учетом которых смешение их недопустимо или нецелесообразно.

Раздельные сети производственной и бытовой канализации следует проектировать:

- для производственных зданий, производственные сточные воды которых требуют очистки или обработки;
- для зданий предприятий общественного питания и предприятий по выработке пищевой продукции.

Общесплавная система канализации – все виды сточных вод отводятся к очистным сооружениям или в водоем по единой канализационной сети.

Раздельная система канализации – отдельные виды сточных вод, содержащих загрязнения различного характера, отводятся по самостоятельным канализационным сетям.

При *полной раздельной системе канализации* устраивается не менее двух сетей: бытовой и дождевой. Производственные сточные воды, загрязнения которых аналогичны загрязнениям бытовых сточных вод, сплавляются по бытовой сети. Если характер загрязнений производственных сточных вод таков, что совместная очистка их с бытовыми сточными водами невозможна, они отводятся по самостоятельным сетям.

Неполная раздельная система канализации является как бы промежуточной формой относительно полной раздельной системы канализации. В этом случае дождевая сеть не устраивается, а атмосферные сточные воды стекают в водоемы по лоткам, кюветам и каналам.

Полураздельная система канализации – в местах пересечения самостоятельных канализационных сетей для отвода различных видов сточных вод имеются водосборные камеры, позволяющие перепускать наиболее загрязненные дождевые воды при малых расходах в бытовую сеть и отводить их по единому *коллектору* (участки канализационной сети, собирающие сточные воды с одного или нескольких *бассейнов канализования* – части территории, ограниченной водоразделами) на очистные сооружения, а при ливнях сбрасывать сравнительно чистые дождевые воды непосредственно в водоем.

Воду из систем внутренних водостоков с кровли следует отводить в наружные сети дождевой или общесплавной канализации.

При раздельном транспортировании и очистке снижаются капитальные и эксплуатационные затраты на очистные сооружения, однако возрастает стоимость канализационных сетей.

Выбор той или иной системы канализации должен производиться с учетом всех конкретных условий проектирования, включая как санитарные, так и технико-экономические соображения.

В нашей стране для пищевых предприятий обычно применяют общесплавные или реже отдельные системы канализации.

Система канализации состоит из внутренних канализационных устройств, наружной канализационной сети, насосных станций и напорных трубопроводов, очистных сооружений и устройств для выпуска очищенных сточных вод в водоем.

Внутренняя канализация – система трубопроводов и устройств в объеме, ограниченном наружными поверхностями ограждающих конструкций и выпусками до первого смотрового колодца, обеспечивающая отведение сточных вод от санитарно-технических приборов и технологического оборудования, а также дождевых и талых вод в сеть канализации соответствующего назначения населенного пункта или промышленного предприятия, и при необходимости – к локальным очистным сооружениям.

Внутренние канализационные устройства зданий состоят из санитарных приборов для приема загрязненных вод и систем трубопроводов, отводящих эти воды за пределы здания. Сети внутренней канализации сооружают из чугунных, стальных, асбестоцементных и пластмассовых труб. Сточные воды движутся по ним под действием тяжести за счет уклона.

При этом из сточных вод выделяются дурно пахнущие газы, либо содержащиеся в них, либо образовавшиеся в результате разложения органических загрязнений, характерных для пищевых производств. Выделяющиеся газы могут также содержать различные патогенные микроорганизмы. Чтобы избежать их поступления в помещения, используют гидравлические затворы различной конструкции, в которых существует столб сменяющейся жидкости такой высоты, чтобы через него не могли барботировать эти газы.

Для удаления вредных и опасных газов сети бытовой и производственной канализации, отводящие сточные воды в наружную канализационную сеть, должны вентилироваться через стояки, вытяжная часть которых выводится через кровлю или сборную вентиляционную шахту здания на высоту, м, от

плоской неэксплуатируемой кровли	0,3
скатной кровли	0,5
эксплуатируемой кровли.....	3
обреза сборной вентиляционной шахты	0,1

Выводимые выше кровли вытяжные части канализационных стоков следует размещать от открываемых окон и балконов на расстоянии не менее 4 м (по горизонтали).

