



Архитектура гражданских и промышленных зданий

В ПЯТИ ТОМАХ

Том V

**Московский Ордена Трудового Красного Знамени
инженерно-строительный институт им. В.В. Куйбышева**

Л.Ф. Шубин

Промышленные здания

**Издание третье,
дополненное**

Д о п у щ е н о
Министерством высшего и среднего
специального образования СССР
в качестве учебника для студентов
высших учебных заведений, обучающихся
по специальности
«Промышленное и гражданское строительство»

Москва Стройиздат 1986

ББК 85.113(2)7
А 87
УДК 725.4 (075.8)

Рецензенты — канд. техн. наук Е. А. Накас и канд. техн. наук
М. П. Прикшайтис (кафедра Конструкций зданий Вильнюсского
инженерно-строительного института)

Архитектура гражданских и промышленных зда-
А 87 ний. В 5 т. Учеб. для вузов. Т. 5. Промышленные
здания / Л. Ф.Шубин. — 3-е изд., перераб. и доп. —
М.: Стройиздат, 1986.— 335 с.: ил.

Изложены общие принципы проектирования промышленных зданий и их конструктивных элементов. Рассмотрены вопросы влияния технологического процесса и внутренней среды на объемно-планировочные и конструктивные решения. Приведена методика технико-экономической оценки этих решений. В настоящем издании публикуется новая глава, посвященная промышленным зданиям, разработанным на основе легких несущих и ограждающих конструкций, расширена типология решений вспомогательных зданий.

Для студентов инженерно-строительных вузов и факультетов, обучающихся по специальности «Промышленное и гражданское строительство».

А 4902010000-646 48 — 86
047(01)-86

ББК 85.113(2)7

© Стройиздат, 1975
© Стройиздат, 1986, с изменениями

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящее издание является пятым томом учебника «Архитектура гражданских и промышленных зданий»¹ по дисциплине того же названия.

Учебник состоит из двух разделов: первый посвящен функционально-технологическим, архитектурно-композиционным и общим конструктивным вопросам проектирования промышленных зданий; второй — вопросам проектирования их конструктивных элементов.

Изучение архитектуры производственных зданий согласно программе сопровождается выполнением архитектурно-конструктивного курсового проекта. Целесообразно, чтобы к началу выполнения проекта студентами была бы изучена большая часть теоретического материала, излагаемого в настоящем учебнике.

При работе над книгой автор руководствовался принципом развития научно-теоретических положений дисциплины, поскольку в условиях быстро ускоряющегося научно-технического прогресса только твердое знание теории и научных методов дисциплины позволит молодым специалистам находить более совершенные решения тех новых инженерных задач, которые перед ними поставит практика социалистического строительства. Материал изложен так, чтобы по возможности развивать творческую мысль, творческие навыки будущих инженеров-строителей.

Учебник отвечает действующей учебной программе.

Перед автором стояла сложная задача отобрать для книги из всего накопленного практикой материала все

то необходимое, что нужно для иллюстрации научно-теоретических положений. Основное внимание обращено на новые прогрессивные решения зданий и их конструкций. Однако учитывалась необходимость ознакомить студентов и с архитектурно-конструктивными решениями существующих, но постепенно уходящих из практики строительства решений, устаревших с точки зрения современной техники и науки. Это оправдывается как методическими соображениями, требующими введения сравнительного анализа архитектурно-конструктивных решений, так и практическими условиями работы молодых специалистов в области эксплуатации и реконструкции промышленных зданий.

Поскольку учебник предназначен для изучения основных научно-теоретических положений дисциплины и не должен подменять собой пособия по проектированию и архитектурно-конструктивные справочники, в нем максимально сокращены данные рецептурного характера. Имеется в виду, что студент в процессе самостоятельной работы над проектом должен пользоваться каталогами. Строительными нормами и правилами (СНиП), Государственными стандартами (ГОСТами), справочниками и другой технической литературой, которая может облегчить поиск научного решения проектной задачи.

В книге использованы труды и проектные разработки ведущих строительных, научно-исследовательских и проектных организаций в области промышленного строительства, любезно ими предоставленные автору, а также некоторые зарубежные материалы, отвечающие программе учебника.

В книге использованы результаты научно-исследовательских работ и научно-технических экспертиз о состоянии промышленных зданий, проводимых в течение последних 20

¹ См. предыдущие четыре книги упомянутого учебника: Том I. «История архитектуры». М., 1984, 335 с.; Том II Основы проектирования. М., 1976, 215 с.; Том III Жилые здания. М., 1983, 237 с.; Том IV Общественные здания. М., 1977, 108 с.

лет кафедрой «Архитектура гражданских и промышленных зданий» МИСИ им. В. В. Куйбышева, объединенных общей проблемой — повышением долговечности зданий и их конструктивных элементов. Многие из этих работ проводились как с непосредственным участием, так и под руководством автора настоящего учебника. § 8 переработан совместно с И. Л. Шубиным.

Автор приносит глубокую благодарность научно-исследовательским и проектным организациям, оказавшим помощь при написании книги, а также благодарит проф., канд. техн. наук Л. Г. Осипова, проф., канд. техн. наук И. М. Себекина, проф., д-ров техн. наук С. Д. Ковригина, Г. Л. Осипова, доц., канд. техн. наук А. С. Ильешева и Лауреата Государственной премии СССР, Заслуженного архитектора РСФСР, проф., д-ра архитектуры Н. Н. Кима за ценные замечания, сделанные при просмотре рукописи.

Автор также признателен рецензентам первого и второго издания проф., канд. архит., почетному д-ру Варшавского политехнического института Ю. Н. Соколову, проф., канд. техн. наук А. Н. Попову, проф., д-ру техн. наук В. В. Бургману и доц., канд. техн. наук П. П. Сербиновичу за замечания по улучшению содержания книги.

Автор признателен рецензентам третьего издания — Вильнюсскому инженерно-строительному институту, ректору, академику Академии наук Литовской ССР почетному д-ру Веймарской высшей школы архитектуры и строительства ГДР А. А. Чирасу, зав. кафедрой конструкций зданий, доц., канд. техн. наук А. А. Накасу и доц., канд. техн. наук той же кафедры М. П. Прикшайтису.

Автор посвящает настоящий учебник светлой памяти заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, проф., д-ра техн. наук, почетного д-ра Будапештского технического университета В. М. Предтеченского, под общей редакцией которого вышли первое и второе издания учебника.

Кафедра архитектуры гражданских и промышленных зданий МИСИ им. В. В. Куйбышева и автор настоящего учебника с благодарностью примут все замечания, которые будут способствовать дальнейшему улучшению книги при ее переиздании.

Кафедра архитектуры гражданских и промышленных зданий МИСИ им.
В. В. Куйбышева

§ 1. СТРОИТЕЛЬСТВО ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В СССР

На всех этапах социалистического строительства в СССР Коммунистической партией Советского Союза и Советским правительством проводится ленинская линия развития народного хозяйства страны, направленная на преимущественное развитие производств средств производства, которое обеспечивает техническое перевооружение и развитие всех других отраслей промышленности.

Промышленным предприятием называют совокупность орудий и средств производства, зданий, сооружений и других материальных фондов, используемых для производства какой-либо продукции. Производственные¹ здания принадлежат к основным фондам соответствующей промышленности и предназначены для размещения в них производств с обеспечением требуемых условий для производственного процесса и среды для нормальной трудовой деятельности человека.

Промышленным строительством называют область строительства, занимающуюся созданием основных фондов промышленности, включая выполнение комплекса строительных и монтажных работ, связанных с введением новых, расширением и модернизацией существующих промышленных предприятий.

Наша страна за годы Советской власти превратилась из экономически отсталой аграрной царской России в передовую индустриальную социалистическую державу, производящую одну пятую часть всей промышленной продукции, вырабатываемой в мире. По общему

объему производства Советский Союз занимает второе место в мире и первое в Европе.

Начиная с 1928 г., т. е. со времени начала планирования развития народного хозяйства по пятилетним планам, в стране построено огромное число промышленных предприятий, тепловых и гидроэлектростанций, речных и морских портов и т. п. В некоторые пятилетки вводилось в действие 5 тыс. и более крупных промышленных объектов. Многие из них останутся в памяти, как первенцы индустриализации страны, как объекты, сыгравшие значительную роль в обеспечении Победы над фашистскими захватчиками и в последующем восстановлении народного хозяйства, как объекты, свидетельствующие о дальнейшем быстром и прогрессивном развитии первого в мире социалистического государства. Среди этих предприятий можно назвать такие, как Днепровская гидроэлектростанция имени В. И. Ленина, Магнитогорский металлургический комбинат, Волгоградский и Харьковский тракторные заводы, Ростовский завод сельскохозяйственного машиностроения, Московский им. Лихачева и Горьковский автомобильные заводы и другие предприятия, построенные в 1928—1932 гг.

До 1941 г., т. е. до начала Великой Отечественной войны, было построено много тепловых и гидроэлектростанций, металлургических заводов, таких, как Ново-Тульский, Запорожский, Ново-Липецкий, Азовский, Ново-Тагильский, Балхашский и др., машиностроительные и станкостроительные заводы в Москве, на Урале, в Горьком и других городах. Были построены и введены в действие каналы Москва-Волга и Беломорско-Балтийский.

За годы Великой Отечественной войны было разрушено большое число промышленных предприятий. Однако строительство на востоке страны

¹ Понятия производственные здания и промышленные здания идентичны

продолжалось неослабевающими темпами. За это время построено и введено в действие 3500 новых, а в освобожденных районах восстановлено 7500 крупных производственных предприятий. Вошли в строй Челябинские металлургический и трубопрокатный заводы, металлургические заводы «Амурсталь» и Узбекский (г. Беговат), Норильский горно-металлургический комбинат, Куйбышевский нефтеперерабатывающий завод, Сызранский завод тяжелого машиностроения, Южно-Уральский машиностроительный завод, Уральский и Ульяновский автомобильные заводы, Алтайский и Владимирский тракторные заводы и др. В Украинской ССР начали давать продукцию Старокраматорский машиностроительный завод, Харьковские турбинный и тракторный заводы, Енакиевский, Макеевский металлургические заводы и другие промышленные предприятия.

В послевоенный период промышленное строительство развернулось в еще большем масштабе. Построены тепловые и гидроэлектрические станции в европейской части и в восточных районах страны, а также первая в мире атомная электростанция. Развивается промышленность черной металлургии, химическая, нефтяная и газовая, угольная, машиностроение и другие отрасли промышленности, включая отрасли производства товаров народного потребления.

Среди наиболее крупных объектов промышленного строительства послевоенных лет можно назвать мощные гидроэлектростанции на Волге и на сибирских реках (Братская ГЭС и др.); Ново-Воронежскую и Белоярскую атомные электростанции; Череповецкий, Закавказский и Орско-Халиловский металлургические комбинаты, Березниковский комбинат, Саратовский химический комбинат; нефтеперерабатывающие заводы в Горьком, Волгограде и в других городах Советского Союза; Волжский, Кутаисский автомобильные заводы; каналы Волго-Донской и Волго-Балтийский; газо- и нефтепроводы и др.

Развитию промышленного строи-

тельства в послевоенное время очень способствовало значительное расширение и укрепление строительной индустрии и промышленности строительных материалов.

Рост и развитие строительства всегда находились и находятся под пристальным вниманием партии и правительства. В послевоенный период ЦК КПСС и СМ СССР были приняты постановления, направленные на дальнейшее укрепление и развитие строительного дела в стране. Особое значение имеют следующие постановления: «Об устранении излишеств в проектировании и строительстве» (1955 г.); «О мерах по обеспечению планов строительства жилых домов и социально-бытовых объектов» (1983 г.); «О мерах по ускорению научно-технического прогресса в народном хозяйстве» (1983 г.); «Об улучшении планирования, организации и управления капитальным строительством» (1984 г.); «О письме бригадиров-строителей в газету «Правда», опубликованном 8 сентября 1984 г. под заголовком «Слово о чести строителя» (1984 г.); «О дальнейшем совершенствовании проектно-сметного дела и повышении роли экспертизы и авторского надзора в строительстве» (1985 г.); «О дальнейшем развитии индустриализации и повышении производительности труда в капитальном строительстве» (1985 г.); «О дальнейшем совершенствовании управления строительным комплексом страны» (1986 г.); «О мерах по дальнейшему развитию изобразительного искусства и повышению его роли в коммунистическом воспитании трудящихся» (1986 г.) и др.

Необходимо отметить упорядочение нормирования в строительстве. Впервые в 1955 г. Государственным комитетом Совета Министров СССР по делам строительства (Госстроем СССР) были утверждены Строительные нормы и правила (СНиП) для обязательного применения их в строительстве. В те же годы происходит массовый переход на строительство производственных зданий из унифицированных объемно-планировочных элементов с применением типовых

или стандартных промышленных конструкций, широко стали применять здания с большими пролетами, не стесняющими размещение и модернизацию технологического оборудования, вводится открытое размещение некоторого технологического и энергетического оборудования, снижающее значительные расходы на строительство зданий. Большинство зданий и сооружений возводят по типовым проектам из сборных, зачастую легких железобетонных и металлических конструктивных элементов. Проведена отраслевая и межотраслевая унификация габаритных схем производственных зданий.

В промышленном строительстве осуществляется непрерывное повышение технического уровня на основе дальнейшей индустриализации отдельных элементов производственных зданий, укрупнения сборных железобетонных и металлических конструкций, замены ручного труда механизированным.

Большой экономический эффект дает концентрация промышленных предприятий в одном районе, или, иначе говоря, создание территориально-производственных комплексов (ТПК) с размещением на их территории промышленных узлов. Экономия достигается за счет кооперирования вспомогательных служб разных производственных предприятий (источников энергии, тепла, систем водоснабжения, канализации и т. п.), за счет сокращения территории и стоимости благоустройства, сокращения протяженности коммуникаций и т. п.

За десятую пятилетку общий объем капитальных вложений составил свыше 634 млрд. руб. Введено в строй более 1200 крупнейших промышленных предприятий, уникальные гидроагрегаты на Саяно-Шушенской, Усть-Илимской, Нурекской, Ингурской, Днепровской, Нижнекамской и других гидростанциях. Завершено строительство крупнейших тепловых электростанций — Запорожской и Угледорской. В строй действующих вступили новые энергоблоки на Армянской, Курской, Чернобыльской, Ленинград-

ской и Билибинской атомных электростанциях. Новые мощности введены на Камском автомобильном заводе, заводе «Атоммаш», Новолипецком, Белорецком и Череповецком металлургических заводах, Михайловском горно-обогатительном комбинате, Лисичанском и Павлодарском нефтеперерабатывающих заводах и других объектах.

Значительные работы проведены по реконструкции и расширению действующих предприятий. Большая строительная программа осуществлена по укреплению материально-технической базы сельского хозяйства. В строй действующих вошло более 500 предприятий легкой, пищевой, мясной и молочной промышленности. Завершено строительство газопровода «Союз» протяженностью почти 3 тыс. км, энергосистема «Мир» пополнилась новыми линиями электропередачи. Продолжалось строительство Байкало-Амурской магистрали, преобразование Нечерноземной зоны РСФСР и других объектов.

Капитальные вложения в одиннадцатой пятилетке в народное хозяйство страны увеличены на 12—15% по сравнению с десятой пятилеткой.

В десятой и одиннадцатой пятилетках главными направлениями в области капитального строительства производственных зданий явились реконструкция и техническое перевооружение действующих предприятий. **Окупаемость капитальных вложений на реконструкцию и расширение промышленных предприятий осуществляется в три раза быстрее по сравнению с окупаемостью капитальных вложений на новое строительство.**

11—12 июня 1985 г. в ЦК КПСС состоялось совещание по вопросам ускорения научно-технического прогресса. С докладом «Коренный вопрос экономической политики партии» выступил Генеральный секретарь ЦК КПСС М. С. Горбачев. В докладе показаны достижения советской экономики, необходимость и возможность ускорения социально-экономического развития страны на основе научно-технического прогресса. Вскрыты не-

достатки и трудности, намечены пути и средства их преодоления. Поставлены задачи на сегодня и перспективу.

Обращено серьезное внимание на дальнейшее совершенствование капитального строительства. Будет перестроена инвестиционная и структурная политика, центр тяжести с нового строительства перенесен на техническое перевооружение предприятий, с увеличения добычи ресурсов — на их всемерную экономию, с традиционного наращивания объемов производства — на обеспечение резкого улучшения качества продукции. В ближайшие годы доля средств, направляемая на реконструкцию, будет поднята с одной трети до половины их общего объема. В своем докладе тов. М. С. Горбачев отмечал: «...нужно не любое обновление производства, а только такое, которое сопровождается внедрением самой передовой техники, дает наивысший экономический и социальный эффект»¹ и далее «...С позиций ускорения научно-технического прогресса следует оценить и положение дел в капитальном строительстве... Часто уже в проектах закладываются неэффективные технологические решения. Из-за этого ежегодно немалая их часть возвращается на переработку. Продолжается распыление капитальных вложений, неимоверно затягиваются сроки строительства. В результате чего даже лучшие проекты безнадежно стареют. Так больше мы не можем вести строительство. Надо навести порядок в планировании и проектировании строительства, обеспечить концентрацию капитальных вложений, соблюдение нормативных сроков сооружения объектов, превратить строительное производство в единый индустриальный процесс».

На совещании также отмечалось, что крупнейшей проблемой является выбор рационального соотношения между капитальными вложениями в ресурсодобывающие, перерабатывающие и потребляющие отрасли. Из-

вестно, что улучшение структуры капиталовложений повышает ее эффективность.

XXVII съезд КПСС подвел итоги экономического и социального развития СССР за 1981—1985 годы и утвердил «Основные направления экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года».

В целом итоги истекшего пятилетия свидетельствуют о том, что наша страна продвинулась вперед на всех направлениях экономического и социального развития.

В Основных направлениях экономического и социального развития СССР подчеркнуто: **«Пятнадцатилетие, в которое вступает наша страна, — важный исторический период на пути совершенствования социализма, строительства коммунизма»** и далее: **«Высшей целью экономической стратегии партии был и остается неуклонный подъем материального и культурного уровня жизни народа. Реализация этой цели в предстоящем периоде требует ускорения социально-экономического развития, всемерной интенсификации и повышения эффективности производства на базе научно-технического прогресса»**¹.

Предстоит создать производственный потенциал, равный по своим масштабам накопленному за все предшествующие годы Советской власти. Для этого необходимо: повышать эффективность капитальных вложений, концентрировать их на приоритетных направлениях, и прежде всего на обновлении производственных основных фондов, существенно увеличить долю средств, направляемых на техническое перевооружение и реконструкцию предприятий, сокращать сроки их окупаемости, обеспечивать всемерное ускорение научно-технического прогресса, как в строительстве, так и в архитектуре. Необходимо обеспечивать динамичное и пропорциональное развитие единого

¹ Правда, 1985. 12 июня

¹ Материалы XXVII съезда КПСС. М., 1986,

народнохозяйственного комплекса страны и эффективное взаимодействие всех его звеньев.

Будет неуклонно укрепляться тяжелая индустрия, значительно ускорятся развитие машиностроения, совершенствоваться его материальная и научно-техническая база. Получит дальнейшее развитие топливно-энергетический комплекс, направленный на реализацию Энергетической программы СССР. Выработка электроэнергии на атомных электростанциях увеличивается не менее чем в 5—7 раз и добыча газа в 1,6—1,8 раза. Разработаны и претворяются в жизнь: Комплексная программа химизации народного хозяйства СССР; Продовольственная программа СССР; Комплексная программа развития производства товаров народного потребления и сферы услуг. Капитальное строительство поднимается на качественно новый уровень. Коренным образом должно быть улучшено строительное производство, значительно повышено качество и снижена стоимость работ, активнее внедряться прогрессивные методы совершенствования организации строительства, повышаться эффективность проектных решений. Намечено, что в ближайшее десятилетие сроки сооружения и реконструкции объектов должны быть сокращены в 1,5—2 раза.

Главная задача двенадцатой пятилетки состоит в повышении темпов и эффективности развития экономики на базе ускорения научно-технического прогресса, технического перевооружения и реконструкции производства, интенсивного использования созданного производственного потенциала, совершенствования системы управления, хозяйственного механизма и в достижении на этой основе дальнейшего подъема благосостояния советского народа».

Капитальные вложения в народное хозяйство за двенадцатую пятилетку будут увеличены «на 18—22 процента и объем подрядных работ на 16—17 процентов». В двенадцатой пятилетке капитальные вложения прежде всего направляются на рекон-

струкцию и техническое перевооружение действующих предприятий, при увеличении доли» на эти цели в производственном строительстве до 50 процентов».

Последовательно будет проводиться курс на дальнейшую индустриализацию строительного производства и за счет роста производительности труда осуществляться весь прирост работ в строительстве.

В двенадцатой пятилетке предусмотрено дальнейшее совершенствование структуры тяжелой промышленности, улучшение межотраслевых и внутриотраслевых пропорций, ускоренное развитие машиностроения, атомной энергетики, газовой, химической и нефтехимической промышленности, производства прогрессивных конструкционных материалов, расширение специализации и кооперирования.