Поступление свежего воздуха происходит через неплотности соединения крышек колодцев, либо через специально устраиваемые вентиляционные трубы или шахты.

Однако полностью удалить газы не удастся. Поэтому санитарно-технические приборы и приемники производственных сточных вод, в конструкции которых нет гидравлических затворов, при присоединении к бытовой или производственной канализации следует оборудовать гидравлическими затворами (сифонами), располагаемыми на выпусках под приборами или приемниками.

Для каждой производственной мойки (моечной ванны) следует предусматривать отдельный сифон диаметром 50 мм для каждого отделения.

Допускается не предусматривать гидравлические затворы для приемников производственных стоков, не загрязненных в процессе производства или загрязненных механическими примесями (окалиной, шламом) при выпуске их в самостоятельную канализационную сеть.

К канализационной сети следует предусматривать присоединение с разрывом струи не менее 20 мм от верха приемной воронки:

- технологического оборудования для приготовления и переработки пищевой продукции;
- оборудования и санитарно-технических приборов для мойки посуды, устанавливаемых в общественных и производственных зданиях.

Это позволит избежать загрязнения оборудования и продукции при засорении канализационных труб ниже этих объектов и поступление сточных вод от вышерасположенных санитарно-технических приборов и оборудования, так как эти воды будут переливаться через край воронки, которая играет роль простого и надежного обратного клапана.

Подземную часть внутренних канализационных сетей выполняют с расчетным уклоном к наружным канализационным сетям и соединяют с ними путем устройства специальных приемных и смотровых колодцев.

Последние служат для прочистки труб при забивании, а также для удаления газов, образующихся при разложении загрязнений сточных вод за время их пребывания сети.

Наружная канализационная сеть – система трубопроводов, принимающих сточные воды от заводских сетей, проложенных на террито-

рии промышленного предприятия для приема сточных вод из цехов и зданий внутри предприятия.

Движение стоков по канализационной сети происходит в основном самотеком, безнапорно и его рассчитывают так, чтобы при известном расходе воды диаметр труб обеспечивал скорость потока, достаточную для перемещения взвешенных частиц загрязнений.

Расчет канализационных трубопроводов следует производить, назначая скорость движения жидкости V , м/с, и наполнение $\frac{H}{d}$ таким образом, чтобы было выполнено условие

$$V \sqrt{\frac{H}{d}} \geq K, \quad (9.89)$$

$K = 0,5$ – для трубопроводов из пластмассовых и стеклянных труб;

$K = 0,6$ – для трубопроводов из других материалов.

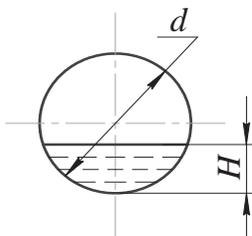


Рис. 9.4. Поперечное сечение трубопровода:
 H – наибольшая высота потока жидкости в трубопроводе, м;
 d – внутренний диаметр трубопровода, м

При этом скорость движения жидкости должна быть не менее 0,7 м/с, а наполнение трубопроводов не менее 0,3.

В тех случаях, когда выполнить условие (9.89) не представляется возможным из-за недостаточной величины расхода бытовых сточных вод, безрасчетные участки трубопроводов диаметром 40...50 мм следует прокладывать с уклоном 0,03, а диаметром 85 и 100 мм – с уклоном 0,02.

В системах производственной канализации скорость движения и наполнение трубопроводов определяются необходимостью транспортирования загрязнений производственных сточных вод.

Материалы, применяемые для устройства канализационной сети, должны быть прочными, водонепроницаемыми, устойчивыми против истирания и коррозии, гладкими (для уменьшения сопротивлений, возникающих при движении жидкостей). Этим требованиям удовлетворяют керамические, бетонные, железобетонные, асбестовые, чугунные, пластмассовые (из полиэтилена и поливинилхлорида) и др. трубы.