«Основной задачей капитального строительства является создание и ускоренное обновление основных фондов народного хозяйства, предназначенных для развития общественного производства и решения социальных вопросов, кардинальное повышение эффективности строительного производства».

В двенадцатой пятилетке должны повышаться эффективность капитальных вложений, концентрироваться материальные, финансовые и трудовые ресурсы прежде всего на техническом перевооружении и реконструкции действующих предприятий и на сооружении объектов, определяющих научно-технический прогресс и решение социальных задач. Необходимо обеспечить строительство и ввод в действие объектов в нормативные сроки. Значительно уменьшить число одновременно строящихся объектов, довести объемы строительного задела и незавершенного строительства до нормативного уровня; снизить стоимость строительства в расчете на единицу вводимой в действие мощности, существенно поднять качество строительства; последовательно проводить дальнейшую индустриализацию строительного про-

изводства, превращать его в единый процесс возведения объектов из элементов заводского изготовления с комплектной поставкой стройкам инженерного и технологического оборудования укрупненными блоками.

Должна совершенствоваться организация строительного производства и повышаться ответственность проектных и строительных организаций за научно-технический уровень строительной продукции.

На основе совершенствования проектно-сметного дела необходимо осуществить снижение в проектах строек удельных показателей сметной стоимости строительства, в том числе строительного-монтажных работ в среднем по народному хозяйству на 4—5 процентов. Производительность труда в строительстве должна быть поднята на 16—17 процентов.

В двенадцатой пятилетке будет расширяться и совершенствоваться практика формирования территориально-производственных комплексов и промышленных узлов. Экономике европейских районов страны и Урала предусмотрено развивать преимущественно за счет технического перевооружения и реконструкции действующих предприятий при сокращении численности работников в сфере материального производства.

Огромные масштабы строительства и реконструкции производственных предприятий требуют быстрого развития и совершенствования строительной техники, создания прогрессивных типов производственных зданий (в том числе из легких несущих и ограждающих конструкций), увеличения выпуска строительных материалов, снижения стоимости, сокращения сроков строительства, повышения производительности труда, улучшения качества строительства и дальнейшей его индустриализации. Чем быстрее будут вводиться в строй экономичные производственные здания, тем больше может быть объем строительства при тех же денежных затратах.

Повышение качества строительства и архитектурных решений произ-

водственных зданий имеет также большое экономическое значение, так как при этом увеличивается срок службы зданий и сокращаются расходы на их эксплуатацию и ремонт.

В настоящее время научно-исследовательскими и проектными организациями ведется большая работа по дальнейшему совершенствованию объемно-планировочных и конструктивных решений производственных зданий и методов их возведения.

Важное значение имеет строительство производственных зданий по прогрессивным типовым проектам, в которых учтены принципы кооперирования и блокирования основных и вспомогательных производств, типизация и унификация объемно-планировочных и конструктивных решений.

Максимальное блокирование цехов (размещение их в одном здании) позволяет получить и рациональную компоновку генеральных планов, значительно снизить единовременные и эксплуатационные расходы. Где это оправдано технологическими условиями и экономическими соображениями (химическая, некоторые области приборостроительной промышленности) применяется павильонная застройка территории промышленного предприятия.

Использование укрупненной сетки колонн, размещение производственных предприятий в одноэтажных зданиях сплошной застройки, вынос некоторого технологического оборудования на открытые площадки способствуют повышению технологической гибкости зданий, улучшают условия труда работающих, снижают стоимость строительства.

Внедрение в практику строительства новых типов крупнопролетных универсальных производственных зданий с прогрессивными пространственными конструкциями покрытий позволяет облегчить размещение технологического оборудования, что имеет большое значение при частой модернизации технологических процессов, обусловленной ускорением научно-технического прогресса.

Большое внимание должно уде-

ляться широкому применению новых эффективных строительных материалов, сборных строительных элементов, легких и экономичных крупноразмерных конструкций и изделий улучшенного качества с высокой степенью заводской готовности, обеспечивающих повышение уровня индустриальности, снижение материалоемкости и стоимости строительства, а также долговечность, комфортабельность и архитектурную выразительность производственных зданий.

Использование при должном технико-экономическом обосновании легких и ячеистых бетонов, термоупрочненных низколегированных и высокопрочных сталей, алюминиевых сплавов, холодногнутых профилей, профилированного стального настила, трубчатых стальных конструкций, полимерных материалов и изделий, деревянных клееных конструкций, изготовленных индустриально с повышенной заводской готовностью, позволит значительно повысить производительность труда, снизить стоимость строительства производственных зданий.

В СССР всегда уделялось и уделяется большое внимание охране здоровья трудящихся и обеспечению надлежащих санитарно-гигиенических условий труда. Поэтому дальнейшее совершенствование охраны окружающей среды промышленных зон, а также среды внутри производственных зданий, разработка новых методов и средств борьбы с вредными выбросами веществ в атмосферу, производственными, транспортными и иными шумами, вибрациями, воздействиями электрических и магнитных полей и излучений, а также обеспечение надлежащего освещения рабочих мест, ионизация и кондиционирование воздуха в производственных цехах — все это важные задачи для архитекторов и инженеров-строителей.

В создании комфортных безопасных условий труда немалую роль играет комплексное архитектурно-художественное решение интерьеров производственных цехов, способствующее сохранению здоровья трудящихся и повышению производительности их труда.

Раздел первый

Основы проектирования промышленных зданий

Глава I

Общие положения проектирования промышленных зданий

§ 2. ВИДЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Промышленные предприятия классифицируют по отраслям производства. **Отрасль производства** — составная часть отрасли народного хозяйства, к которой относятся промышленность, сельское хозяйство, транспорт, строительство и др.

Классификация отраслей производства в промышленности устанавливается по различным признакам, например, по однородности экономического назначения продукции (производственного или потребительского), виду обрабатываемого сырья, характеру технологического процесса и т. п. Всего насчитывается более 15 крупных отраслей (электроэнергетика, черная металлургия, цветная металлургия, машиностроение, металлообработка и др.)

Крупные отрасли промышленности, в свою очередь, делят на более мелкие по признаку назначения продукции или происхождения сырья, по однородности технологических процессов и т. п. Таких более мелких отраслей свыше 160. Например, в машиностроении, как в крупную отрасль промышленности, входят автомобилестроение, тракторостроение, станкостроение и др.

Строительство как отрасль народного хозяйства разделяют по принципу экономического назначения на следующие отрасли строительного производства: **промышленное строительство, транспортное, сельскохозяйственное, жилищное, коммунальное, строительство учреждений здравоохранения** и др. В свою очередь, каждая такая отрасль может делиться на более мелкие по различным признакам. Промышленное строительство делится на строительство предприятий тяжелого машиностроения, строительство пред-

приятий металлургической промышленности и т. п., т. е. по признакам назначения продукции и виду технологических процессов.

Отраслевая классификация положена в основу создания сети проектных, научно-исследовательских и производственных организаций в строительстве, таких, например, крупных проектных организаций по проектированию металлургических заводов, как Гипромез, заводов тяжелого машиностроения — Гипротяжмаш, гидротехнических сооружений — Гидропроект, зданий высших учебных заведений — Гипровуз и др.

Отраслевая специализация проектных, научно-исследовательских и производственных строительных организаций — одно из важных условий технического прогресса. Она позволяет быстрее совершенствовать объекты строительства, быстрее накапливать опыт, отбирая все лучшее, оправдавшее себя в практике, достигать высоких количественных и качественных показателей в строительстве.

На основе отраслевой классификации производства построена и классификация промышленных зданий. В начале изучения настоящего курса [2, с. 10] было сказано, что промышленные здания независимо от отрасли промышленности разделяют на четыре основные группы: производственные, энергетические, здания транспортно-складского хозяйства и вспомогательные здания или помещения.

К производственным относят здания, в которых размещены цехи, выпускающие готовую продукцию или полуфабрикаты. Производственные здания по назначению разделяют на многие виды соответственно отраслям

производства. Это могут быть металлообрабатывающие, механосборочные, термические, кузнечно-штамповочные, мартеновские цехи, цехи по производству железобетонных конструкций, ткацкие цехи, цехи по обработке пищевых продуктов, цехи вспомогательного производства, например, инструментальные, ремонтные и др.

К энергетическим относят здания ТЭЦ (теплоэлектроцентралей), снабжающих промышленные предприятия электроэнергией и теплом, котельные, электрические и трансформаторные подстанции, компрессорные станции и др.

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

К вспомогательным относятся здания для размещения административно-канторских помещений, помещений общественных организаций, бытовых помещений и устройств (душевых, гардеробных и пр.), пунктов питания и медицинских пунктов. Вспомогательные помещения в зависимости от вида производства можно располагать непосредственно в производственных зданиях.

Объемно-планировочные и конструктивные решения промышленных зданий зависят от их назначения, характера размещения в них технологических процессов и отличаются значительным разнообразием. Такие здания можно классифицировать по следующим признакам:

1. По числу пролетов — однопролетные и многопролетные одноэтажные промышленные здания. Однопролетные здания (рис. 2.1, а) целесообразны для небольших производственных, энергетических или складских зданий. Они применяются также для размещения производств, требующих значительной величины пролетов (от 36 м и более — большепролетные здания) и значительной высоты (более 18 м). Однопролетные здания характерны, например, для производств с расположением технологического

оборудования на специальных конструкциях — «этажерках», не связанных с несущими конструкциями самого здания (рис. 2.1, в).

Многопролетные (рис. 2.1, б) — наиболее распространенный тип одноэтажных промышленных зданий, широко используемый в различных отраслях промышленности. Многопролетные здания с одинаковыми или близкими параметрами пролетов (шириной и высотой) без внутренних открытых дворов называются зданиями **сплошной застройки** (рис. 2.2) и могут достигать в плане значительных размеров (несколько сотен метров по ширине и длине).

2. По числу этажей — одноэтажные и многоэтажные. В современном строительстве преобладают одноэтажные здания (примерно 80% общего объема строительства), так как они имеют определенные преимущества. В них лучше условия для размещения оборудования, организации производственных потоков, применения различных транспортных и грузоподъемных устройств. В любом месте здания может быть установлено технологическое оборудование любого веса, поскольку оно ставится непосредственно на грунт. В одноэтажных зданиях обеспечивается большая маневренность при изменении технологического процесса.

Применение многоэтажных промышленных зданий (рис. 2.3) ограничивается производствами с относительно легким технологическим оборудованием, размещаемым на междуэтажных перекрытиях (легкая промышленность, приборостроение, полиграфическая промышленность и пр.).

Многоэтажные здания также целесообразны в случаях, когда технологический процесс организован по вертикальной схеме и материалы могут перемещаться за счет собственного веса (например, склады сыпучих материалов). Многоэтажные промышленные здания проектируют, кроме того, при ограниченных размерах территории. Многоэтажные промышленные здания нередко выполняют с так называемыми техническими этажами (рис. 2.3, г), в которых располагают тех-

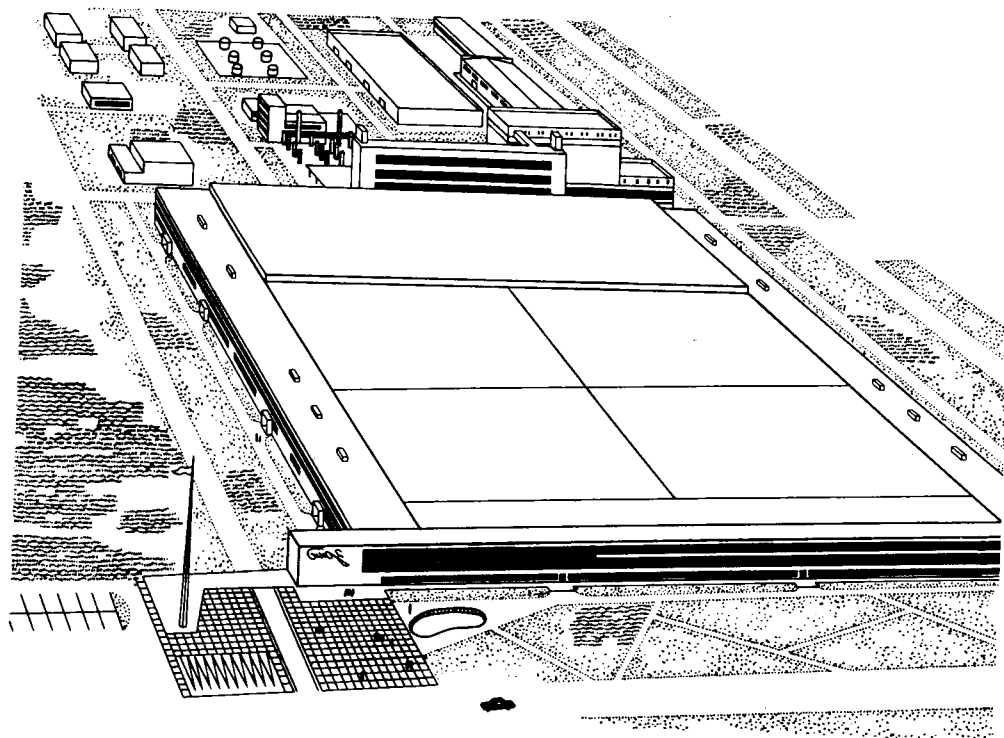
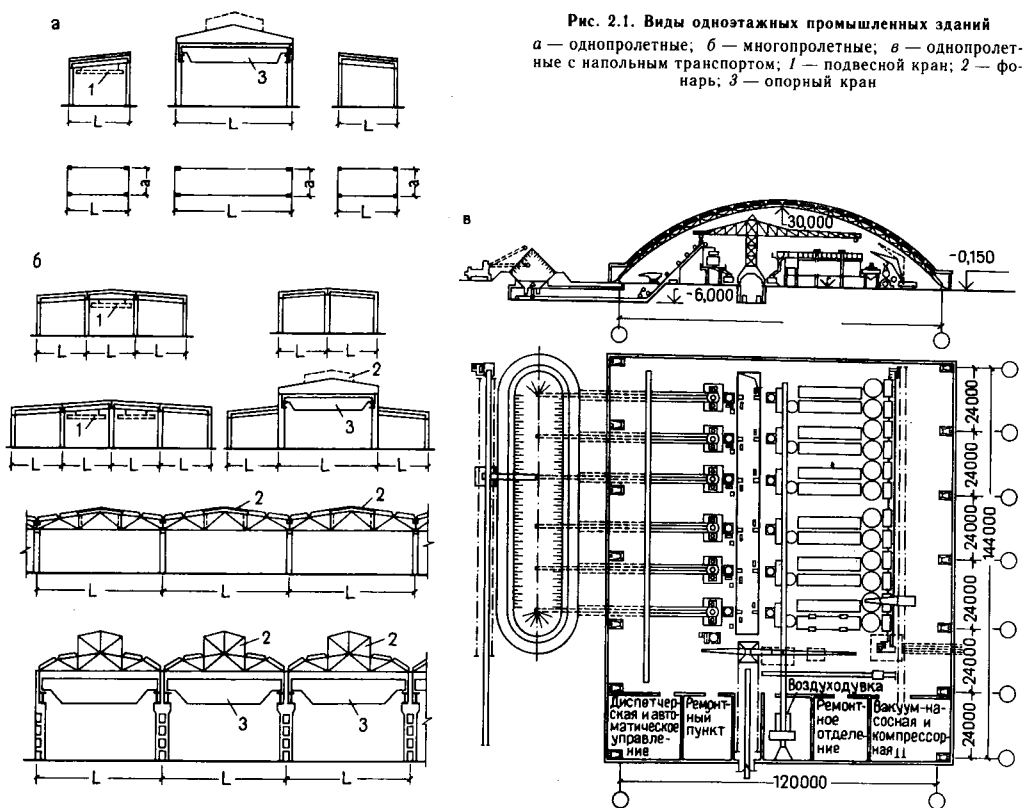


Рис. 2.2. Промышленное здание сплошной застройки

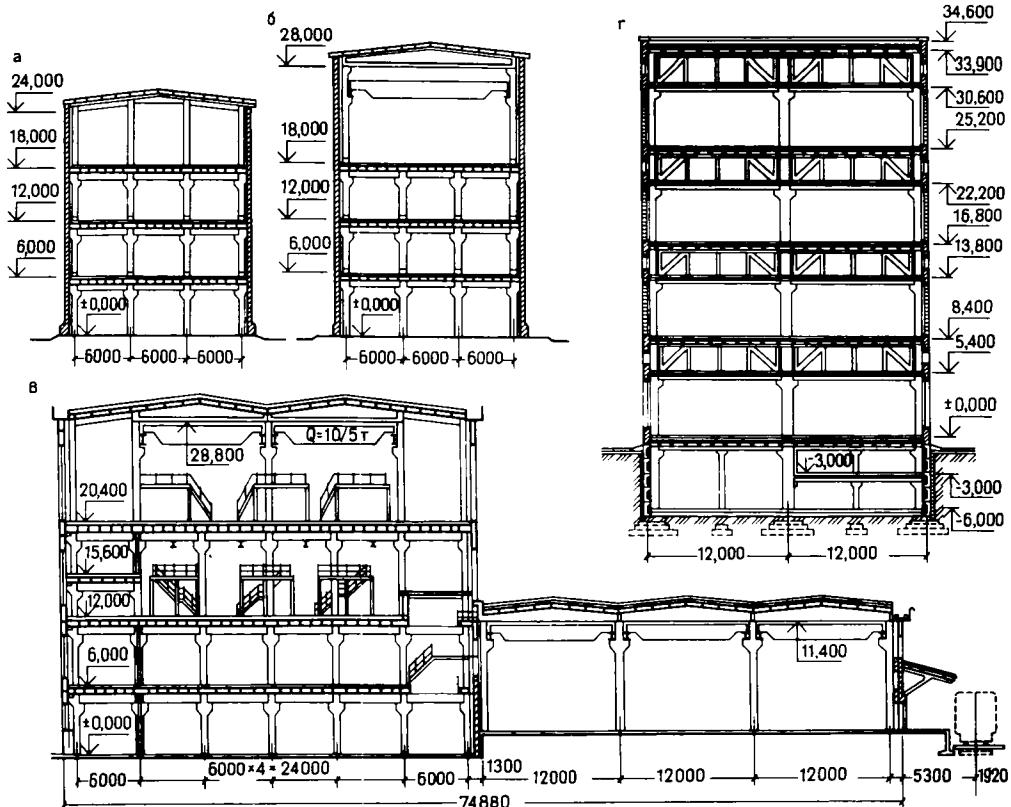


Рис. 2.3. Виды многоэтажных промышленных зданий
а — четырехэтажное; б — четырехэтажное с верхним крановым этажом; в — смешанной этажности; г — с техническими этажами

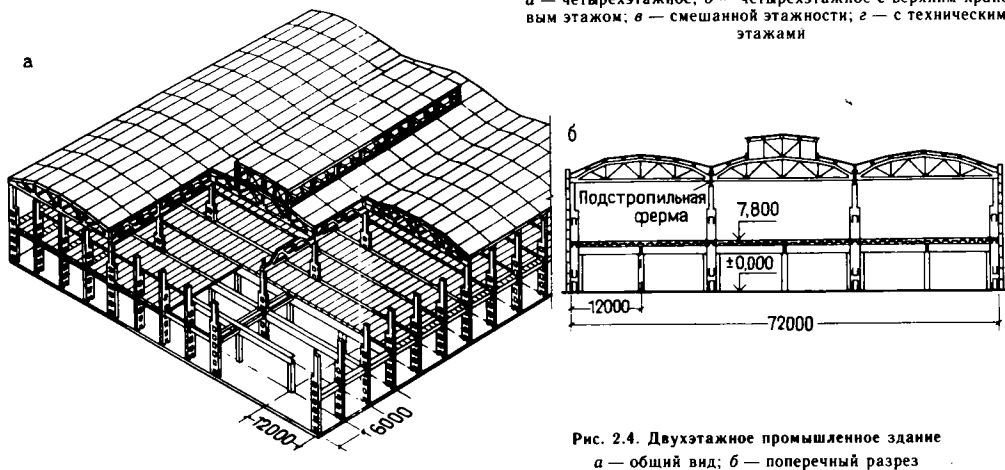
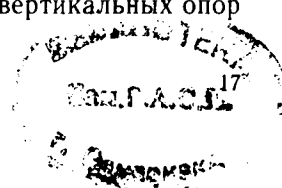


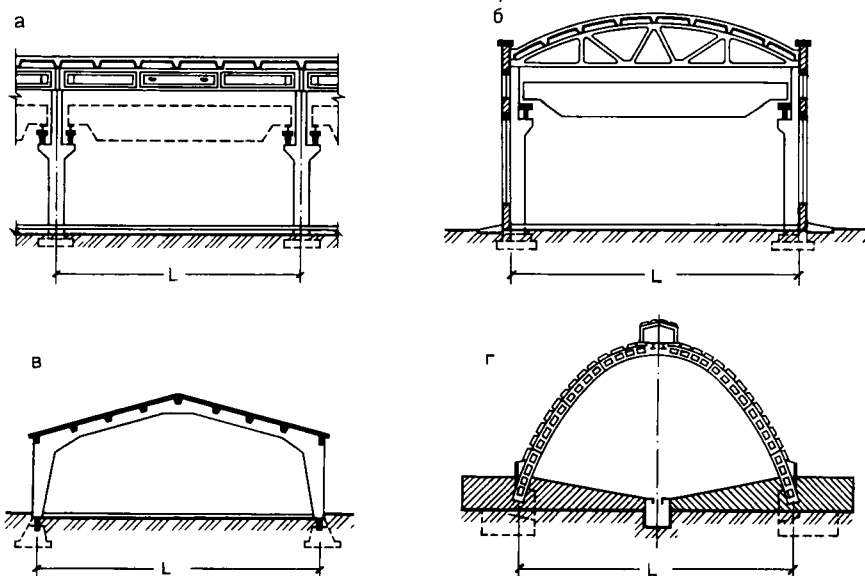
Рис. 2.4. Двухэтажное промышленное здание
а — общий вид; б — поперечный разрез

нологические коммуникации (короба вентиляции, электрические проводки, трубопроводы и т. п.), а также в некоторых случаях вспомогательные помещения. В многоэтажных зданиях чаще всего применяют сетку колонн: 6×6 ; 6×9 ; или 6×12 м. В зданиях же с техническими этажами, при высоте несущей

конструкции перекрытия (например, фермы) в пределах всей высоты технического этажа, пролеты удается увеличивать до 24 м. Верхний этаж во всех типах многоэтажных промышленных зданий может быть свободен от промежуточных вертикальных опор (рис. 2.3, б, в).