Керамические трубы (диаметром 150...600 мм, длиной 800, 100 и 1200 мм с раструбом на одном конце), бетонные и железобетонные трубы (диаметром 200...2500 мм) применяют для устройства безнапорных канализационных сетей. Асбестоцементные трубы как напорные, так и безнапорные изготавливают с гладкими концами диаметром 100...600 мм. Чугунные трубы диаметром 50...150 мм используют для устройства внутренней бытовой и производственной систем канализации, а с диаметром 50...1200 мм – внутренней напорной производственной. Пластмассовые трубы из полиэтилена высокой плотности для районов со средней температурой наиболее холодной пятидневки до $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ диаметром 50...300 мм применяют для устройства сетей внутренней бытовой и производственной систем канализации, а из поливинилхлорида диаметром 100 мм – для устройства производственной самотечной канализации в районах с расчетной температурой $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Канализационные насосные станции устраивают при большой глубине заложения коллекторов для подъема стоков на более высокие отметки или перекачки их на очистные сооружения по напорным трубопроводам.

Очистные сооружения предназначены для очистки и обеззараживания сточных вод и переработки выделяемого из них осадка.

На некоторых пищевых предприятиях используют локальные (местные) очистные сооружения (ЛОС), которые необходимы для предварительной очистки сточных вод, смешение которых с другими производственными или бытовыми сточными водами недопустимо. Предварительной очистке должны подвергаться сточные воды, содержащие токсические вещества, кислоты, щелочи, а также сточные воды, из которых возможно выделение ядовитых или взрывоопасных газов и т. д. Кроме того, при подключении предприятия к городской канализационной сети такие очистные сооружения позволяют снизить высокую концентрацию загрязнений до значений, допустимых для этих сетей. Это уменьшает соответствующие платежи предприятия.

Такая ситуация характерна для предприятий, производящих соевые, хлебопекарные дрожжи, мясные и молочные продукты, муку и крупы и т. д. При проектировании локальных очистных сооружений долж-

ны обеспечиваться необходимые размеры санитарно-защитной зоны.

Существуют различные способы очистки сточных вод: механический, химический, физико-химический и биохимический (биологический).

Механическую очистку применяют для удаления из сточных вод взвешенных частиц и частичек загрязнений, находящихся в коллоидном состоянии. Для этой цели используют решетки, песколовки, отстойники, жироловки, маслоотделители, гидроциклоны, фильтры и др.

Химическая очистка заключается в выделении из сточных вод загрязнений путем проведения реакций между ними и вводимыми в воду реагентами.

Физико-химическая очистка высокоэффективна для удаления растворенных веществ и мелкодисперсных взвесей. Обычно она используется после механической очистки или на этапе доочистки. При этом применяются коагуляция, флотация и реже адсорбция.

Биохимическая (биологическая) очистка заключается в окислении остающихся в воде после механической или химической очистки органических загрязнений с помощью микроорганизмов, способных в процессе своей жизнедеятельности осуществлять минерализацию органических веществ. Биохимическая очистка сточных вод может происходить в условиях, близких к естественным (поля орошения и фильтрации, биологические пруды), и в искусственно созданных условиях (биологические фильтры и аэротенки).

Аэротенк – длинный железобетонный резервуар, в котором очищаемые сточные воды, смешанные с активным илом, медленно движутся и перемешиваются.

При этом происходит адсорбция органических веществ на поверхности частиц активного ила и минерализация легко окисляющихся веществ. Затем происходит доокисление медленно окисляющихся веществ. Активный ил подвергается регенерации. На первом этапе окисления кислород потребляется интенсивно, на втором – намного меньше. Кислород в сточную воду поступает из продуваемого воздуха, который подается и диспергируется различным образом (например, продувается через пористые плиты).

Поля фильтрации и орошения – специально подготовленные и спланированные земельные участки, которые периодические заливаются сточными водами. Образующаяся на частицах земли биологическая пленка, заселенная микроорганизмами, адсорбирует и минерализует органические вещества. Кислород, необходимый для жизнедеятельности микроорганизмов, проникает в почву из воздуха.

Осадки, образующиеся в первичных отстойниках после механической очистки и во вторичных отстойниках после биохимической очистки, направляют в метантеки.

Метантенк – герметичный железобетонный цилиндрический резервуар с коническим дном и купольным покрытием, в котором происходит анаэробное сбраживание твердого осадка, сопровождаемое выделением хорошо горящего газа (в основном – метана), который используется как топливо на нужды очистной станции.

Очищенные сточные воды направляют на повторное использование в систему оборотного водоснабжения или отводят по каналу к месту их спуска в водоем.

Рекомендуемая литература

1. Маклакова, Т. Г. Архитектура гражданских и промышленных зданий [Текст] / Т. Г. Маклакова. – М.: Стройиздат, 1981. – 368 с.
2. Металлические конструкции. В 3 т. Т. 2. Конструкции зданий [Текст]: учеб. для строит. вузов / В. В. Горев, Б. Ю. Уваров, В. В. Филиппов, Б. И. Белый и др.; под ред. В. В. Горева. – 3-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2004. – 528 с.; ил.
3. Лебедева, Л. М. Справочник штукатура. [Текст] / Л. М. Лебедева. – М.: Высш. шк., 1996. – 206 с.
4. Олейникова, А. Я. Проектирование кондитерских предприятий [Текст] / А. Я. Олейникова, Г. О. Магомедов. – Воронеж: Типография ВГУ, 2003. – 476 с.
5. Дипломное проектирование заводов по производству пива и безалкогольных напитков [Текст]: учеб. пособие для вузов / К. А. Калунянц, Р. А. Колчева, Л. А. Херсонова, А. И. Садова. – М.: ВО «Агропромиздат», 1987. – 272 с.
6. Проектирование хлебопекарных предприятий с основами САПР [Текст] / М.: Колос, 1994. – 224 с.
7. Востриков, С. В. Проектирование спиртового производства [Текст]: учеб. пособие / С. В. Востриков, В. А. Маринченко, А. Н. Яковлев. – Воронеж: АОЗТ «Полиграф», 2003. – 228 с.
8. Антипова, Л. В. Проектирование предприятий мясной отрасли с основами САПР [Текст] / Л. В. Антипова, Н. М. Ильина, Г. П. Казюлин, И. М. Тюгай. – М.: «КолосС», 2003. – 320 с.
9. Проектирование предприятий мясной промышленности (технико-экономическое обоснование и методика проектирования) [Текст]: справочник / – М.: «Пищевая промышленность», 1978. – 272 с.
10. Кутухтин, Е. Г. Конструкции промышленных и сельскохозяйственных зданий и сооружений [Текст] / Е. Г. Кутухтин, В. А. Коробков. – М.: – Стройиздат, 1995. – 272 с.
11. СНиП 31-03–2001 Производственные здания [Текст]. – М., 2001. – 10 с.
12. СНиП 21-01–97 Пожарная безопасность зданий и сооружений здания [Текст]. – М., 1997. – 14 с.
13. НПБ 105-95 Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности здания [Текст]. – СПб., 2001. – 32 с.
14. СНиП 23-01–99 Строительная климатология [Текст]. – М., 1999. – 58 с.
15. СНиП 2.04.01–85. Внутренний водопровод и канализация зданий [Текст]. – М., 1985. – 27 с.
16. СНиП 41-01–2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование [Текст]. – СПб., 2003. – 146 с.
17. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. [Текст]. В 2 ч. Ч. 1. Отопление / под ред. И. Г. Старовойта. – М.: Стройиздат, 1990. – 343 с.
18. Вентиляция, кондиционирование и очистка воздуха на предприятиях пищевой промышленности [Текст]: учеб. пособие для вузов / Е. А. Штокман,

В. А. Шилов, Е. Е. Новгородский, И. И. Саввиди, Т. А. Скорик, В. В. Пашков; под ред. Е. А. Штокмана. – М.: АСВ, 2001. – 687 с.