Плоскостные системы покрытий



Пространственные системы покрытий

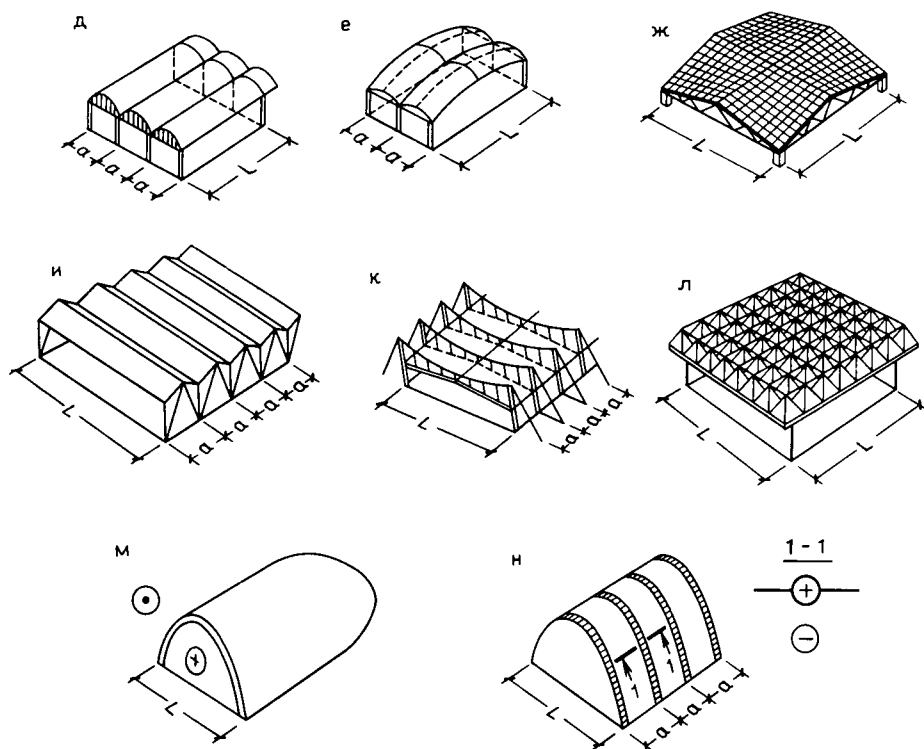


Рис. 2.5. Конструктивные схемы покрытий каркасных промышленных зданий

плоскостные: а — по балкам; б — по фермам; в — по рамам; г — по аркам; пространственные: д — оболочки одинарной

кривизны, е — оболочки двойной кривизны; ж — оболочки двойной кривизны в виде гиперболического параболоида; и — складки; к — висячее вантовое; л — перекрестное; м — пневматическое воздухоопорное; н — пневматическое воздушнонесущее

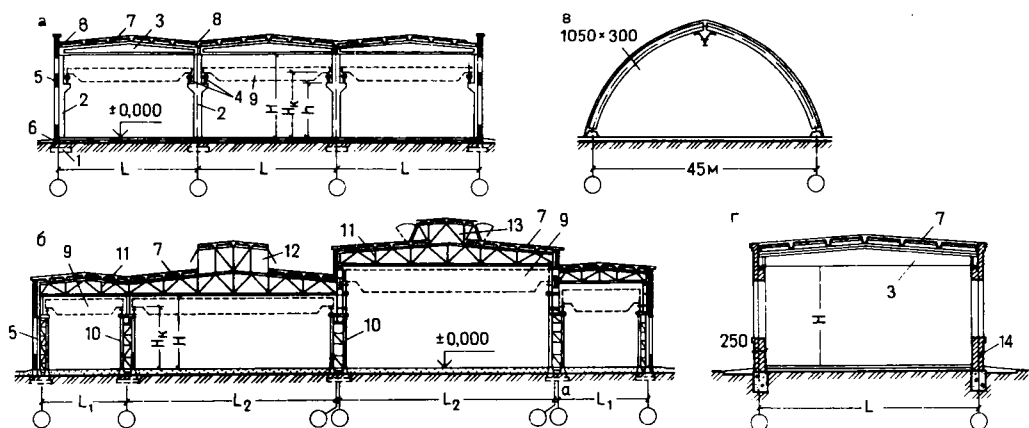


Рис. 2.6. Промышленные здания

а — со сборным железобетонным каркасом; б — со стальным каркасом; в — с несущими конструкциями в виде деревянных клееных трехшарнирных арок; г — с несущими кирпичными стенами и покрытием по сборным железобетонным балкам; 1 — фундаменты; 2 — железобетонные колонны; 3 — железобетонные балки покрытия; 4 — подкрановые железобетонные балки; 5 — наружная стена; 6 — фундаментные балки; 7 — плиты покрытия; 8 — места расположения воронок внутреннего водостока; 9 — мостовые краны; 10 — стальные колонны; 11 — стальные фермы; 12 — светоаэрационный фонарь; 13 — аэрационный фонарь; 14 — несущая кирпичная стена; H — расчетная высота цеха; H_k — высота от уровня пола до уровня головки подкранового рельса; h — высота от уровня пола до верха подкрановой консоли колонны

Промышленное здание может состоять из одноэтажных частей разной высоты или из многоэтажной и одноэтажной частей (рис. 2.3, в). Последние называют зданиями смешанной этажности.

При наличии технического этажа в одноэтажных промышленных зданиях используют межферменное пространство, цокольные этажи или пространства под рабочими площадками. Постепенно этот прием привел к появлению двухэтажного типа промышленного здания (рис. 2.4), в котором на первом этаже располагают цехи с тяжелым оборудованием, устанавливаемым непосредственно на грунт, а на втором — производства с легким оборудованием, требующие хорошего естественного освещения. Двухэтажные здания используют для некоторых производств легкой и пищевой промышленности, цехов электролиза и др.

3. По наличию подъемно-транспортного оборудования — на бескрановые и крановые (с мостовыми кранами или подвесным транспортом, см. рис. 2.1 и 2.3).

Все промышленные здания (одноэтажные и многоэтажные), как правило, снабжают подъемно-транспортным оборудованием для перемещения готовой продукции, изделий в процессе их изготовления, сырья или технологического оборудования при его монтаже или демонтаже (более подробно об этом см. § 3). Однако при изучении видов промышленных зданий надо иметь

в виду, что подъемно-транспортное оборудование оказывает большое влияние на объемно-планировочные и конструктивные решения зданий.

4. По конструктивным схемам покрытий — каркасные плоскостные (с покрытиями по балкам, фермам, рамам, аркам), каркасные пространственные (с покрытиями — оболочками одинарной и двоякой кривизны, складками), висячие различных типов, перекрестные, пневматические, в том числе воздухоопорные и воздуонесущие (рис. 2.5).

5. По материалу основных несущих конструкций — с железобетонным каркасом (сборным, монолитным, сборно-монолитным), стальным каркасом, кирпичными несущими стенами и покрытием по железобетонным, металлическим или деревянным конструкциям (рис. 2.6). Кроме перечисленных классификационных признаков можно выделить еще несколько, определяемых условиями технологического процесса и требуемыми характеристиками среды производственных помещений.

6. По системе отопления — неотапливаемые и отапливаемые. К неотапливаемым относят здания, в которых производство сопровождается избыточными тепловыделениями (так называемые горячие цехи: литейные, прокатные и др.), а также здания, не требующие отопления (холодные цехи: склады, хранилища и пр.). К отапливаемым относят все остальные промышленные здания, где по санитарно-гигиеническим или технологическим условиям требуется положительная температура воздуха в холодное время года.

7. По системам вентиляции — с естественной вентиляцией или аэрацией через специальные проемы в ограждающих конструкциях; искусственной приточно-вытяжной вентиляцией с помощью вентиляторов и системы воздухопроводов; кондиционированием воздуха, т. е. с искусственной вентиляцией, создающей постоянные заданные параметры воздушной среды (температура, влажность, степень чистоты воздуха). Кондиционирование воздуха всегда применяют в так называемых герметизированных зданиях (полностью изолированных от внешней среды), предназначенных для производств, требующих особой точности или чистоты при изготовлении продукта.

8. По системам освещения — с естественным, искусственным или совмещенным (интегральным) освещением. Естественное освещение осуществляют через светопроемы в стенах (окна) и в покрытии (фонари).

Искусственное освещение — основное в зданиях без естественного освещения или в зданиях без фонарей. В зданиях без естественного освещения и без фонарных надстроек применяют электрические лампы, дающие спектр, близкий к естественному, благодаря чему легче обеспечить требуемые санитарно-гигиенический и производственный режимы, в частности герметизированные здания легче осуществить без естественного освещения.

Последние три признака определяют еще один классификационный

признак объемно-планировочного решения здания.

9. По профилю покрытия — с фонарными надстройками или без них. Здания с фонарными надстройками (рис. 2.7) устраивают в целях аэрации или естественного освещения или для того и другого. Фонарные надстройки усложняют конструктивное решение здания и их эксплуатацию (происходит накопление снега на крыше в межфонарных пространствах).

Наконец, к особой группе могут быть отнесены **специальные виды зданий**, например, навесы для открыто установленного оборудования, здания для взрывоопасных производств, здания для производств с высокой степенью радиации, здания, совмещенные с технологическим оборудованием, — так называемые «здания-агрегаты» (рис. 2.8).

В состав промышленного предприятия кроме промышленных зданий обычно входят **промышленные сооружения**¹. К ним относятся *сооружения для промышленного транспорта* (эстакады для мостовых кранов, наклонные галереи и др.), *сооружения для коммуникаций* (тоннели, каналы, отдельные опоры и эстакады и пр.), *устройства для установки оборудования* (фундаменты под машины), *этажерки* (в зданиях и открытые) *для размещения*

¹ В практике различают понятие «здание» и «сооружение». Сооружение — это понятие более широкое, оно охватывает все произведения архитектуры. Здания непосредственно связаны с жизненной деятельностью человека и содержат помещения для пребывания людей. Здания относят к архитектурным сооружениям. К инженерным или промышленным сооружениям обычно относят: мосты, тоннели, плотины, зерновые элеваторы, доменные печи и т. д. узкое утилитарное назначение которых непосредственно не выдвигает задачи создания материальной среды для той или иной жизненной деятельности самих людей. В то же время инженерные сооружения, особенно такие, как мосты или плотины, организуя собой природный пейзаж или входя составной частью в архитектурный ансамбль города, становятся одним из факторов создания его архитектурной среды. В этой своей роли они могут иметь большое архитектурно-художественное значение и с большим правом отнесены к рубрике так называемых архитектурных сооружений. Таким образом, указанное разделение в достаточной степени условно.

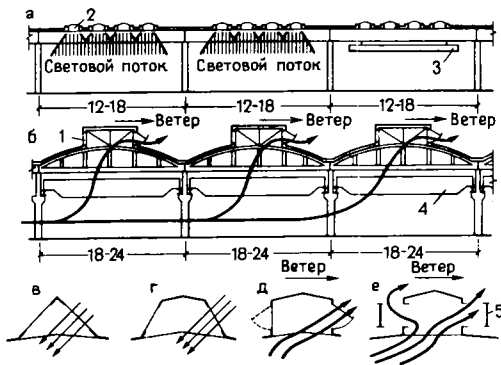
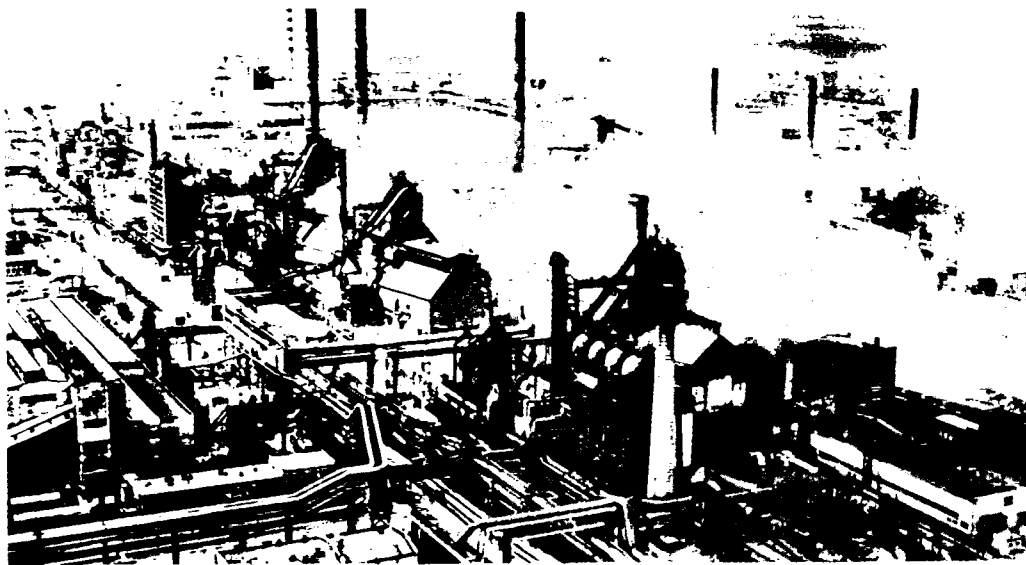


Рис. 2.7. Промышленные здания с фонарями

а — световыми зенитными (светопрозрачные колпаки); б — светоаэрационными прямоугольного профиля; в — профиль светового зенитного треугольного фонаря; г — профиль светового трапециевидного фонаря; д — профиль прямоугольного светоаэрационного фонаря; е — профиль аэрационного фонаря с ветроотбойными щитами: 1 — светоаэрационный фонарь; 2 — зенитный световой фонарь; 3 — подвесной кран; 4 — мостовой кран; 5 — ветроотбойный щит

Рис. 2.8. Здание-агрегат. Доменный цех



оборудования, специальные сооружения (емкости для хранения жидкостей, бункера для хранения сыпучих материалов, дымовые трубы, градирни для охлаждения оборотной воды, водонапорные башни и пр.) (табл. 2.1).

Следует отметить, что нередко промышленные сооружения представляют собой элементы здания. Например, эстакада для мостового крана в одноэтажном промышленном здании входит в состав несущих конструкций здания².

Промышленные здания часто подразделяют и по размерам пролетов: на мелкопролетные (6, 9, 12 м), сред-

непролетные (18, 24, 30, 36 м), крупнопролетные (свыше 36 м — 60, 90, 120 м и более). Пролеты небольшой величины применяют в основном во вспомогательных и складских, а также в многоэтажных производственных зданиях. Пролеты средней величины в настоящее время имеют наибольшее распространение.

Можно предположить, что в строительной практике будут все больше применять крупнопролетные промышленные здания, так как пространство, свободное от вертикальных опор, облегчает размещение оборудования, не стесняет модернизацию технологических процессов. Однако при этом следует иметь в виду возможности устройства подъемно-транспортного оборудования. При применении наполь-

² Промышленные сооружения изучаются в курсе «Строительные конструкции»

ТАБЛИЦА 2.1. ПРОМЫШЛЕННЫЕ СООРУЖЕНИЯ

Группа	Инженерное сооружение	Схема	Группа	Инженерное сооружение	Схема
I	Опоры под аппаратуру и емкости		II	Конвейерные галереи	
	Этажерки				
II	Тоннели		III	Водонапорные башни	
	Каналы			Резервуары	
	Опоры для ЛЭП, светильников, молниеотводов			Бункеры	
	Отдельно стоящие опоры для трубопроводов			Силосы	
	Эстакады для трубопроводов		IV	Очистные сооружения	
	Открытые крановые эстакады			Дымовые и вентиляционные трубы	
	Разгрузочные эстакады			Градирни	
				Подпорные стенки	

ных самоходных кранов возможности увеличения пролетов зданий значительно возрастают.

Промышленные здания с большими пролетами, отвечающие требованиям современного автоматизированного производства, могут быть решены с несущими конструкциями покрытий в виде арок, оболочек, складок. Такие конструкции позволяют размещать произ-

водства в однопролетных зданиях (см. рис. 2.1, в).

В условиях быстроускоряющегося технического прогресса проблема повышения «гибкости», т. е. приспособляемости здания к размещению различного оборудования, различных технологических процессов, которые совершенствуются значительно быстрее, чем изнашивается здание, приобретает

большое значение. В этом отношении в послевоенное время проектными и научно-исследовательскими организациями была проделана большая работа по созданию различных видов «гибких» и «универсальных» промышленных зданий, отличающихся от обычных тем, что они могут быть использованы для размещения различных производств, имея одинаковые объемно-планировочные и конструктивные параметры. Примером может служить промышленное здание с двумя разнородными производствами (текстильное и электротехническое).

В настоящее время различные цехи и отделения одного производства, как правило, размещают или, как говорят, «блокируют» в одном большом здании. Отсюда возникают упомянутые выше здания **сплошной застройки**. В недалеком прошлом основное место в промышленном строительстве занимала так называемая «павильонная» застройка, при которой почти каждый цех размещался в отдельном здании. Блокирование дает значительный экономический эффект, сокращая территорию предприятия, протяженность коммуникаций, площадь ограждающих конструкций здания и, следовательно, эксплуатационные расходы за счет сокращения теплотерь и т. п.

Вместе с тем не потеряла своего значения и **павильонная застройка**. Она применяется в тех случаях, когда, например, блокирование невозможно по технологическим условиям (вредные воздействия производства одного цеха на другой) или когда павильон-

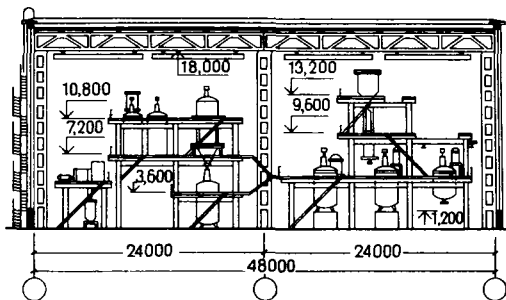


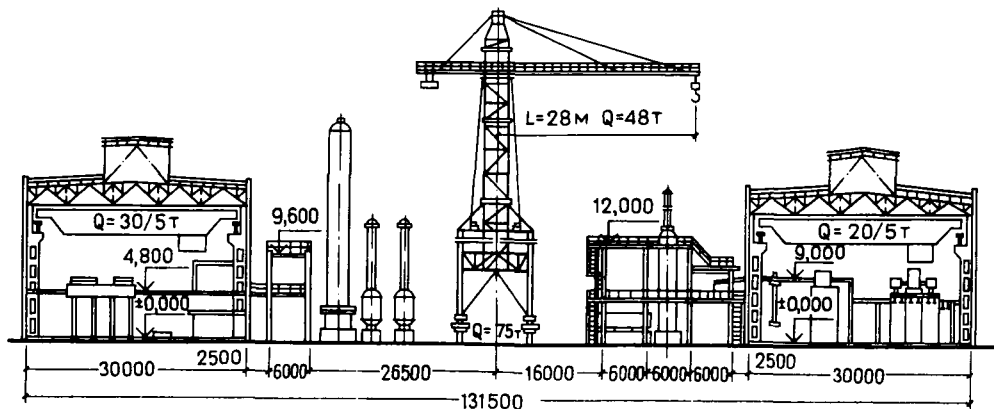
Рис. 2.9. Поперечный разрез промышленного здания со встроенными этажерками

ная застройка целесообразна по экономическим соображениям (относительно небольшие по объему здания с автономным технологическим процессом могут быть построены значительно быстрее, чем большое блокированное здание).

Как сказано ранее, получают пространство здания с большими пролетами (одно- и многопролетные), в которых технологическое оборудование устанавливают **на этажерках** (рис. 2.9). Эти здания применяют, например, в химической промышленности. Павильонная застройка целесообразна также в тех случаях, когда технологический процесс сопровождается значительными газо- или тепловыделениями, удаляемыми с помощью аэрации через отверстия в наружных стенах и покрытии.

В последнее время стало широко применяться **открытое размещение технологического оборудования** тех

Рис. 2.10. Завод аммиака с открытым расположением технологического оборудования



производств, для которых перепад температуры окружающей среды не имеет существенного значения. Открытое размещение части оборудования позволяет сократить объем здания, упростить и облегчить объемно-планировочное и конструктивное решение, а на взрывоопасных производствах повысить уровень безопасности. На рис. 2.10 показан завод аммиака с открытым размещением колонн, теплообменной и другой аппаратуры.

Здания с **фонарными надстройками** широко распространены в промышленном строительстве. В **бесфонарных зданиях** сплошной застройки часто применяют так называемое «психологическое» освещение в виде окон по периметру здания, с помощью которого работающие не теряют зрительной связи с внешней средой, так как полное отсутствие естественного света оказывает отрицательное психологическое и физиологическое воздействие на работающих.

Несомненно также, что здания без естественного освещения требуют значительного расхода электроэнергии, исключают естественное проветривание через окна и фонари. Для ряда производств бесфонарные здания вообще непригодны. Поэтому здания с фонарными надстройками различного профиля и в настоящее время сохраняют свое значение.

Как указывалось, в одноэтажных зданиях межферменное пространство используют для технологических нужд, нередко отделяют от помещения с помощью **подвесного потолка**, в который вмонтированы светильники искусственного освещения. Подвесные потолки в значительной степени улучшают интерьер цеха, кроме того, отделяя от производственной зоны коммуникации и вспомогательные технологические устройства, улучшают условия работы.

§ 3. ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Грузы (сырье, готовая продукция, оборудование при монтаже и демонтаже) внутри промышленных зданий

перемещают с помощью подъемно-транспортного оборудования, нередко называемого «внутрицеховым транспортом». Вид транспорта влияет на конструкции и объемно-планировочное решение промышленного здания. Правильный выбор подъемно-транспортного оборудования в значительной мере предопределяет строительные технико-экономические показатели промышленного здания.

Внутрицеховой транспорт подразделяют на две группы: а) транспорт периодического действия; б) транспорт непрерывного действия.

К первой группе относят: напольный безрельсовый и рельсовый транспорт (автокары, автопогрузчики и т. п.), подвесной транспорт (тали, кошки, подвесные краны и т. п.), сюда также входят мостовые и другие виды кранов; ко второй — конвейеры всех видов, пневматический и гидравлический транспорт.

Выбор того или иного вида внутрицехового транспорта зависит от технологического процесса, характера грузов, необходимости модернизации процесса производства. Целесообразно применять такие виды транспорта, которые мало влияют на объемно-планировочное и конструктивное решения промышленного здания, т. е. отказываться, где возможно, от применения мостовых кранов и тех видов транспорта, которые затрудняют модернизацию технологического процесса. Отдается предпочтение напольному безрельсовому подвесному, конвейерному, пневматическому и гидравлическому транспорту.

Проектирование и монтаж подъемно-транспортного оборудования производственных зданий осуществляют инженеры — специалисты в этой области. Поэтому в данном курсе дается описание только такого подъемно-транспортного оборудования, которое влияет на объемно-планировочное решение здания и решение его конструкций, т. е. талей, подвесных, мостовых и специальных кранов.

Тали. Тали выполняют с ручным приводом или электроприводом, стационарными и передвижными, с от-

крытыми и закрытыми кабинами и без них (рис. 3.1, а-е).

Кошка представляет собой таль, закрепленную на тележке, которая может передвигаться по нижней полке двутавровой балки (монорельсу) при помощи ручной цепной передачи. Монорельс подвешивают к нижнему поясу несущих конструкций покрытия (рис. 3.2). Кошки бывают двух типов. У одних тали подвешивают к тележке, имеющей четырехколесный механизм передвижения, грузоподъемность таких кошек 0,5—3 т; у других — подъемный механизм и тележка представляют собой одно целое, грузоподъемность таких кошек 1—10 т (рис. 3.3).

Тали электрические, или тельферы, выполняют грузоподъемностью 0,125—10 т с высотой подъема груза до 18 м. Они отличаются от кошек тем, что подъем груза и передвижение тали с грузом вдоль монорельса осуществляют посредством электрического механизма. Управление производится дистанционно или из кабины.

Тали состоят из трех основных узлов: механизмов подъема, тележки с механизмом передвижения и обоймы с крюком (см. рис. 3.3, б)

Кошки и тали обслуживают лишь узкую полосу рабочего пространства вдоль монорельса (см. рис. 3.1, ж), в этом их недостаток.

Подвесные краны. Подвесные краны (кранбалки) применяют при пролетах зданий до 30 м и небольшой массе поднимаемого груза (до 10 т). Они состоят из основной двутавровой стальной балки, снабженной на концах катками, которые движутся по нижней полке стальных балок (рельсов), подвешенных к несущим элементам покрытия (рис. 3.4, а). Во избежание перекосов подвесного крана в плане катки устанавливают на базе, жестко связанной с основной балкой. По нижней полке основной балки движется электрическая таль. Подвесные краны позволяют перемещать грузы вдоль пролета цеха и поперек него, охватывая таким образом всю рабочую площадь.

На рис. 3.4, б показано конструктивное решение подвесного крана.

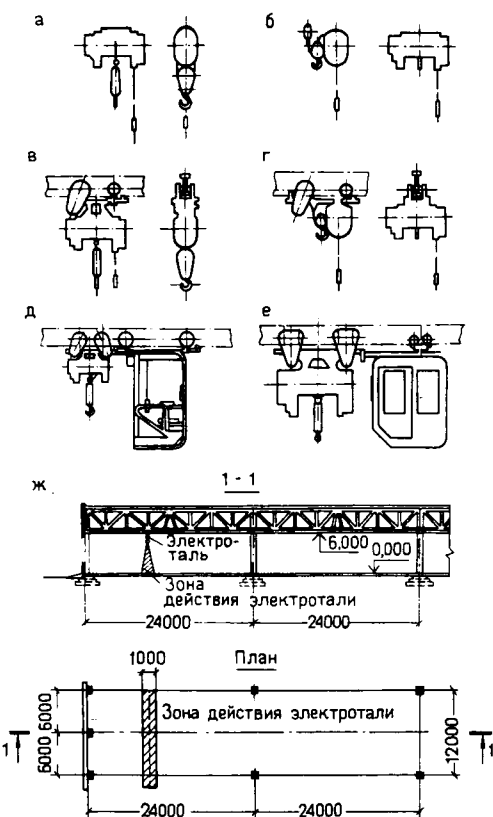


Рис. 3.1. Электротали

а, б — подвесные неподвижные; в, г — самоходные; д, е — с прицепной кабиной; ж — зона действия электротали

Крепление рельсов подвесных кранов к несущим конструкциям покрытий осуществляют так же, как монорельсов для талей. Основные параметры подвесных кранов и их привязка к разбивочным осям зданий пролетами 12, 18 и 24 м приведены на рис. 3.5.

Мостовые краны. В одноэтажных промышленных зданиях мостовые краны — наиболее распространенное средство транспорта. Они просты в управлении и обладают несложной системой электропитания. Однако при применении мостовых кранов увеличивается высота здания и усложняется его конструктивное решение. (рис. 3.6, г). Грузоподъемность мостовых кранов достигает 630 т, а пролеты — 50 м. Мостовые краны имеют крюк или снабжаются грейферами, грузовыми электромагнитами, лапами и другими специальными грузозахватными устройствами.

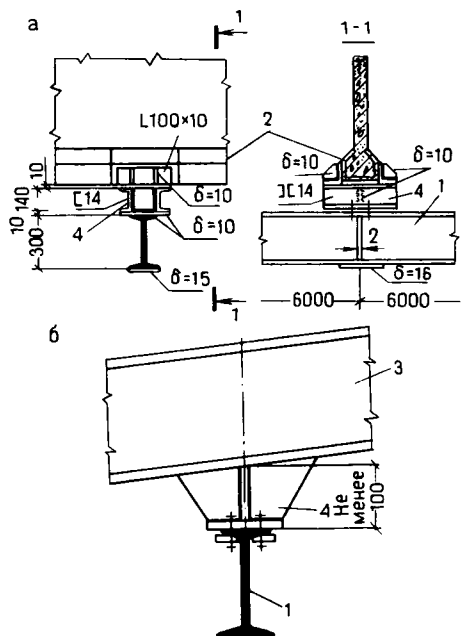


Рис. 3.2. Крепление монорейса

а — к нижнему поясу железобетонной балки; б — к наклонной стальной балке: 1 — монорейс; 2 — нижний пояс железобетонной балки; 3 — стальная балка; 4 — подвеска

Мостовые двухбалочные краны (рис. 3.6) могут быть малой грузоподъемности — до 5 т, средней — до 50 т, большой — до 250 т и более. Краны грузоподъемностью 15—500 т снабжают двумя крюками, один из которых имеет большую грузоподъемность (механизм главного подъема), а другой — меньшую (механизм вспомогательного подъема). Условное обозначение грузоподъемности крана с двумя крюками — 30/5 т, что означает: механизм главного подъема рассчитан на 30 т, а вспомогательного — на 5 т.

Мостовой кран состоит из моста, поставленного на катки, и тележки с механизмами подъема и передвижения. Мост крана выполняют из двух или четырех стальных балок или ферм, которые соединяют между собой парно поперечными связями. Тележка состоит из стальной рамы с колесами, ее устанавливают на рельсы, которые уложены по верхним поясам средних балок или ферм моста. На тележке располагают механизмы для вертикального перемещения груза, перемещения тележки вдоль моста — поперек пролета здания и перемещения крана вдоль пролета здания.

Мостовой кран перемещается вдоль цеха по рельсам, уложенным на подкрановые балки, которые опираются на консоли колонн каркаса или пилоастры стен. Все механизмы мостового крана имеют самостоятельные электродвигатели. Управление механизмами крана сосредоточено в кабине крановщика, которую подвешивают к мосту крана или размещают на грузовой тележке. Электродвигатели кранов питаются током посредством троллейных проводов, которые подвешивают к подкрановым балкам или несущим конструкциям покрытия. При расположении троллейных проводов вдоль пролета между габаритом крана

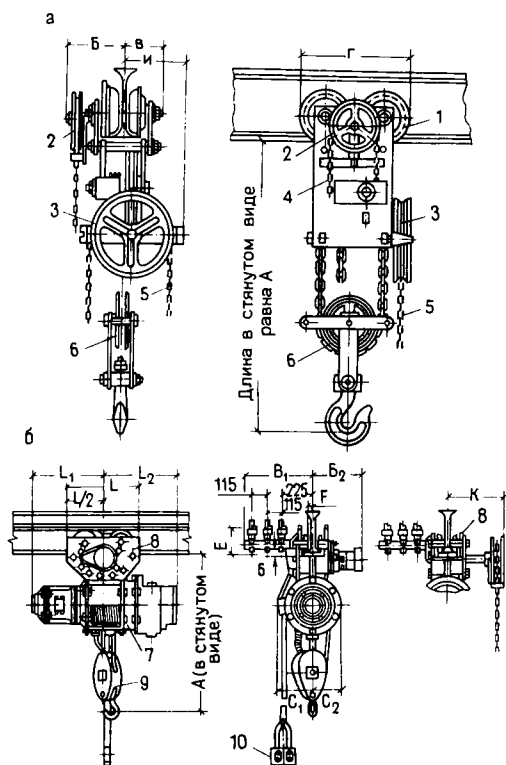


Рис. 3.3. Механизмы малой грузоподъемности

а — кошка с червячным подъемным механизмом и механизмом передвижения; б — тали электрические передвижные грузоподъемностью 1, 2 и 3 т: 1 — ходовые колеса; 2 — тяговое колесо механизма передвижения; 3 — тяговое колесо подъемного механизма; 4, 5 — тяговые калиброванные цепи; 6 — цепной блок с траверсой и крюком; 7 — механизм подъема; 8 — тележка с механизмом передвижения; 9 — обойма с крюком; 10 — кнопочный аппарат управления

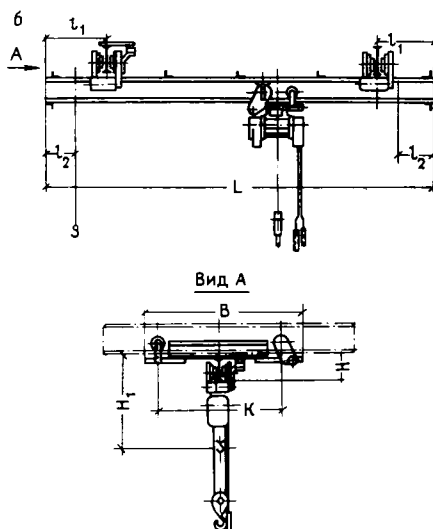
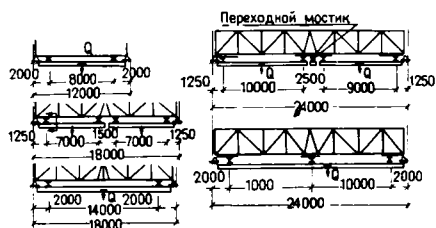
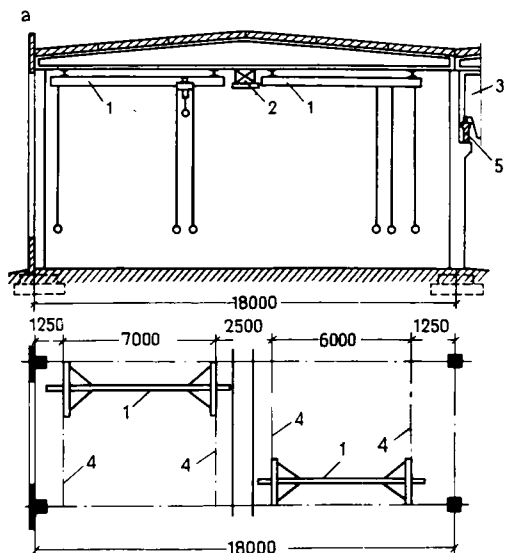


Рис. 3.4. Подвесные краны
а — схема расположения подвесного крана; б — конструкция подвесного крана: 1 — подвесной кран; 2 — переходный мостик; 3 — опорный мостовой кран; 4 — монорельс; 5 — подкрановая балка

Рис. 3.5. Основные параметры подвесных кранов

и покрытием свободное пространство должно быть 100 мм (рис. 3.6, г).

Мостовые краны в зависимости от интенсивности их работы разделяют на краны весьма тяжелого непрерывного действия, весьма тяжелого, тяжелого, среднего и легкого режимов работы. Режим работы крана определяют продолжительностью его работы в единицу времени эксплуатации цеха.

К кранам весьма тяжелого непрерывного действия, весьма тяжелого и тяжелого режимов работы (коэффициент использования 0,8—0,4) относят, например, краны, транспортирующие расплавленный металл. Их используют главным образом в металлургии (мартеновские, конвертерные, литейные, прокатные и другие цехи).

Краны среднего режима работы (коэффициент использования около 0,25) наиболее распространены. Их применяют в механосборочных цехах, на заводах сборного железобетона и в ряде других производств.

Краны легкого режима работы (коэффициент использования около 0,15) предназначены только для монтажа, ремонта и демонтажа оборудования.

В случаях, когда промышленные здания оборудуют мостовыми кранами с тяжелым режимом работы, для их ремонта без перерыва в работе вдоль крановых путей устраивают проходы размером 400 × 1800 мм (рис. 3.7, а). Доступ в кабину крана осуществляют с посадочных площадок, которые закрепляют на колоннах каркаса (рис. 3.7, б.)

Металлургические мостовые краны представляют собой особую группу мостовых кранов, включающую: мультиманнитные, завалочные, литейные, краны для раздевания слитков, колодцевые, краны с лапами, ковочные и закалочные.

Мульдмагнитные краны применяют в сталеплавильных цехах. Они обычно имеют тележку с двумя

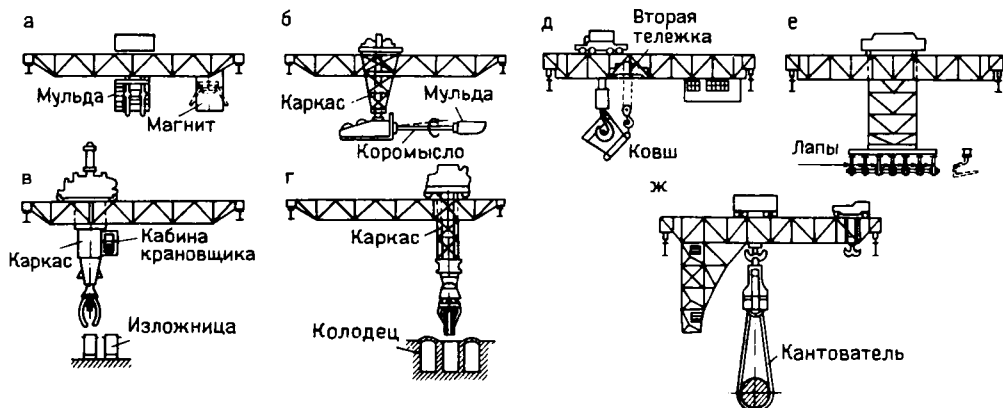


Рис. 3.8. Металлургические мостовые краны

а — мультдо-магнитный; б — завалочный; в — кран для разделения слитков; г — колодцевый; д — литейный; е — кран с лапами; ж — ковочный

подъемными лебедками: одну для мультдового захвата (на 3—4 мультды)¹ и другую для магнита загрузки скрапа)². Грузоподъемность таких кранов составляет 10/5 т при пролетах крана 10,5—31,5 м (рис. 3.8, а) или при пролетах здания 12 и 36 м.

Завалочные краны применяют для загрузки мартеновских, медеплавильных и других печей. К раме тележки этого крана прикреплен свешивающийся вниз каркас, внутри которого установлен вертикальный стержень с подвешенным к нему хоботом с площадкой, на которой установлены механизмы перемещения с кабиной крановщика. Концом коромысла кран захватывает из соседнего пролета загруженную шихтой мультду. Перемещаясь вдоль пролета и поворачивая хобот в горизонтальной плоскости на 180°, кран переносит мультду к печи. После этого тележка передвигается по мосту крана и заводит хобот с мультдой в печь, где переворачивает мультду вокруг горизонтальной оси и таким путем опорожняет ее. Грузоподъемность таких кранов 20/3 и 20/5 т при пролетах 16 и 20 (рис. 3.8, б).

¹ Мультда — стальная коробка для загрузки материалов в сталеплавильную печь или форма для отливки из жидкого металла слитков.

² Скрап — металлическое сырье в виде лома и отходов производства, предназначенное для переплавки.

Назначение кранов для разделения слитков — выжимание слитков из изложниц¹. Каркас, свисающий с тележки этого крана, оборудован механизмом с клещами. Изложницу захватывают клещами за приливы и приподнимают, после чего слиток выталкивают из нее вертикальным стержнем, связанным с гидравлическим или винтовым механизмом. Грузоподъемность таких кранов 20/15—75/25 т при силе давления на слиток 175—400 т при пролетах 25 и 27 м (рис. 3.8, в).

Литейные краны (заливочные и разливочные) предназначены для подъема ковшей, наполненных расплавленным чугуном или сталью, а также для переноски ковшей к литейным формам и для разливки металла путем наклона ковша. Для опрокидывания ковша на тележке крана имеется вспомогательный механизм или же на мосту крана устанавливают вторую тележку с лебедкой, передвигающуюся по нижнему поясу моста. Грузоподъемность главного крюка крана 75—630 т, а крюков вспомогательной тележки 15—90 т. Пролеты таких кранов могут быть 16—28 м (рис. 3.8, д).

Краны с лапами служат для перемещения слитков металла в разогретом состоянии. Они имеют грузовую траверсу с управляемыми (отклоняющимися) лапами. Тележка — вра-

¹ Изложница — специальная чугунная форма, имеющая вертикальное сквозное коническое отверстие; изложница служит для заливки в нее расплавленного металла и для образования после его охлаждения слитков.