19. СНиП II-89–80* Генеральные планы промышленных предприятий [Текст]. – М., 1980. – 34 с.

20. ГОСТ 21.204–93. СПДС. Условные графические обозначения и изображения элементов генеральных планов и сооружений транспорта [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 1994. – 38 с.

21. Пособие по проектированию промышленных зданий [Текст]: учеб. пособие для вузов / А. С. Ильяшев, Ю. С. Тимянский, Ю. Н. Хромец; под ред. Ю. Н. Хромца. – М.: Высшая школа, 1990. – 304 с.

22. Проектирование предприятий мясомолочной отрасли и рыбоперерабатывающих производств. Теоретические основы общестроительного проектирования [Текст] / Ю.Н. Виноградов, В.Д. Косой, О.Н.Новик О.Н. – СПб.: Гиорд, 2005. – 330 с.

23. Сербинович, П. П. Архитектурное проектирование промышленных зданий [Текст] / П. П. Сербинович, Б. Я. Орловский, В. К. Абрамов. – М.: Высшая школа, 1972. – 408 с.

24. Архитектурное проектирование промышленных предприятий [Текст] / С. В. Демидов, А. С. Фисенко, В.А. Мыслин и др.; под ред. С.В. Демидова и А. А. Хрусталева. – М.: Стройиздат, 1984. – 392 с.

25. Орловский, Б. Я. Архитектура гражданских и промышленных зданий. Промышленные здания [Текст] / Орловский Б. Я., Орловский Я. Б. – М.: Высшая школа, 1991. – 304 с.

26. Соловей, Ю. М. Основы строительного дела [Текст] / Ю. М. Соловей. – М.: Стройиздат, 1989. – 429 с.

27. Ягунов, Б. А. Строительное дело [Текст] / Б. А. Ягунов. – М.: Стройиздат, 1988. – 367 с.

28. Дятков, С. В. Архитектура промышленных зданий [Текст]. В 2 ч. / С. В. Дятков, А. П. Михеев. – М.: Интеграл «А», 2006. – 242 с.

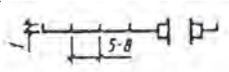
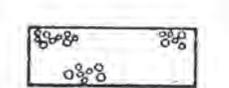
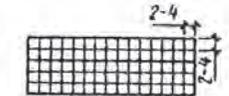
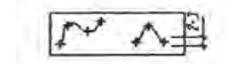
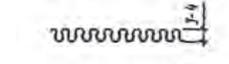
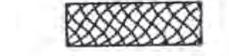
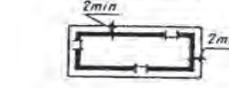
29. Шерешевский, В. А. Конструирование промышленных зданий и сооружений [Текст] / В. А. Шерешевский. – М.: «Архитектура-С», 2005. – 176 с.

30. Плаксин, Ю. М. Основы инженерного строительства и сантехника [Текст] / Ю. М. Плаксин, Н. Н. Малахов. – М.: КолосС, 2007. – 198 с.

31. Справочник проектировщика. Архитектура промышленных предприятий, зданий и сооружений. [Текст] / под ред. Н. М. Гусева. – М.: Стройиздат, 1975. – 528 с.

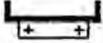
32. Проектирование предприятий молочной отрасли с основами промстроительства: учеб. пос. [Текст] / Л. В. Голубева, Л. Э. Глаголева, В. М. Степанов, Н. А. Тихомирова. – СПб. : Гиорд, 2006. – 228 с.