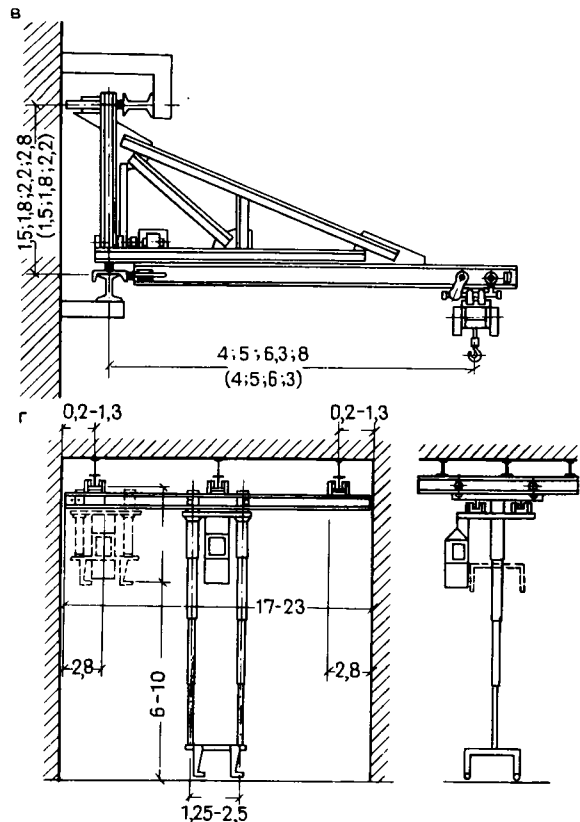
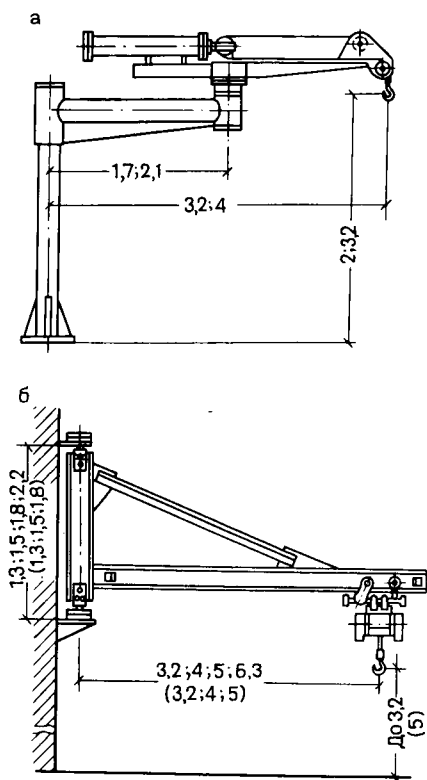
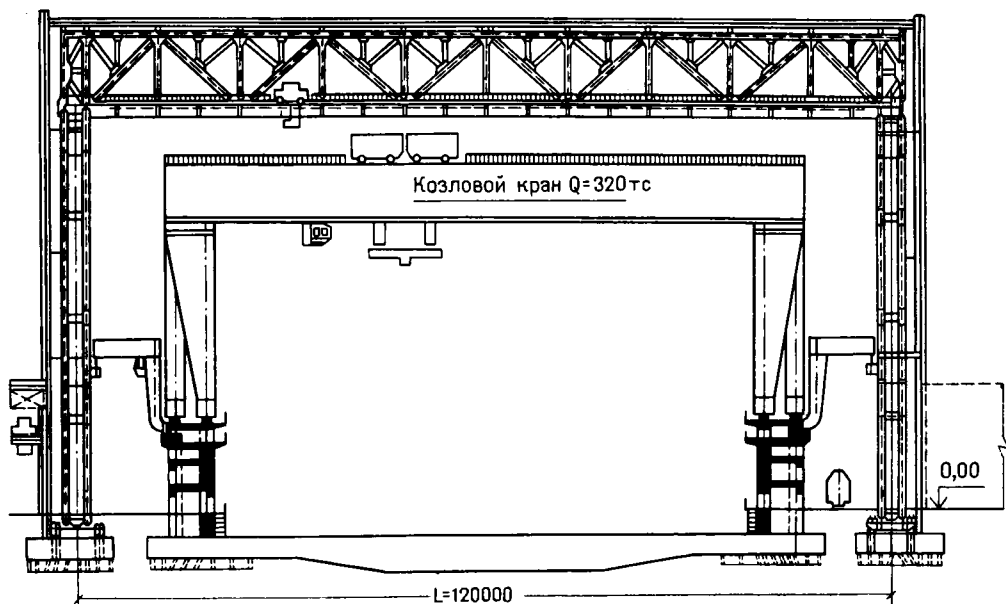


Рис. 3.9. Специальные краны
а — консольный на колонне; б — консольно-настенный; в —
консольно-настенный передвижной; г — трехпутный штабелер

Рис. 3.10. Расположение козловой крана в одноэтажном
промышленном здании



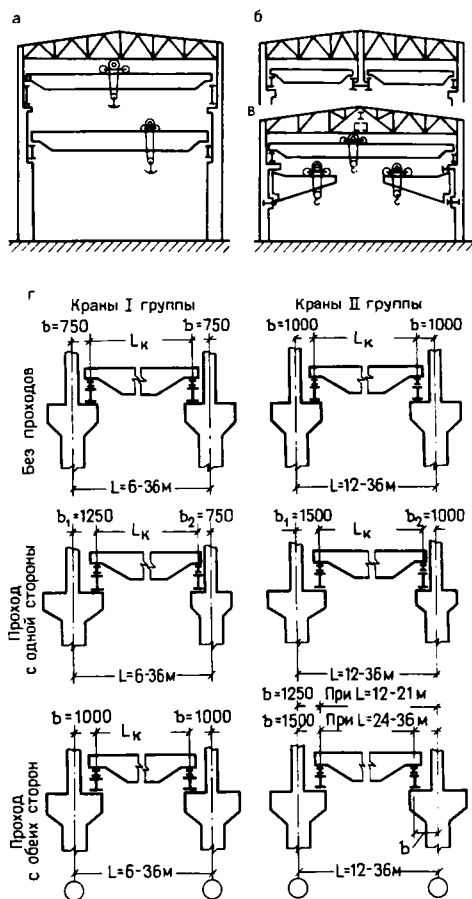


Рис. 3.11. Расположение мостовых кранов в промышленных зданиях

а — двухъярусное; б — подвеска крановых путей в середине пролета ферм; в — подвеска под мостовым краном катучих консольных кранов; г — зависимость между пролетами зданий и пролетами мостовых кранов

шающаяся с жестким или гибким подвесом траверсы. Грузоподъемность лап — 7,5 или 15 т при пролетах 28 или 31 м (рис. 3.8, е).

Ковочные краны имеют две тележки, расположенные на параллельных путях; главную — с подвешенным на крюке кантователем и вспомогательную — крюковую. Такие краны изготовляют грузоподъемностью 75/30, 250/75 и 300/100 т при пролетах соответственно 27,5; 30,5 и 33,5 м (рис. 3.8, ж).

К специальным кранам относят **консольно-поворотные краны**, устанавливаемые на специальные колонны (рис. 3.9, а) или на стены (рис. 3.9, б). Их применяют для обслуживания от-

дельных агрегатов и для разгрузки мостовых кранов. Грузоподъемность кранов, устанавливаемых на колоннах, достигает 1 т, а пристенных кранов — 5 т. Угол поворота крана 180°.

Консольно-катучие краны (рис. 3.9, в) перемещаются по трем подкрановым рельсам. Один рельс укрепляют на горизонтальной стальной подкрановой балке двутаврового сечения. Два других рельса прикрепляют к двум подкрановым балкам с горизонтально-расположенными стенками; эти две подкрановые балки воспринимают горизонтальные усилия, вызванные моментом, опрокидывающим кран. Грузоподъемность таких кранов в пределах 10 т при высоте подъема груза до 10 м.

Краны-штабелеры (рис. 3.9, г) имеют грузовую тележку с жесткой колонной, по которой перемещается каретка с вилочным захватом. Колонна может быть поворотной и телескопической. Краны-штабелеры бывают мостовыми или подвесными, с управлением с пола или из кабины. Они предназначены для обслуживания складов, имеют грузоподъемность 0,2—5 т и пролет 5—23 м.

Козловые краны (рис. 3.10) обычно используют для работы на открытых площадках или внутри промышленных зданий. Такие краны упрощают конструктивную схему здания и освобождают от крановой нагрузки вертикальные несущие конструкции здания, но требуют несколько большие площади для их расположения. Кроме того, козловые краны требуют принятия особых мер безопасности, поскольку они передвигаются по полу, где находятся люди.

Козловые краны состоят из передвижного моста, установленного на высоких опорах, по которому перемещаются тали, грузовая тележка, поворотный кран или иное грузоподъемное устройство. Пролеты козловых кранов могут быть > 100 м, а грузоподъемность — до 500 т. Управление с пола или из кабины.

Размещение мостовых кранов. Можно в одном пролете здания расположить несколько мостовых кранов

или других грузоподъемных устройств. Если потребное число мостовых кранов не удастся разместить в одном ярусе, их размещают в двух или трех ярусах (рис. 3.11, а). При изготовлении в больших пролетах громоздких, но сравнительно легких изделий и при необходимости большого числа транспортных операций применяют краны небольшого пролета. При этом подкрановые балки одним концом подвешивают к несущим конструкциям покрытия (см. рис. 3.11, б). Если необходима одновременная работа на одной и той же площади нескольких кранов, то ниже мостовых кранов располагают консольно-катучие или консольные краны (см. рис. 3.11, в).

Для свободного перемещения крана и целесообразного использования пространства размеры подъемно-транспортного оборудования и размеры здания должны быть взаимоувязаны. Пролеты мостовых кранов в зависимости от пролетов зданий должны соответствовать величинам, показанным на рис. 3.11, г. Краны грузоподъемностью до 50 т относят к первой группе, свыше 50 т — ко второй.

Краны с магнитами на траверсе грузоподъемностью 20 т и более, а также краны для раздевания слитков и краны колодцевые всех грузоподъемностей относят к кранам второй группы. При установке на одном общем подкрановом пути двух или более мостовых кранов разной грузоподъемности пролет выбирают по крану наибольшей грузоподъемности.

При расположении мостовых кранов в одном пролете здания в два яруса пролет крана нижнего яруса может быть меньше пролета крана верхнего яруса на величину, кратную 0,5 м.

Для каждого пролета здания установлен лишь один основной пролет крана, отличный от пролета здания на 1,5 м для кранов первой группы и на 2 м для кранов второй группы. При наличии прохода (с одной или двух сторон) вдоль подкрановых путей мостовых кранов первой группы установлен размер пролета крана, отличающийся от размера пролета здания на

2 м. Пролет здания связан с пролетом крана зависимостью

$$L = L_k + 2b,$$

где L_k — пролет крана; b — расстояние между разбивочной осью колонны здания и осью подкранового рельса. Величину b принимают в зависимости от грузоподъемности мостового крана, режима его работы, наличия проходов и др.

При кранах грузоподъемностью до 50 т $b = 750$ мм, а при кранах грузоподъемностью более 50 т $b = 1000$ мм и более, но кратно 250 мм. Значение b в зависимости от наличия проходов по подкрановым путям приведено на рис. 3.11, г.

Площадь цеха, в пролете которого расположен подвесной мостовой или козловый кран, полностью не может быть ими обслужена, так как крюк подъемных механизмов не доходит при крайнем положении тележки до подкрановых балок. Крюк при крайнем положении мостового крана не доходит и до торцевой стены пролета.

Таким образом, остается площадь цеха, не обслуживаемая краном. Эти площади называют **мертвыми зонами**. Ширина мертвой зоны увеличивается с увеличением грузоподъемности крана, площадь ее по отношению к площади цеха уменьшается с увеличением пролета крана.

Подвесные мостовые краны, мостовые опорные краны, консольные краны передают на несущие конструкции здания вертикальные и горизонтальные нагрузки. Вертикальные нагрузки складываются из собственной массы (веса) крана, наибольшей допускаемой массы (веса) перемещаемого груза при наиболее неблагоприятном расположении тележки, т.е. в крайнем положении к подкрановой балке. Горизонтальные нагрузки возникают в результате торможения крана в целом (нагрузка вдоль пролета) и торможения тележки (нагрузка поперек пролета).

Для восприятия конструкциями здания горизонтальных сил, вызываемых подъемно-транспортным оборудованием, предусматривают конструкции — **«связи»** (рис. 3.12), обеспечивающие необходимую жесткость конструктивной системы здания (связи

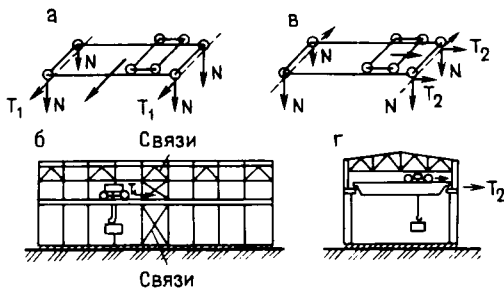


Рис. 3.12. Схемы горизонтальных нагрузок, возникающих при движении крана
а, б — вдоль здания; в, г — поперек здания

в плоскости вертикальных несущих конструкций вдоль пролета и развитие горизонтальных элементов подкрановых балок или устройство тормозных ферм для восприятия горизонтальных сил поперек пролета). Подробно эти конструкции рассматриваются в § 24 и 25.

§ 4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС И ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ПРОМЫШЛЕННЫМ ЗДАНИЯМ

Производственный процесс включает передвижение материалов или изделий по территории предприятия, между цехами и внутри цеха, хранение их на складе или в цехах и собственно **технологический процесс**, при котором происходит качественное изменение обрабатываемого материала.

Технологические процессы весьма разнообразны. Например, технологические процессы получения стали в мартеновских и конвертерных цехах представляют собой изменение химического состава, физических и химических свойств исходных материалов. Технологические процессы механической обработки исходного материала (например, металла) в механических цехах связаны преимущественно с приданием ему новой формы и частично с изменением физических свойств. Технологические процессы сборки (в сборочных цехах), например машин, состоят в создании такого взаимного расположения и сопряжения деталей, которые необходимо для образования и работы конструкции машины. Технологический процесс окраски или от-

делки, например деталей машины, связан с изменением их внешнего вида, с приданием им новых эстетических качеств или других свойств, например сопротивляемости агрессивному воздействию среды.

Технологические процессы разрабатывают на основе закономерностей, изучаемых отдельными отраслями технологии (химической, технологии металлов, деревообработки и др.), т.е. на основе науки о способах обработки или переработки исходного продукта (сырья), полуфабрикатов изделий.

При проектировании промышленного предприятия в целом или его отдельного цеха составляют технологическую часть проекта и решают все вопросы, связанные с выбором способа производства, типов оборудования, его производительности и т. п. В эту часть на первой стадии проектирования входит технологическая схема, устанавливающая последовательность операций в технологическом процессе и, следовательно, последовательность расстановки оборудования и компоновки производственных помещений (рис. 4.1).

Технологическую часть проекта составляют инженеры-технологи данной отрасли производства. Архитектор и инженер-строитель совместно с инженером-технологом, а также со специалистом по промышленному транспорту размещают оборудование по схеме в заданной последовательности, komponуя расположение цехов, выбирая материал и конструкции здания, отвечающие условиям технологического процесса.

Для рационального решения промышленного здания очень важно, чтобы архитектор и инженер-строитель знали основы технологии производства, для которого проектируют здание. В свою очередь, инженеры-технологи должны знать основы строительного дела. Только при совместной творческой работе этих специалистов, при понимании ими технологических и строительных задач можно рассчитывать на рациональное решение здания, обеспечивающее как требуемые условия для людей, занятых на этом произ-

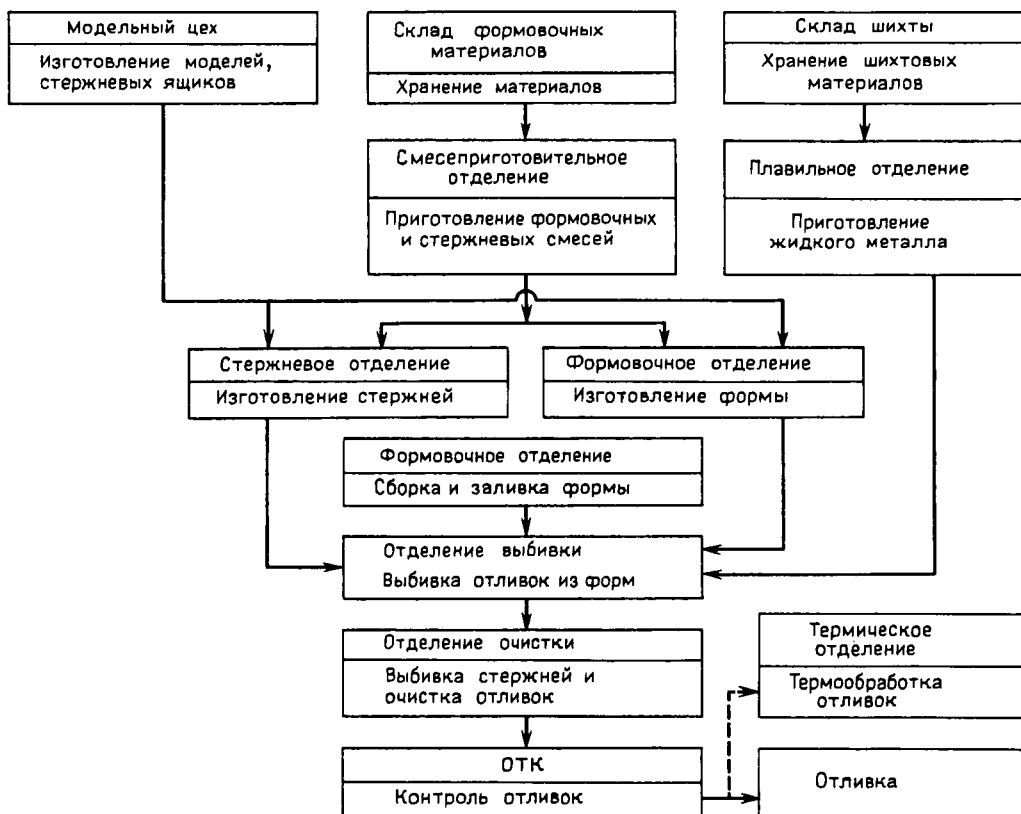


Рис. 4.1. Технологическая схема литейного цеха

водстве, так и хорошие архитектурные и конструктивные качества сооружения с рациональными экономическими характеристиками¹.

Технологический процесс — основной фактор, определяющий решение здания, т.е. его размеры, форму, конструкции, санитарно-техническое оборудование и внешний облик. Производство, т.е. технологический процесс, ставит ряд вполне определенных тре-

бований к той материально организованной среде, т.е. к промышленному зданию, которое создается строителями. Эти требования вытекают из двух основных положений:

обеспечение таких параметров среды, при которых технологический процесс протекает в наиболее благоприятных условиях и при которых обеспечивается высокое качество продукции;

обеспечение таких параметров среды, которые являются оптимальными для деятельности человека с санитарно-гигиенической точки зрения, т.е. при условии сохранения здоровья человека, высокой производительности труда и снижения утомляемости.

Как следует из предыдущего [2, с. 10], можно условно выделить следующие четыре вида требований к зданиям вообще и производственным зданиям в частности: технологические (или функциональные), технические, архитектурно-художественные и экономические.

¹ В практике иногда бывает так, что размещение оборудования и соответственно компоновку цехов единолично решает инженер-технолог, а на долю строителей-проектировщиков приходится только техническое воплощение в основном предпрешенной технологом коробки здания. В этом случае рассчитывать на достижение наиболее рационального строительного решения здания трудно. Вместе с тем надо иметь в виду, что существуют «жесткие» технологические процессы, при которых строительное решение здания почти полностью должно быть подчинено требованиям технологии (например, в зданиях-агрегатах).

К технологическим следует отнести требования:

а) к **пространству**, размеры которого должны быть достаточными, чтобы разместить технологическое и подъемно-транспортное оборудование и обеспечить перемещение материалов и изделий, а также технологического оборудования при его монтаже или демонтаже (рис. 4.2);

б) к **рабочему пространству** для людей, занятых на производстве, и к пространству для передвижения людей в помещении (проходы). При этом общее пространство здания, т.е. объем производственных помещений (включая пространство для оборудования и рабочее пространство) по санитарно-гигиеническим соображениям, согласно действующим Санитарным нормам проектирования промышленных предприятий (СН 245—71), должно составлять не менее 15 м^3 на одного работающего, а площадь — не менее $4,5 \text{ м}^2/\text{чел.}$ Следует также иметь в виду, что в условиях ускоряющегося научно-технического прогресса при определении размеров пространства в ряде случаев целесообразно учитывать перспективы совершенствования технологического процесса;

в) к **воздушной среде** для обеспечения здоровых условий труда человека, требуемого качества продукции или сохранности технологического оборудования, на которое могут влиять температура воздуха, его влажность, степень загрязнения вредными веществами. Например, в ткацком производстве, особенно в производстве высокосортных тканей, к воздушной среде предъявляют жесткие требования, так как при влажности воздуха больше или меньше определенных величин качество ткани понижается в результате обрыва нитей, образования узлов и пр.;

г) к **световому режиму** для обеспечения требуемой освещенности пространства цеха, рабочих мест и необходимого спектрального состава света. Согласно СН 245—71, в промышленных зданиях без естественного освещения или при недостаточном по биологическому действию естественном освещении предусматривают специальные

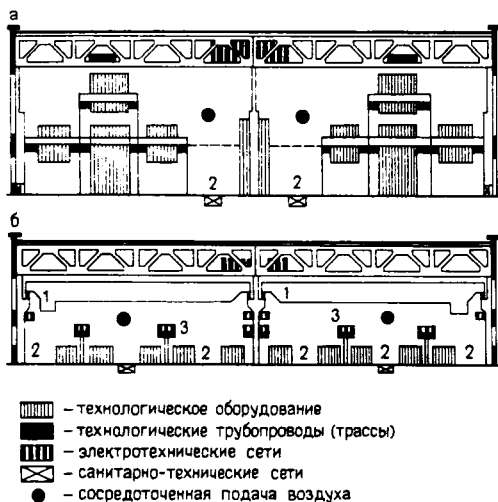


Рис. 4.2. Использование пространства

а — в здании без кранов с этажерками; б — в здании с кранами без этажерок: 1 — мостовой кран; 2 — пространство для перемещения людей, материалов и изделий; 3 — пространство для монтажа и демонтажа оборудования

мероприятия, компенсирующие недостатки искусственного освещения. Несомненно, что естественный свет более благоприятен для человека. Поэтому выбор светового режима представляет собой важный этап проектирования;

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

Очевидно, что перечисленные технологические требования ставятся в зависимость от вида производств. Для одних производств, например, параметры воздушной среды или акустический режим не имеют существенного значения. Для других, наоборот, требования, связанные с состоянием воздушной среды, наиболее важны.

В свою очередь производственный процесс активно воздействует на окружающую среду, изменяя ее характер нередко в сторону, неприемлемую по технологическим и санитарно-гигиеническим требованиям. При этом следует иметь в виду не только искусственную среду, созданную в промышленном здании, но и природную среду, окружающую его.

Многие технологические процессы —

источники загрязнения воздуха вредными веществами в здании и вне здания. Если в здании от этих вредностей в известной мере человек может быть защищен при помощи систем аэрации, искусственной вентиляции или других средств, о которых будет сказано далее, то через фонари, трубы, шахты производственные вредности выбрасывают в атмосферу, губительно воздействуя на природу и человека.

Технологические процессы также источник шума, вибрации, электромагнитных волн, радиочастот, статического электричества, ионизирующих излучений и других вредных факторов внутренней и внешней среды.

Для промышленных предприятий и производств, тепловых электрических станций, складских зданий и сооружений, являющихся источниками выделения производственных вредностей в окружающую среду, установлена так называемая **санитарная классификация** (см. СН 245—71, раздел 8), согласно которой все промышленные предприятия разделяют на пять классов. К первому классу относят предприятия, имеющие производства с наиболее вредными выделениями, к пятому — с наименее вредными выделениями.

В соответствии с санитарной классификацией устанавливают санитарно-защитные зоны, т. е. пространство вокруг промышленного предприятия, где не должно строиться никаких объектов, связанных с длительным пребыванием людей (рис. 4.3). Размеры санитарно-защитных зон составляют для первого класса 1000 м, для пятого — 50 м. Защиту людей, работающих на предприятиях, от технологических вредностей осуществляют мерами строительного характера за счет санитарно-технического и инженерного оборудования здания.

Наибольший эффект достигают от совершенствования самого технологического процесса. Поэтому в СН 245—71 предлагаются меры, которые необходимо предусматривать при разработке технологической части проектов: замена вредных веществ менее вредными, замена твердого или жид-

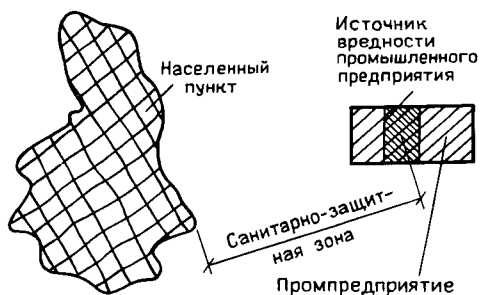


Рис. 4.3. Схема расположения промышленного предприятия относительно границы населенного пункта

кого топлива газообразным, герметизация технологического оборудования для предотвращения утечки вредных отходов в пространство цеха, внедрение автоматических герметизированных производственных процессов и др. Например, перевод московских тепловых электрических станций на газообразное топливо позволил значительно оздоровить воздушный бассейн Москвы, сделать его наиболее чистым по сравнению с другими крупными городами мира.

Для современного промышленного строительства с технологическими процессами, являющимися источниками выделения вредных веществ, должна предусматриваться очистка от них выбросов в атмосферу и рекуперация.¹

Снизить шум в производственных помещениях также возможно строительными средствами (звукоизоляция и звукопоглощение). Однако наиболее эффективна борьба с шумом в самом источнике путем замены процессов и технологических операций, вызывающих шум и вибрации, другими процессами и операциями с меньшей интенсивностью этих факторов.

К **техническим** требованиям относятся:

а) требования к **прочности** строительных конструкций здания, зависящей от применяемых материалов и типов конструкций, их способности вос-

¹ Рекуперация (от лат. recuperatio — обратное получение), возвращение части материалов или энергии для повторного использования в том же технологическом процессе.

принимать передаваемые на них силовые и несиловые воздействия, т. е. воздействия от технологического оборудования (нагрузки) и воздействия среды (температуры, влаги, агрессивных химических примесей, содержащихся в воздухе и пр.);

б) требования к **устойчивости** (жесткости) строительных конструкций многих промышленных зданий по сравнению с гражданскими имеют особое важное значение. Следует учитывать наличие динамических нагрузок, в ряде случаев значительных, при работе подъемно-транспортного оборудования (мостовых кранов, подвесных кранов, напольного транспорта) и технологического оборудования (станков для механической обработки, кузнечно-прессового оборудования и пр.). Динамические нагрузки могут вызывать вибрации, опасные для конструкций здания и вредные для работающих;

в) требования к **долговечности** материалов и основных конструкций здания, зависящей от ряда факторов, таких, как ползучесть, морозостойкость, влагостойкость, коррозионностойкость и биостойкость. Долговечность определяет срок службы здания, т. е. потерю требуемых эксплуатационных качеств основными конструкциями.

Промышленные здания по долговечности разделяют на четыре степени со сроками службы 20—100 лет и выше. Долговечность, выраженная в указанном количестве лет, весьма условна. Она сокращается при плохой эксплуатации зданий (например, при допустимой перегрузке конструкций, при отсутствии контроля за их состоянием и нарушении сроков профилактических ремонтов) и, наоборот, возрастает при хорошо организованной технической эксплуатации.

При проектировании отнесение здания к той или иной группе по долговечности устанавливается в зависимости от народнохозяйственного значения предприятия (электростанция — длительный срок службы, временный склад — короткий срок), концентрации в нем материальных ценностей (оборудование), запасов сырьевых ре-

сурсов, для переработки которых возводится здание, от предполагаемого срока моральной амортизации здания или производственного процесса;

г) требования по **взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности**, поскольку технологические процессы могут представлять опасности подобного рода. По этим признакам производства классифицируют на шесть категорий: А, Б, В, Г, Д, Е (см. СНиП 2.09.02—85. Производственные здания).

Производства категории А наиболее взрывопожароопасные, так как к ним отнесены технологические процессы, в которых участвуют горючие газы и жидкости с низкими пределами взрываемости и температурами вспышки паров. При смешении они образуют взрывоопасные смеси, способные также взрываться и гореть при взаимодействии с водой и кислородом воздуха.

Производства категории Б менее взрывопожароопасны (более высокие пределы вспышки паров и взрываемости); к этой категории относятся также производства с горючими пылями и волокнами, образующими взрывоопасные смеси с воздухом.

Производства категории В относятся только к пожароопасным (высокие пределы вспышки паров и пылевых смесей или работы, связанные с твердыми сгораемыми веществами). Производства категорий Г и Д связаны с обработкой несгораемых веществ соответственно в горячем и холодном состояниях. К категории Е отнесены все только взрывоопасные производства, когда после взрыва не происходит горение.

Категорию производства назначают по нормам технологического проектирования данной отрасли производства или в результате специальных исследований при производстве нового вида.

В соответствии с категорией производства в техническое решение здания вводят определенные ограничения, обеспечивающие повышение безопасности работающих, снижение вероятности возникновения пожара и ущер-

ба в результате взрыва и пожара. Так, для производства категории А, Б, В здания должны быть не выше шести этажей с огнестойкостью¹ I и II степени; для категорий Г и Д этажность не более десяти этажей при I и II степени огнестойкости, а при III, IV или V степени огнестойкости этажность зданий соответственно не должна превышать трех, двух и одного этажа.

От требуемой степени огнестойкости зависит выбор материалов и основных несущих и ограждающих конструкций здания. Например, для зданий I степени огнестойкости все конструкции должны быть несгораемыми, для зданий V степени огнестойкости они могут быть сгораемыми, например, из дерева. Кроме того, для взрывоопасных производств (категории А, Б и Е) наружные ограждающие конструкции целесообразно делать «легкосбрасываемыми» взрывной волной, образующейся при взрыве.

Устройство легкосбрасываемых конструкций играет роль как бы предохранительного клапана в сосуде с высоким давлением. При этом легкосбрасываемая ограждающая конструкция разрушается от взрыва, но основные несущие конструкции, определяющие возможность функционирования здания, остаются неповрежденными или поврежденными незначительно.

К легкосбрасываемым конструкциям относят окна с обычным стеклом, двери, распашные ворота, фонарные переплеты, легкие ограждения с применением асбестоцементных, алюминиевых и стальных листов с легкими утеплителями и т. п. В отдельных случаях предусматривают специальные отверстия в стенах или покрытии, закрытые легкими ограждениями (рис. 4.4). Число легкосбрасываемых ограждений устанавливают по расчету.

Во избежание распространения огня при возникновении пожара здания

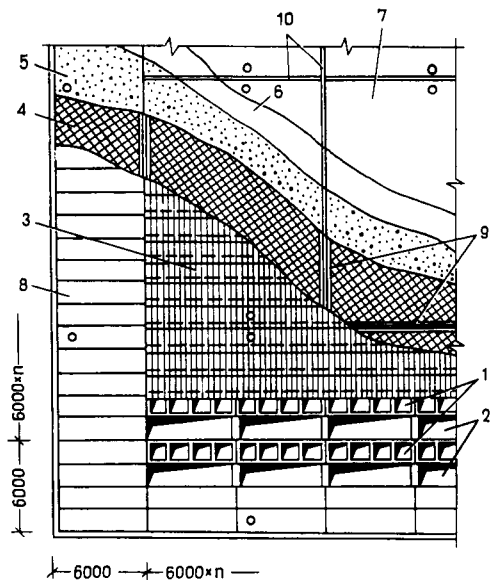


Рис. 4.4. Устройство легкосбрасываемого покрытия. План 1 — железобетонные плиты с проемами; 2 — проемы между плитами; 3 — волнистые асбестоцементные листы; 4 — теплоизоляция; 5 — цементная стяжка; 6 — рулонный гидроизоляционный ковер; 7 — защитный слой (посыпка гравием); 8 — обычные железобетонные плиты покрытия; 9 — асбестоцементные уголки; 10 — деформационные швы

разделяют противопожарными стенами (брандмауэрами) или зонами [2, с. 15]. Размеры площади этажа между противопожарными стенами назначают в зависимости от категории производства, степени огнестойкости здания и этажности. При этом площадь будет тем меньше, чем выше этажность и чем меньше степень огнестойкости конструкций здания;

д) требования к санитарно-техническому и инженерному оборудованию здания, которые в зависимости от технологического процесса предусматривают отопление, ту или иную систему вентиляции или кондиционирования воздуха, водоснабжение, устройство лифтов для работающих и т. п.

На архитектурно-художественные качества промышленных зданий часто не обращают должного внимания, оправдывая это их утилитарным характером. Такая точка зрения иногда бытует среди специалистов, плохо представляющих пути решения задач, поставленных в Программе КПСС (новая редакция которой утверждена XXVII съездом КПСС) об изменении социальной сущности труда при ком-

¹ Огнестойкость зданий см.: Архитектура гражданских и промышленных зданий. Том II. Основы проектирования. М., 1976, с. 15; а также СНиП-2.01.02—85. Противопожарные нормы.

мунизме: труд на благо общества станет для всех первой жизненной потребностью, осознанной необходимостью, способности каждого будут применяться с наибольшей пользой для народа.

Создаваемые в настоящее время промышленные предприятия и входящие в них производственные здания и сооружения должны отвечать требованиям современной организации производственного процесса и, следовательно, обеспечивать условия сближения физического и умственного труда, превращения труда в первую жизненную потребность людей.

Можно представить, что в созданной искусственной среде, т. е. в промышленном здании, с учетом указанных выше технологических (функциональных) и технических требований можно организовать производственный процесс, поскольку объемно-планировочная и техническая структура промышленного здания обуславливается прежде всего материальными требованиями социального, в данном случае трудового процесса.

Каждый социальный процесс связан с сознательной деятельностью человека и поэтому затрагивает сферу его не только материальных, но и духовных интересов. Следовательно, в формировании искусственной производственной среды, т. е. здания, всегда присутствует кроме материального духовный элемент, выражающийся в эстетических или архитектурно-художественных качествах здания.

Поэтому промышленные здания, как и гражданские, независимо от их назначения должны удовлетворять вполне определенным архитектурно-художественным требованиям как во внешнем своем облике, так и в интерьере.

Архитектурно-художественные качества здания, как известно из предыдущего [2, с. 39], достигаются средствами архитектурной композиции, к которым относятся симметрия и асимметрия, ритм, пропорции и т. п.

Очевидно, что во всех видах зданий, а в промышленных особенно, применяемые средства архитектурной

композиции не должны нарушать их функциональную и техническую целесообразность.

Поэтому хорошую архитектурную композицию промышленных зданий, т. е. такое построение, которое предполагает установление единства функционального назначения, конструктивного решения и художественной выразительности, часто бывает достигнуть сложнее, чем при проектировании гражданских зданий, допускающих большую творческую свободу действий.

Архитектурно-композиционные решения промышленных зданий должны учитывать:

а) **градостроительные требования**, если производственное предприятие или промышленное здание предполагается возводить в системе городской застройки. В этом случае композиция должна учитывать те архитектурные условия, которыми определяется застройка данного района, подчиненная, например, созданию целостного архитектурного ансамбля или предполагающая, что проектируемое промышленное здание должно стать композиционным центром какой-то части района или, наоборот, не нарушать его сложившегося архитектурного облика;

б) **требования, предъявляемые к архитектуре комплекса**, предполагающие, что само промышленное предприятие должно представлять собой выразительный в архитектурно-художественном отношении ансамбль, т. е. согласованное расположение группы производственных, вспомогательных, энергетических и складских зданий и сооружений с обеспечением его полной технологической целесообразности, градостроительных требований и природного окружения. Последнее особенно важно при строительстве промышленных узлов, отдельностоящих промышленных предприятий, гидроузлов и т. п., размещение которых в природном окружении требует не только мер по защите природной среды, но и по сохранению привлекательности и своеобразия окружающего ландшафта.

Научно-технический прогресс в

технологии производства позволяет создавать в городах так называемые **промышленно-селитебные районы**, в которых жилье непосредственно сочетается с промышленными предприятиями, не являющимися источниками вредных загрязнений среды. В связи с этим архитектурные ансамбли приобретают новые качества в результате сочетания зданий гражданского и промышленного назначения;

в) требования, предъявляемые к **архитектуре здания**, предполагающие выразительное, привлекательное по внешнему облику решение каждого здания или сооружения, входящего в состав промышленного комплекса. При этом следует иметь в виду, что архитектурно-художественное решение должно достигаться не за счет использования декоративных средств и, следовательно, материала, инертного по отношению к работе конструкции, а главным образом в результате форм самих конструкций в чистом их виде, поскольку современная техника создает огромные возможности для получения выразительных в архитектурном отношении решений, если конструкции гармоничны, пропорциональны, проработаны в деталях и пр.;

г) требования, предъявляемые к **интерьеру**, который, как и внешний вид здания, должен быть привлекательным, создавать по всем своим показателям, т. е. по пространству, свету, цвету ограничивающих его поверхностей, конструкциям, образующим элементы композиции интерьера, среду, соответствующую условиям производственного социалистического труда.

Следует отметить, что производственный цех, представляющий собой целесообразно организованное светлое помещение, отвечающее санитарно-гигиеническим условиям, с качественно выполненными ограждающими конструкциями и строительными деталями, находящимися в хорошем

эксплуатационном состоянии, уже несет в себе определенные эстетические качества.

К требованиям **экономическим** относятся:

а) **экономичность объемно-планировочных решений**;

б) **экономичность конструктивных решений**;

в) **экономичность средств, идущих на архитектурно-художественные решения**;

Они и для промышленных зданий устанавливаются по показателю экономической эффективности капитальных вложений, который выражается через приведенные затраты.

Экономичность объемно-планировочных, конструктивных и архитектурно-художественных решений промышленных зданий предполагает достижение минимума единовременных и эксплуатационных затрат за счет рациональных проектных решений, сокращения срока строительства и ускорения ввода предприятий в эксплуатацию.

Необходимо стремиться к снижению затрат на строительство зданий, освобождая материальные и денежные средства на технологическое оборудование, с помощью которого производятся новые материальные ценности.

Например, размещение оборудования на открытом воздухе, которое допускают некоторые технологические процессы, удорожает само оборудование, но резко сокращает затраты на строительно-монтажные работы.

Для выбора экономически целесообразных решений Строительными нормами и правилами проектирования промышленных зданий установлено деление их на четыре класса в зависимости от предполагаемых сроков эксплуатации предприятия и его основных фондов согласно данным планирования, развития той или иной отрасли народного хозяйства.

§ 5. ВОЗДУШНАЯ СРЕДА

Состояние воздушной среды производственных помещений характеризуется температурой, влажностью и скоростью движения воздуха, а также содержанием в нем химических и механических (аэрозолей) примесей. Воздушная среда должна по своим параметрам отвечать технологическим и санитарно-гигиеническим требованиям. На ее параметры влияют различные внешние и внутренние факторы, в том числе выделения тепла, влаги, химических веществ, пыли, сопровождающие технологический процесс.

Метеорологические условия¹. Воздух, как среда, окружающая технологическое оборудование и работающих в производственном помещении, не должен влиять в отрицательном смысле на происходящий технологический процесс, но главное — воздух должен отводить от человеческого организма то тепло, которое им выделяется.

Отдача тепла организмом, как и любого нагретого тела, происходит за счет конвекции окружающим воздухом и излучения, а также за счет испарения влаги с кожного покрова человека. Известно, что интенсивная конвекция может происходить лишь при наличии достаточной разности температур тела человека и окружающего воздуха.

Теплоотдача излучением также зависит от разности температур человеческого тела и окружающих его предметов (оборудования, ограждающих конструкций и пр.), температура которых во многих случаях близка к температуре воздуха помещения.

Следовательно, температура воздуха в помещении должна быть тем ниже, чем больше выделяет человеческий организм тепла. При работе, не требующей значительного физического напряжения, температура воздуха должна быть более высокой, при тяжелых работах — более низкой.

Испарение влаги с поверхности тела человека может происходить, если окружающий его воздух при данной температуре имеет дефицит влаги. Если путем конвекции, излучения и испарения организм человека все же не может отдать избытки тепла в окружающую воздушную неподвижную среду из-за чрезмерно высокой ее температуры и влажности, то при создании искусственными методами движения воздуха его охлаждающее действие на организм может быть увеличено, так как в этом случае теплоотдача путем конвекции и испарения возрастает.

Эти три параметра воздушной среды — **температура, влажность, скорость движения воздуха** всегда рассматриваются вместе, поскольку совокупно действуют на человеческий организм.

Между человеческим организмом и окружающей средой должен существовать правильный тепло- и влагообмен. Пределы таких сочетаний определяются значениями температуры, которые в этом случае (т. е. с учетом совокупного действия влажности и скорости движения воздуха) называются эффективными или эквивалентно-эффективными температурами комфорта (о комфортной температуре подробнее см. в курсе «Отопление и вентиляция»).

Работы, выполняемые людьми в промышленных зданиях, по степени тяжести подразделяют на три категории: а) легкие, без систематического физического напряжения (основные процессы приборостроения, машиностроения и т. п., выполняемые сидя

¹ В технической литературе состояние воздушной среды помещения по температуре, влажности и скорости движения воздуха нередко называют «микроклиматом», «внутренним климатом» или «метеорологическими условиями».