**Условные графические обозначения и изображения зданий и сооружений,
элементов озеленения, транспортных сооружений
(извлечение из ГОСТа 21.204–93 (20003) СПДС)**

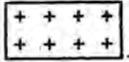
	<p>Ограждение территории с воротами</p>
	<p>Площадка без покрытия</p>
	<p>Площадка с булыжным покрытием</p>
	<p>Площадка с плиточным покрытием</p>
	<p>Лиственное дерево рядовой посадки</p>
	<p>Обычный кустарник</p>
	<p>Кустарник вьющийся (лианы)</p>
	<p>Кустарник стриженный</p>
	<p>Цветник</p>
	<p>Газон</p>
	<p>Здание наземное</p>
<p>/ отмостка</p>	



Здание подземное



Нависящая часть здания



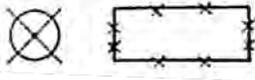
Навес



Проезд, проход в уровне первого этажа здания (сооружения)



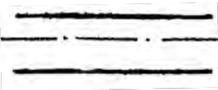
Переход (галерея)



Здания и сооружения транспорта, подлежащие разборке или сносу



Здания и сооружения, подлежащие реконструкции



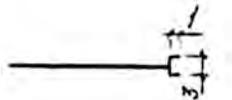
Автомобильная дорога



Путь железнодорожный колеи 1520 мм

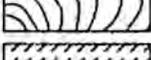
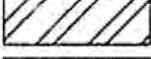
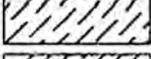
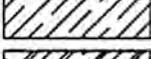
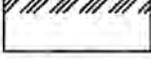
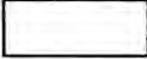


Конец рельсового пути:
без упора

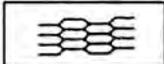


с упором

Графическое обозначение материалов в сечениях в зависимости от вида материалов

Материал	Обозначение
Металлы и твердые сплавы	
Неметаллические материалы, в том числе волокнистые монолитные и плитные (прессованные)	
Древесина	  
Камень естественный	
Керамика и силикатные материалы для кладки	
Бетон	
Железобетон	
Железобетон предварительно напряженный	
Стеклоблоки	
Стекло и другие светопрозрачные материалы	
Жидкости	
Грунт естественный	
Насыпной и обсыпной материал, штукатурка, асбестоцемент, гипс и т.д.	
Гидроизоляционный материал	
Звуко- и виброизоляционный материал	
Теплоизоляционный материал	

Обозначения материала на фасаде

Материал	Обозначение
Металлы	
Сталь рифленая	
Сталь просечная	
Кладка из кирпича строительного и специального, клинкера, керамики, терракоты, искусственного и естественного камней любой формы и т. п.	
Стекло	

Примечание. Обозначение материала допускается наносить не полностью, а только небольшими участками по контуру или пятнами внутри контура.

Оглавление

Введение	3
Глава 1. Система проектирования и размещения зданий в структуре промышленных предприятий	4
1.1. Состав и порядок разработки проектной документации	4
1.2. Унификация и стандартизация проектной документации	20
1.2.1. Системы стандартизации и нормирования в строительстве	20
1.2.2. Основные принципы унификации и стандартизации	23
1.2.3. Структура системы проектной документации для строительства	26
1.3. Размещение промышленных предприятий	30
1.4. Генеральный план промышленного предприятия	36
1.4.1. Внутривозвонской транспорт	38
1.4.1.1. Железнодорожный транспорт	39
1.4.1.2. Автомобильный транспорт	39
1.4.2. Благоустройство территории	40
1.4.3. Проектирование генеральных планов предприятий пищевой промышленности	42
1.4.4. Техничко-экономические показатели (ТЭП)	50
Глава 2. Исходные данные для проектирования, унификации и типизации в промышленном строительстве	52
2.1. Исходные данные для строительного проектирования	52
2.1.1. Географические данные	52
2.1.2. Технологические особенности проектируемого производства	52
2.2. Унификация и типизация в промышленном строительстве	53
2.2.1. Унифицированные параметры зданий	53
2.2.2. Привязки осей конструктивных элементов к координационным осям	60
Глава 3. Проектирование производственных зданий	68
3.1. Общие положения по проектированию предприятий пищевой промышленности	68
3.2. Общие требования к промышленным зданиям и их классификация	74
Глава 4. Общие сведения о строительных материалах	83
4.1. Классификация и стандартизация строительных материалов	83
4.2. Основные свойства строительных материалов	84
4.2.1. Физические свойства	84
4.2.2. Механические свойства	88