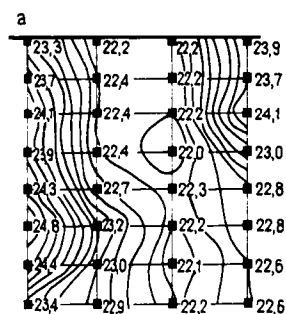


Рис. 5.1. Фрагмент плана ткацкого цеха шелкоткацкого комбината

а — распределение изотерм воздуха, °С; б — распределение относительной влажности воздуха, % (по данным В. М. Ильинского [32, с. 132])

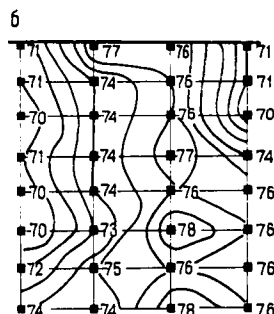
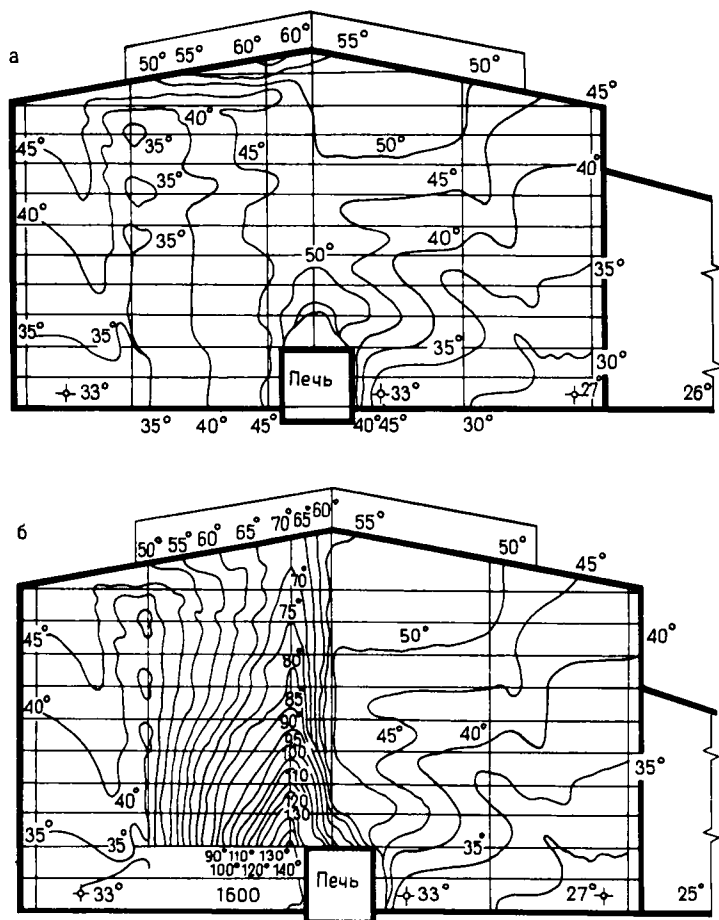


Рис. 5.2. Изотермы в поперечном сечении сталеплавильного цеха над печью емкостью 400 т в летнее время года

а — в период плавки; б — в период выпуска стали (по данным Т. Н. Кожевниковой [31, с. 34—35])



или стоя) — затрата энергии до 175 Вт (150 ккал/ч); б) средней тяжести, связанные с ходьбой, переноской небольших тяжестей, и работы, выполняемые стоя (прядельно-ткацкое производство, механическая обработка

древесины, сварочные, литейные и т. п.), — затрата энергии до 290 Вт (250 ккал/ч); в) тяжелые, связанные с постоянным физическим напряжением (кузнечные с ручной ковкой, литейные с ручной набивкой и заливкой

опок и т. п.), — затрата энергии более 290 Вт, т. е. более 250 ккал/ч (см. СН 245—71, с. 77).

Каждый вид работ определяет свою температуру комфорта. Температура воздушной среды зависит от количества тепла, поступающего в нее от разных источников (за счет тепловыделений организма человека, извне, за счет инсоляции, от системы отопления, от раскаленного металла в металлургических производствах, от электродвигателей, от светильников искусственного освещения и пр.).

Теплопоступления, оказывающие влияние на температуру воздуха в помещении, называют «явным теплом» в отличие от скрытого тепла, образующегося при фазовых превращениях вещества.

Избытками явного тепла называют его остаточные количества (за вычетом теплопотерь зданием), поступающие в помещение при расчетных параметрах наружного воздуха после осуществления всех мероприятий по их уменьшению, например теплоизоляции оборудования.

В зависимости от величины избытков явного тепла производственные помещения разделяют на две группы: к первой отнесены помещения с незначительными избытками явного тепла — до 24 Вт/м³ (до 20 ккал/м³), ко второй — со значительными — более 24 Вт/м³ (более 20 ккал/м³).

Например, помещения механических, механосборочных, ткацких и других цехов с относительно невысокими температурами воздуха в рабочей зоне и, следовательно, с незначительными теплоизбытками и при отсутствии их относят к первой группе (о рабочей зоне см. § 11). На рис. 5.1 показано распределение температуры и относительной влажности воздуха в рабочей зоне ткацкого цеха шелкоткацкого комбината.

Помещения литейных цехов, сталеплавильных, прокатных и др., в производственном процессе которых выделяются значительные количества явного тепла, относят ко второй группе. На рис. 5.2 показано распределение температур воздуха в сталеплавильном

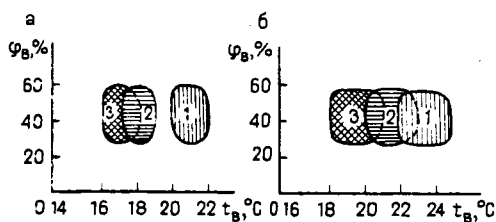


Рис. 5.3. Оптимальные температурно-влажностные условия на рабочих местах в производственных помещениях промышленных зданий

а — в помещениях с незначительными и значительными избытками явного тепла в холодный и переходный периоды года (t_n меньше 10 °С); б — в помещениях с незначительными и значительными избытками явного тепла в теплый период года (t_n больше 10 °С). Комфортные зоны при категориях работ: 1 — легкой; 2 — средней тяжести; 3 — тяжелой

цехе в периоды плавки и выпуска стали. Из рисунка следует, что максимальные температуры в период плавки образуются под покрытием цеха, а в период выпуска стали — по вертикали над леткой печи.

Цехи, подобные сталеплавильным, т. е. со значительными теплоизбытками называют «горячими цехами». Для горячих цехов характерны выделение больших количеств тепла излучением (от раскаленного металла, сильно нагретого оборудования и пр.) и наличие сильных конвективных токов воздуха, возникающих в местах, где расположены источники тепловыделений, например сталеплавильные печи.

В зависимости от характера технологического процесса источники избыточного тепловыделения могут действовать постоянно или периодически. Периодические воздействия («тепловые удары») значительно усложняют создание требуемых метеорологических условий в производственных помещениях.

Санитарными нормами проектирования промышленных предприятий (СН 245—71) установлены оптимальные и допустимые параметры воздушной среды в рабочей зоне (рис. 5.3). При этом также учитывают категорию работы (легкая, средней тяжести и тяжелая) и периоды года: холодный, переходный (температура наружного воздуха ниже 10 °С) и теплый (температура наружного воздуха выше 10 °С).

При отклонении параметров воз-

душной среды от оптимальных значений сверх допустимых пределов условия труда существенно ухудшаются, падает производительность труда, повышается утомляемость людей, возрастает восприимчивость к различным заболеваниям.

Состав воздуха. Воздух производственных помещений всегда содержит различные примеси, которые могут оказывать вредное воздействие на организм человека, конструкции здания и на технологический процесс или технологическое оборудование. К ним относятся: а) **влаги**, выделяемая людьми (**потоотделение**) и оборудованием в процессе производства; б) **инертные** и **вредные газы**, образующиеся в результате разложения органической пыли, выделяемые в источниках открытого огня и т. п.; в) **механические примеси** органического и неорганического происхождения в виде аэрозолей или дисперсных систем, выделяемые в результате технологического процесса или деятельности человека.

Следует отметить, что на состав воздуха производственных помещений оказывает непосредственное влияние и наружная воздушная среда, содержащая такие же примеси. Перечисленные выше примеси в известных концентрациях делают состав воздуха вредным и даже опасным для человека, губительно действующим на строительные конструкции здания.

Мерилом непригодности воздуха может быть каждый из перечисленных выше видов примесей или их совокупность, что зависит от характера технологического процесса, протекающего в помещении. Например, в гаражах мерилom непригодности воздуха служит наличие в нем максимально допустимого количества окиси углерода, выделяемого при работе двигателей внутреннего сгорания. В производственных помещениях, связанных с выделением пыли, мерилom загрязненности воздуха служит содержание в нем пыли в количествах, превышающих безвредные для человека нормы.

Воздействие влаги в ее чистом виде на конструкции, например при конденсации влаги на внутренних поверх-

ностях ограждающих конструкций (поверхностная конденсация) или внутри (внутренняя конденсация), может вызвать их переувлажнение (отсыревание), ухудшение физико-технических показателей и в конечном итоге преждевременный износ. Об этом подробно было изложено ранее [2, с. 88].

Вредное воздействие влаги в производственных помещениях, технологические процессы в которых связаны, например, с выделением сернистых или других газов, может резко усилиться в результате взаимодействия этих газов с влагой и образования слабых растворов кислот, разрушающе действующих на строительные конструкции (сталь, бетон и др.).

Следует также иметь в виду, что присутствие в воздухе или на поверхности конструкции гигроскопических солей (как результат выделений технологического процесса) повышает температуру точки росы.

При перемещении по толще ограждающей конструкции к ее наружной поверхности влаги, сконденсировавшейся на внутренней поверхности и содержащей растворенные химические примеси, в холодных слоях конструкции может возникнуть кристаллизация этих примесей, сопровождающаяся расширением вещества и вызывающая серьезные нарушения структуры материала конструкции. Такое явление наблюдается, например, в наружных ограждающих конструкциях (стенах, покрытиях) красильных цехов текстильных предприятий, если они не имели надежной гидроизоляции, препятствующей проникновению влаги (в жидкой фазе) в толщу ограждения.

Столь же неприятные последствия могут давать результаты взаимодействия влаги и некоторых видов механических примесей, содержащихся в воздухе (аэрозолей), например, в виде нерастворимых пленок на ограждающих конструкциях или оборудовании.

Следовательно, влага в чистом виде как составная часть воздушной среды производственного помещения оказывает активное влияние на влажностное состояние ограждающих и

других конструкций здания и в избыточных количествах способствует развитию процессов коррозии, снижению морозостойкости и пр., а в сочетании с химическими и другими примесями, содержащимися в воздухе, может стать решающим фактором, определяющим долговечность конструкций.

Поэтому при проектировании здания следует особенно тщательно проанализировать ожидаемый влажностный режим воздушной среды и предусмотреть все необходимые меры для предупреждения его неблагоприятных воздействий как на человеческий организм, так и на конструкции.

Во многих промышленных зданиях воздушная среда может содержать вредные для человека химические вещества.

Вредные вещества по степени воздействия на организм человека подразделяются на четыре класса: I — чрезвычайно опасные, II — высокоопасные, III — умеренно опасные, IV — мало опасные. Их агрегатное состояние может быть в виде паров или газов, аэрозолей или смеси паров и аэрозолей. Некоторые из них опасны при поступлении в организм человека через дыхательные пути или через кожный покров.

Некоторые аэрозоли обладают фиброгенным действием, т. е. вызывают поражение дыхательных путей человека в результате патологического роста тканей.

К I классу относят, например, смеси: паров и аэрозолей — алдрина, гексахлорана, никотинсульфата и др.; паров или газов — хлористого бензила, гептахлора, диэтилового эфира, перфторадипиновой кислоты, озона, тетраэтилсвинца, желтого фосфора и др.; аэрозолей — бериллия, ванадия и их соединений, окиси кадмия, солей никеля, сулемы, свинца и его неограниченных соединений, стрептомицина, урана, хлорного хрома и др.

Ко II классу относят смеси: паров и аэрозолей — аллодана, бутилового эфира, гексгена, карбофоса, сурьмы, хлорофоса и др.; паров или газов — окислов азота, анилина, цианистого бензила, дихлорэтана, бромистого метила, йода, сероуглерода, сероводорода, четыреххлористого углерода, фтористого водорода, хлористого и цианистого водорода и др.; аэрозолей — аминазина, четыреххлористого германия, окиси кобальта, марганца, меди, никеля, серной кислоты, сурьмы металлической, фосфорного ангидрида и др.

К III классу относят смеси: паров и аэрозолей — борной кислоты, динила, спирта и — октилового и др.; паров или газов — акриловой и валериановой кислоты, диоксана, камфары, сернистого ангидрида, метилового и бутилового спиртов, уксусной кислоты, бромистого этила и др.; аэрозолей — аминопластов, борного ангидрида, вольфрама, германия, молибдена, поливинилхлорида, полипропилена, сульфата аммония, окиси цинка, чая и др.; аэрозолей преимущественно фиброгенного действия — диатомита, кремнеземсодержащих пылей, трепела и др.

К IV классу относят смеси: паров и аэрозолей — метилипиридинона; паров или газов — аммиака, ацетона, бензина, керосина, лигроина, нафталина, скипидара, уайтспирита и др.; аэрозолей преимущественно фиброгенного действия — алюминия и его сплавов, доломита, окиси железа, известняка, магнезита, силикатов и силикатосодержащих пылей, пылей растительного и животного происхождения и пр.

Воздействие перечисленных веществ зависит от их концентрации. Поэтому установлены предельно допустимые концентрации вредных веществ¹ в воздушной среде рабочей зоны производственных помещений (см. «Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий» СН 245—71).

В тех случаях, когда в воздухе рабочей зоны содержится несколько вредных веществ одностороннего действия (т. е. близких по химическому строению и характеру биологического воздействия на организм человека), допустимыми считаются концентрации, которые удовлетворяют следующему соотношению:

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ПДК_n} \leq 1,$$

где $C_1, C_2, \dots, C_n$ — фактические концентрации вредных веществ; $ПДК_1, ПДК_2, \dots, ПДК_n$ — предельно допустимые концентрации, установленные для их изолированного присутствия.

Следует иметь в виду, что степень агрессивного воздействия газов определяется не только их видом и концентрацией, но температурой и влажностью воздуха. Чем выше температура

¹ Предельно допустимыми концентрациями вредных веществ в воздухе рабочей зоны считают такие концентрации, которые при ежедневной восьмичасовой работе в течение всего рабочего стажа не могут вызвать у работающих заболеваний или отклонений в состоянии здоровья.

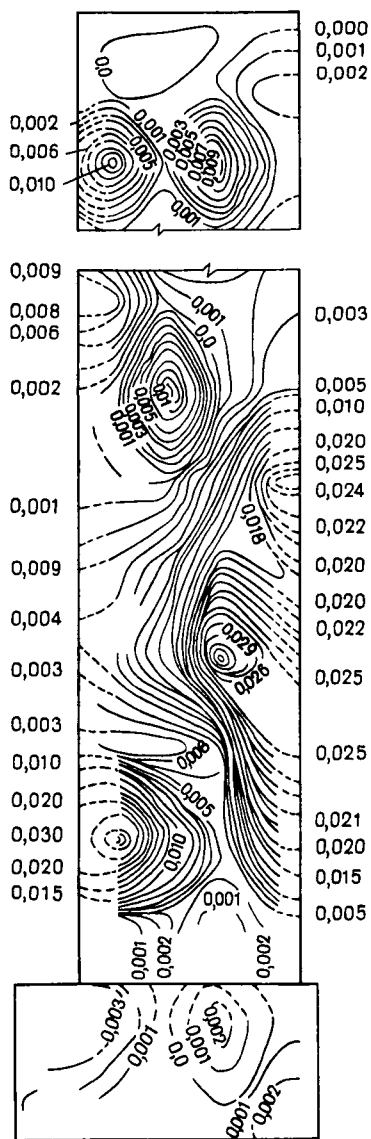


Рис. 5.4. План участка прокатного стана металлургического завода с изолиниями, показывающими содержание углерода в воздушной среде рабочей зоны (по данным Э. И. Реттера)

и влажность воздуха, тем активнее вредные вещества воздействуют на организм человека.

Состояние воздушной среды производственных зданий по содержанию вредных веществ определяется натурными обследованиями. На рис. 5.4 показан схематический план участка прокатного цеха металлургического завода, на который нанесены изолинии содержания окиси углерода (СО) в воздухе рабочей зоны цеха. Пробы

взяты в натуре на рабочих местах. Зная, на каких участках цеха загазованность превышает предельно допустимые концентрации, принимаются дополнительные меры по усилению вентиляции помещения или уменьшению выделения СО в воздух цеха.

Опасность для работающих могут представлять химические вещества, не только содержащиеся в воздухе, но и растворы кислот, щелочей, солей, органические жидкости (растворители, масла, растворы, сахара и др.).

Степень агрессивного воздействия жидкостей зависит от их вида, концентрации и температуры, а для растворов кислот, оснований и солей, кроме того, от степени их электролитической диссоциации, водородного показателя (рН) * и активности ионов.

На рис. 5.5 показан схематический план травильного отделения цеха холодного проката. Основные источники агрессивной среды здесь — травильные ванны с растворами, имеющими высокую температуру нагрева (60—100 °С) и значительную концентрацию в основном серной кислоты. В отделении цеха имеют место проливы растворов на пол (цифры на рис. 5.5 характеризуют проливы в рН). За счет испарения в воздушную среду попадают химические вещества (например, серная кислота). При нарушении правил технологического процесса концентрация серной кислоты в воздухе может превышать санитарную норму.

Степень агрессивного воздействия **аэрозолей** зависит от их вида, дисперсности, интенсивности обмена воздуха (для пыли и дыма), растворимости, гигроскопичности и, главное, от содержания влаги в воздухе.

По размерам частиц аэрозоли подразделяют на пыль (от 10 мкм и выше),

* Водородный показатель рН раствора численно равен десятичному логарифму концентрации водородных ионов, взятому с отрицательным знаком, т. е. $\text{pH} = -\lg C_{\text{H}^+}$; рН в пределах 6—8 — нейтральная среда (химически чистая вода $\text{pH} = 7$); активность среды 4,5—6 для кислой реакции и 8—10 для щелочной реакции (средняя); при $\text{pH} < 4,5$ — большая активность, при $\text{pH} > 10$ — малая активность.

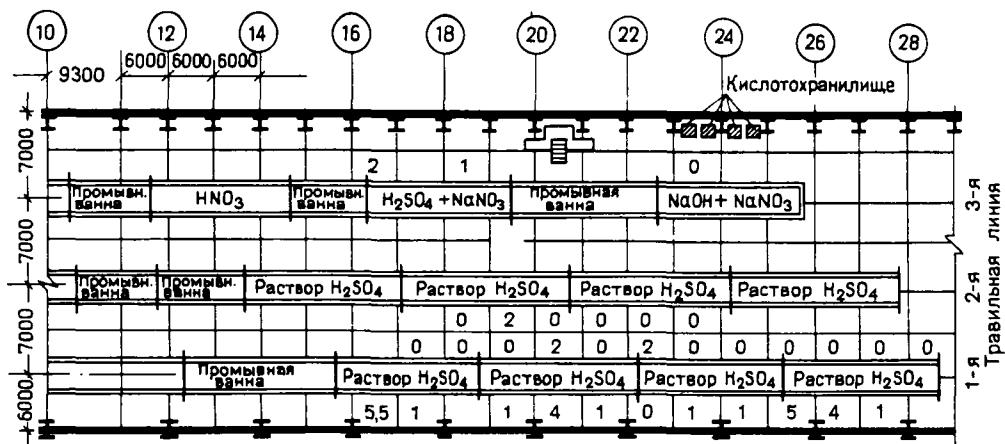


Рис. 5.5. План травильного отделения цеха холодного проката металлургического завода (по данным В. К. Городецкого [31, с. 66])

туманы с жидкими частицами (0,1—10 мкм) и дым (0,001—0,1 мкм).

Агрессивное воздействие пыли (типа солей) зависит от гидрофильности, растворимости в воде, степени электролитической диссоциации и активности ионов и повышается в следующем порядке: силикаты, фториды, карбонаты, бикарбонаты, сульфиты, сульфаты и т. д. Наиболее опасна пыль свинца, фосфора и других подобных элементов, а также веществ, пылинки которых имеют острые края.

К производственным зданиям, технологические процессы в которых связаны с большим выделением пыли, относятся: трепальные отделения хлопчатобумажных фабрик, цехи стекольных заводов, фосфоритовые мельницы и крупозаводы, сырьевые отделения цементных заводов при сухом способе производства цемента и др.

На многих промышленных предприятиях производится переработка пыли. Например, на свинцово-цинковых заводах, в отделениях шахтных печей, конвертеров и агломерационных машин очень вредная свинцовая пыль улавливается и из нее извлекают ряд ценных элементов.

Для защиты помещений от пыли и загазованности воздушной среды наружный воздух, забираемый системой искусственной вентиляции, очищается в специальных фильтрах.

Особым, очень важным аспектом состояния воздушной среды производственного помещения является возможность возникновения в нем **взрывоопасных смесей**. Такие смеси образуются в помещениях, где в процессе производства в воздух выделяются пары газа или пыли, способные в смеси с ним (в определенных соотношениях) взрываться. Наибольшее число таких взрывов приходится на химические производства, связанные с водородом, ацетиленом и метаном.