4.2.3. Химические свойства	89
4.3. Природные каменные материалы	90
4.4. Минеральные вяжущие материалы	92
4.4.1. Воздушные вяжущие	92
4.4.2. Гидравлические вяжущие	94
4.5. Бетоны	95
4.6. Железобетон	97
4.7. Строительные растворы	99
4.8. Силикатный кирпич и бетон	100
4.9. Асбестоцементные изделия	102
4.10. Керамические материалы	102
4.11. Стекло	105
4.12. Древесные строительные материалы и изделия	106
4.13. Строительные материалы и изделия из пластмасс	107
4.14. Материалы на основе битумных и дегтевых связующих	110
4.15. Теплоизоляционные материалы и изделия	110
4.16. Лакокрасочные материалы	113
4.17. Металлы	114
4.18. Особенности и характеристика агрессивных сред и их воздействий на строительные конструкции	115
 Глава 5. Объемно-планировочные и конструктивные решения зданий пищевой промышленности	 119
5.1. Производственные здания	119
5.2. Вспомогательные здания	142
5.3. Холодильники	143
 Глава 6. Выбор конструктивного решения здания	 151
6.1. Конструктивные элементы зданий	151
6.2. Объемно-планировочные, конструктивные решения одноэтажных промышленных зданий	 153
6.2.1. Общая характеристика одноэтажных промышленных зданий	 153
6.2.2. Конструктивные элементы одноэтажных промышленных зданий с железобетонным каркасом	 154
6.2.2.1. Железобетонные фундаменты	154
6.2.2.2. Железобетонные колонны	158
6.2.2.3. Несущие конструкции покрытия	163
6.2.2.4. Железобетонные ребристые плиты покрытий	168
6.2.2.5. Связи	169
6.2.2.6. Деформационные швы	170
6.2.3. Стальной каркас	173
6.2.4. Мобильные здания	184
6.3. Объемно-планировочные, конструктивные решения	

многоэтажных промышленных зданий	189
6.3.1. Общая характеристика многоэтажных промышленных зданий с балочным каркасом	189
6.3.1.1. Рамный каркас на основе серии 1.420.12	197
6.3.1.2. Рамно-связевый каркас на основе серии 1.020-1.83	203
6.3.2. Безбалочный каркас	218
6.3.3. Вертикальный транспорт производственных зданий	223
6.3.3.1. Лестницы	223
6.3.3.1.1. Основные лестницы	224
6.3.3.1.2. Служебные лестницы	230
6.3.3.1.3. Аварийные лестницы	230
6.3.3.1.4. Пожарные лестницы	231
6.3.3.2. Лифты	231
Глава 7. Строительные элементы	234
7.1. Стены и перегородки	234
7.2. Полы	254
7.3. Покрытия и фонари	272
7.4. Окна и витражи	295
7.5. Ворота и двери	309
Глава 8. Эксплуатация, ремонт и реконструкция промышленных зданий	315
8.1. Эксплуатация зданий	315
8.2. Ремонт зданий	316
8.3. Реконструкция зданий	317
8.4. Конструктивные решения при реконструкции зданий	318
Глава 9. Санитарно-технические системы пищевых предприятий	332
9.1. Вентиляция	332
9.2. Отопление	354
9.3. Водоснабжение	372
9.4. Канализация	382
Рекомендуемая литература	391
Приложение 1	393
Приложение 2	395
Приложение 3	396



Гулак Людмила Ивановна
Матющенко Ирина Николаевна
Гавриленков Александр Михайлович

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ ПИЩЕВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Учебное пособие

Компьютерная верстка И. А. Яблоковой
Корректор О. Д. Камнева
Дизайн обложки Л. Л. Прядко

ООО «Проспект Науки»
www.prospektnauki.ru
E-mail: info@prospektnauki.ru

Подписано в печать 09.07.2009. Формат 60×90 1/16. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 25. Заказ 320.

Отпечатано с готовых диапозитивов в ОАО «Петроцентр»
Обособленное подразделение «Пушкинская типография»
196601, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Средняя ул., 3/8