Достаточно взрывоопасны производства с применением горючих жидкостей, а также производства с выделениями органической пыли. К ним относятся, например, производства, связанные с приготовлением и транспортированием угольной пыли, древесной муки, мукомольные производства, производства с выделением сахарной пыли и др.

Причинами образования взрывоопасных смесей, как правило, являются нарушения технологического процесса, неисправность аппаратуры, нарушение контроля за ней, аварийные ситуации, неисправность или недостаточная эффективность систем вентиляции и т. п. (о взрывобезопасности см. подробнее в курсе «Охрана труда»).

При проектировании промышленных зданий на обеспечение оптимальных параметров воздушной среды должно обращать большое внимание. Они

достигаются при помощи систем отопления, естественной вентиляции (аэрации), искусственной вентиляции и систем кондиционирования воздуха, надлежащим образом отрегулированных и управляемых, а также путем правильного подбора физико-технических параметров ограждающих конструкций здания.

Наряду с этим важнейшим фактором в борьбе за обеспечение **комфортных условий труда** остается совершенствование технологических процессов и оборудования с целью снижения их влияния на состояние воздушной среды производственного помещения. В частности, защиту работающих от лучистого тепла осуществляют не только мерами строительного характера, но и мерами, непосредственно связанными с технологическим процессом и оборудованием, например, экранированием, охлаждением сильно нагретых поверхностей оборудования, созданием изолированных от внешней среды рабочих мест, применением водовоздушного душирования.

Целесообразно также здесь рассмотреть еще одну характеристику среды, которая имеет косвенное отношение к рассмотренным ранее вопросам. Имеется в виду накопление на теле работающих в помещении **статического электричества**. Этот фактор стал заметно проявляться при выполнении строительных конструкций из синтетических материалов.

При соприкосновении человека с заземленными металлическими деталями происходит электрический разряд, который отрицательно действует на организм человека и может в отдельных случаях привести к производственной травме, а во взрывоопасных помещениях — к взрыву или загоранию. На организм человека физиологическое воздействие зарядов статического электричества оценивается величиной потенциала в кВ. На теле человека при потенциале 3 кВ разряд не ощутим, при 4—5 кВ — ощутим, при 6—12 кВ человек ощущает легкие, сильные и острые как бы уколы. При потенциалах более 12 кВ возникают судороги.

Наиболее активные в электростатическом отношении — полы, выполненные из линолеума, ворсовых ковров, пластиков и т. п. Допустимая величина остаточного потенциала зарядов в синтетических покрытиях полов до 200 В.

§ 6. АЭРАЦИЯ

Вентиляцию производственных помещений по признаку побуждения движения воздуха разделяют на естественную и искусственную, или механическую. При естественной вентиляции воздухообмен в производственном помещении происходит за счет разности удельных весов наружного и внутреннего воздуха и действия ветра. При искусственной вентиляции для перемещения воздуха затрачивается электрическая энергия.

Естественная вентиляция помещения осуществляется в результате следующих факторов:

а) **инфильтрации**, т. е. проникания воздуха внутрь здания через щели и неплотности, имеющиеся в ограждающих конструкциях, а также через поры материала, из которого эти ограждения выполнены. Инфильтрация, как правило, создает незначительный воздухообмен, но в отдельных случаях может достигнуть больших размеров, при этом в помещениях без теплоизоляции инфильтрация охлаждает воздух и вызывает излишние затраты тепла;

б) неорганизованного управляемого воздухообмена через форточки, фрамуги, окна, двери и ворота;

в) организованного управляемого естественного воздухообмена, или **аэрации**.

Естественный воздухообмен называют аэрацией в тех случаях, когда можно осуществлять его в заранее заданных объемах и регулировать в соответствии с внутренними и внешними условиями (температурой воздуха, направлением и скоростью ветра). Аэрация обеспечивается через систему управляемых приточных и вытяжных отверстий, потребную площадь которых определяют по расчету.

Путем аэрации достигают удаление из производственных помещений вред-

ных газов и аэрозолей, а также избыточного тепла и влаги.

Аэрацию применяют в основном в цехах со значительными теплоизбытками (горячие цехи), где естественный воздухообмен должен составлять миллионы кубометров в час без специальной затраты энергии на эти цели.

Возможность организации рациональной аэрации зависит от объемно-планировочного решения здания, целесообразной компоновки производственного оборудования и правильного размещения в ограждающих конструкциях (стенах и покрытиях) приточных и вытяжных отверстий.

Действие аэрации, как было сказано ранее, обусловлено разностью удельных весов наружного и внутреннего воздуха, т. е. стремлением нагретого и более легкого воздуха войти в высоко расположенные вытяжные отверстия (рис. 6.1), а более холодного войти в помещение через низкорасположенные приточные отверстия. В соответствии с этим на активность аэрации в результате разности удельных весов влияют тепловой и высотный перепады, равные соответственно разности температур наружного и внутреннего воздуха и разности уровней вытяжных и приточных отверстий.

Потребность в аэрации особенно велика в летние месяцы, при более высокой температуре наружного воздуха, когда тепловой перепад меньше. В связи с этим в летний период необходимо увеличивать площадь приточных и вытяжных отверстий и высотный перепад за счет размещения приточных отверстий в нижней части стен. В зимний период приточные отверстия целесообразно размещать выше, на высоте приблизительно 4—6 м от рабочей зоны. Это позволяет поступающему холодному воздуху смешаться с внутренним, повысить свою температуру и избежать избыточного охлаждающего действия на работающих в цехе людей (см. рис. 6.1).

Действие аэрации в результате действия ветра обуславливается разностью давлений. При обтекании здания воздухом повышенное давление возникает с подветренной стороны, а пони-

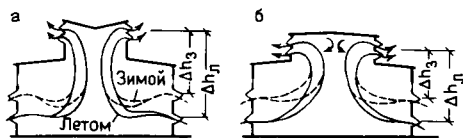


Рис. 6.1. Схема аэрации однопролетного здания в летних и зимних условиях

а — при фанаре с внутренним водоотводом; б — при фанаре с наружным водоотводом; $\Delta h_{\text{л}}$ — летний высотный перепад; $\Delta h_{\text{з}}$ — зимний высотный перепад

женное (разрежение) — с заветренной стороны.

Воздух поступает в помещение в проемы в ограждающих конструкциях, расположенные с подветренной стороны, а с заветренной стороны уходит из него.

Таким образом, даже при отсутствии тепловых избытков происходит воздухообмен от действия одного ветра. Здания, имеющие различный профиль, но одинаковые по площади проемы, при одной и той же силе ветра могут обладать различным воздухообменом. Для увеличения воздухообмена аэрационные проемы в покрытии, т. е. фанари, целесообразно располагать перпендикулярно направлению господствующих ветров летних месяцев, когда особенно необходима интенсивная аэрация (рис. 6.2). Направления господствующих ветров в данном географическом пункте определяют по составляемой метеорологическими станциями **розе ветров**, на которой в принятом масштабе откладывают по соответствующим румбам (навстречу ветру) продолжительность действия ветра в рассматриваемый период года. Соответствующие величины откладываются в виде векторов в процентах по повторяемости от общего числа наблюдений за много лет по направлению 8 или 16 румбов. Прямые, соединяющие концы векторов, образуют контур розы ветров.

Розы ветров могут быть годовые, для зимнего или для летнего периода, месячные и т. п. На рис. 6.2 видно, что в данном случае господствующими в летний период являются ветры юго-восточного направления.

Обтекание воздухом здания вызы-

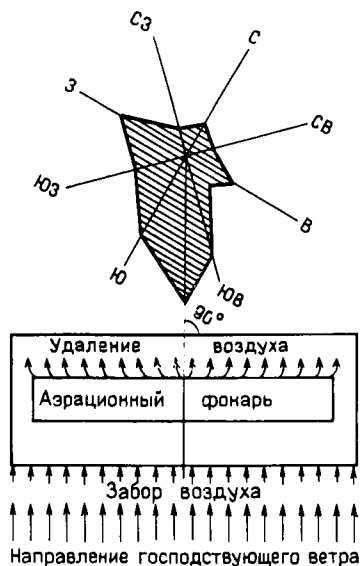


Рис. 6.2. Расположение промышленного здания по отношению к розе ветров

вает различные давления в плоскостях ограждающих конструкций. На рис. 6.3, а приведена схема разреза отдельно стоящего производственного здания с фонарем, на которой графически показаны воздушные потоки, обтекающие это здание, а на рис. 6.3, б — эпюра давления ветра. Эпюры давления ветра на поверхности ограждающих конструкций здания определяют его так называемую аэродинамическую характеристику.

Зоны движения воздуха вокруг здания обозначены римскими цифрами: I — зона невозмущенного потока или потока, выравнившегося после возмущения настолько, что статическое давление в нем будет близко к нулю; II — зона аэродинамической тени, вызываемая самим зданием, на котором установлены фонари, а в некоторых случаях зданиями, стоящими рядом. В этой зоне наблюдается разрежение; III — зона подпора, т. е. зона, в которой наблюдаются положительные давления, вызванные торможением потока воздуха ограждающими конструкциями здания.

В соответствии с аэродинамическими особенностями профиля здания и расположения указанных зон устанавливают такие конструкции фонарей

или других аэрационных устройств, которые обеспечивают устойчивое удаление воздуха из помещения.

Профиль здания не только определяет его аэродинамическую характеристику, но и играет существенную роль в организации аэрации производственных помещений. Например, при профиле здания, изображенном на рис. 6.4, а, через фонари удаляют преимущественно только нагретый воздух, который подходит к этим фонарям непосредственно снизу по вертикали. Боковые воздушные потоки, поднявшись до холодной глухой части покрытия, охлаждаются и, падая вниз, образуют круговое движение, препятствующее проветриванию здания.

Эффективность аэрации повышает при более крутых скатах покрытия и при более широких фонарях (рис. 6.4, б).

Зная аэродинамическую характеристику здания, в целях увеличения в нем воздухообмена приточные отверстия располагают в местах положительных давлений, а вытяжные — в местах наибольших отрицательных давлений. Если аэрационные отверстия располагать, не учитывая аэродинамической характеристики, воздухообмен может полностью прекратиться, а в некоторых случаях — ухудшится вентиляционный режим.

При действии ветра вдоль здания разрежение образуется по всей площади его покрытия и продольных стен.

В зоне наибольшего разрежения (наветренная сторона здания) осуществляют выпуск загрязненного и перегретого воздуха из здания, а в зоне наименьшего разрежения (подветренная сторона здания) производят забор наружного воздуха (рис. 6.5).

В промышленных зданиях применяют различные типы **аэрационных фонарей**. На рис. 6.4 показаны поперечные разрезы промышленных зданий с различными типами фонарей, которые обеспечивают устойчивый аэрационный режим при любом направлении ветра.

Следует отметить, что при значительной запыленности удаляемого воздуха совмещение в фонаре световых и аэрационных функций может приво-

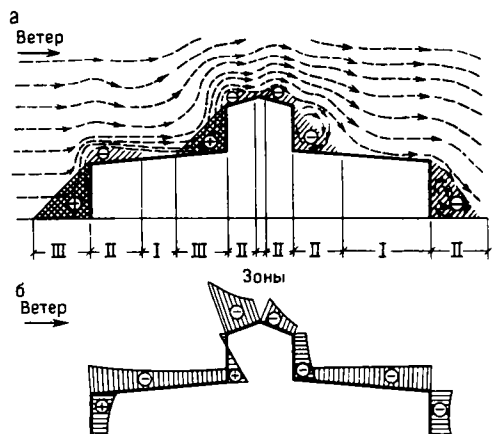


Рис. 6.3. Схема обтекания воздуха промышленного здания при ветре

а — движение воздуха вокруг здания; б — эпюра давления ветра на наружные поверхности здания

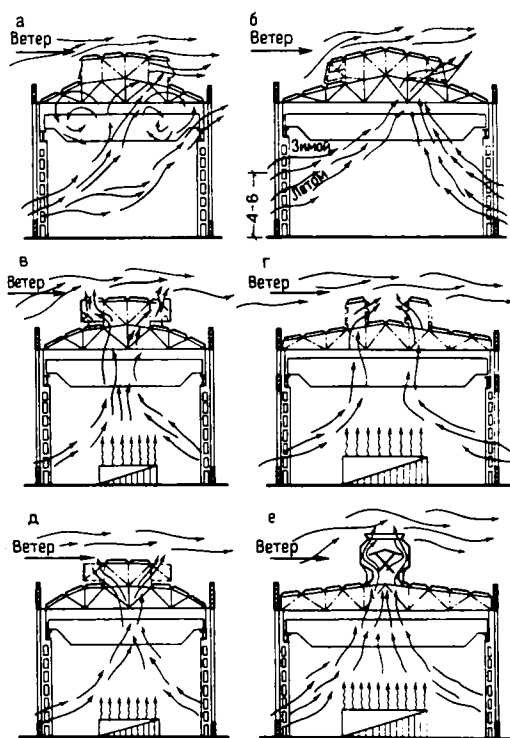


Рис. 6.4. Схемы аэрации однопролетных промышленных зданий, имеющих различные фонари

а — светоаэрационный; б — системы КТИС; в — системы МИОТ-2; г — системы В. В. Батурина; д — системы ЛенПСП; е — системы Гипромеза

дять к сильному загрязнению остекления фонаря и снижению его светоактивности. Поэтому в определенных случаях практикуют устройство раздель-



Рис. 6.5. Схема аэрации при ветре, действующем вдоль здания

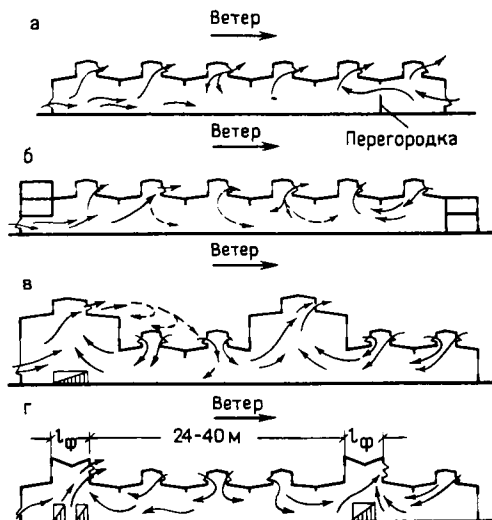


Рис. 6.6. Схемы аэрации многопролетных одноэтажных зданий а — при постоянной высоте здания и при незастроенном периметре наружных стен (режим работы средних аэрационных фонарей неустойчив); б — при постоянной высоте здания и застроенном периметре наружных стен (режим работы средних аэрационных фонарей неустойчив); в — при активизированном профиле здания с повышенным пролетом над источником производственных тепловыделений; г — при активизированном профиле здания с чередованием повышенных и пониженных аэрационных фонарей

ных фонарей: одних для освещения, других для аэрации.

В многопролетных промышленных зданиях, имеющих одинаковую высоту помещений и фонарей, когда отсутствуют значительные местные тепловыделения, организовать аэрацию сложно. В зданиях шириной до 100 м забор воздуха производят через приточные отверстия, которые располагают в нижней части наружных стен (рис. 6.6, а). В этом случае поступающий воздух распространяется на 50—60 м в глубь здания и фонари на этом расстоянии работают, как вытяжные. При ширине

здания более 100 м фонари, расположенные в его средней зоне, работают неустойчиво — то на вытяжку, то на приток, и воздухообмен осуществляется неудовлетворительно.

Аэрация затрудняется еще больше, если здание разделено на отдельные помещения капитальными стенами или глухими перегородками, которые доходят до покрытия, или когда к продольным наружным стенам пристраивают бытовые или административные помещения (рис. 6.6, б). В этом случае целесообразно применять **искусственную вентиляцию**.

При наличии местных источников избыточных тепловыделений в многопролетных цехах, чтобы получить в них устойчивую аэрацию, прибегают к устройству **активизированного профиля** здания. «Горячим» пролетам придают большую высоту, приток наружного воздуха организуют через окна в наружных стенах и через фонари в пониженной части здания (рис. 6.6, в) *.

Активизированный профиль здания можно также создать путем чередования высоких вытяжных фонарей с низкими приточными (рис. 6.6, г). Высотный перепад при незначительных тепловыделениях делают не менее 4 м, а при значительных тепловыделениях — не менее 2,5 м. Расстояние между высокими фонарями 24—40 м.

Методы расчета аэрации излагаются в дисциплине «Отопление и вентиляция». Площадь открываемых проемов должна составлять не менее 1% площади пола помещения. Чтобы при действии ветра не было нарушения аэрации или так называемого «опрокидывания тяги», необходимо площадь приточных проемов предусматривать равной или несколько большей площади вытяжных проемов.

В зданиях без естественного освещения или с верхним освещением с применением неоткрывающихся фонарей используют только искусственную вентиляцию.

* Федосихин В. С. Архитектурно-строительные принципы проектирования световой обстановки в зданиях горячих цехов. — Автореф. дисс. — М., 1986

Световой режим в помещениях промышленных зданий — один из существенных факторов, определяющих качество среды, окружающей человека в производственных условиях. Хороший световой режим необходим для большинства производственных операций. Он достигается обеспечением необходимой освещенности рабочего места, равномерным освещением объекта труда (или помещения), оптимальным яркостным контрастом между предметом труда и фоном, отсутствием блескости, вызываемой как источником света, так и отражением света от рабочей поверхности.

Существенное влияние на качество светового режима оказывают спектральный состав света, цвет ограждающих производственное помещение поверхностей строительных конструкций и цвет оборудования.

Оптимальный световой режим в производственном помещении необходим не только как мера создания нормальных условий труда, но и как фактор, имеющий большое санитарно-гигиеническое значение для органов зрения и благоприятного влияния на психику человека.

В производственных помещениях промышленных зданий применяют естественное, искусственное и интегральное освещение.

Естественное освещение осуществляется через проемы в ограждающих конструкциях здания и может быть: **боковым** (через окна в стенах) (рис. 7.1, а); **верхним** через фонари, устраиваемые в покрытии (рис. 7.1, в — д), а также через высокорасположенные проемы в стенах, например, в местах перепадов высот смежных пролетов промышленных зданий (рис. 7.1, б); **комбинированным**, т. е. сочетающим одновременно боковое и верхнее (рис. 7.1, е).

Искусственное освещение осуществляется при помощи электрических светильников различного типа с лампами накаливания, с разнообразными газоразрядными лампами, в том числе с люминесцентными и пр. Различают

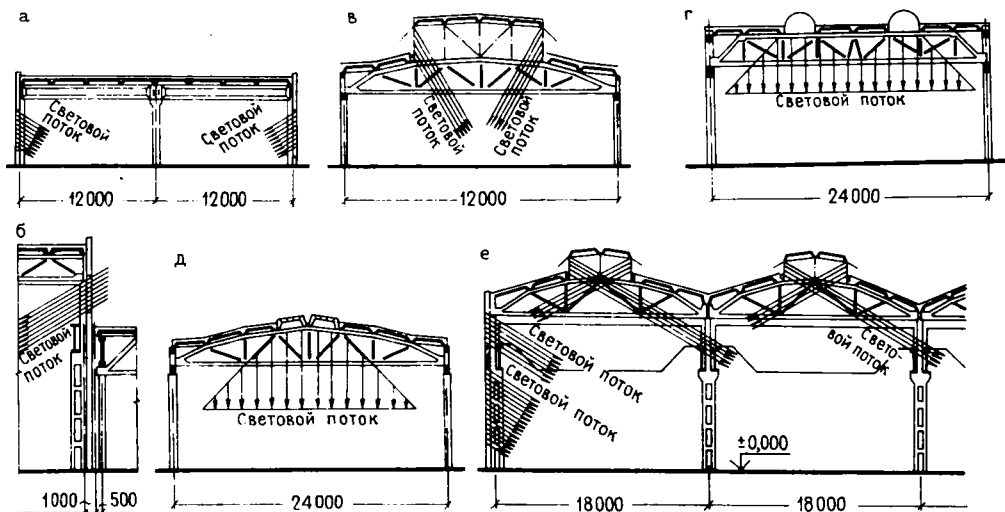


Рис. 7.1. Виды естественного освещения
а — боковое; б — д — верхнее; е — комбинированное

две системы искусственного освещения производственных зданий: **общую** и **комбинированную**. При комбинированном освещении, кроме общего, дающего свет по всей площади помещения, устраивают дополнительное на рабочих местах при помощи местных светильников.

Совмещенная (интегральная) система освещения предусматривает освещение рабочих мест одновременно естественным и искусственным светом (рис. 7.2). Оценивая естественное и искусственное освещение, можно отметить, что величина освещенности рабочих мест при естественном освещении не постоянна. Она меняется в соответствии со временем года и суток, зависит от состояния атмосферы (наличия облачности) и пр. Искусственное же освещение обеспечивает ровную и постоянную освещенность на рабочих местах.

Использование естественного освещения по времени при двух- и трехсменной работе относительно невелико даже в тех случаях, когда по условиям зрительной работы естественное освещение со своим переменным режимом может быть допущено. Например, для светового климата Москвы, т. е. при учете продолжительности дневного периода и числа ясных и пасмурных

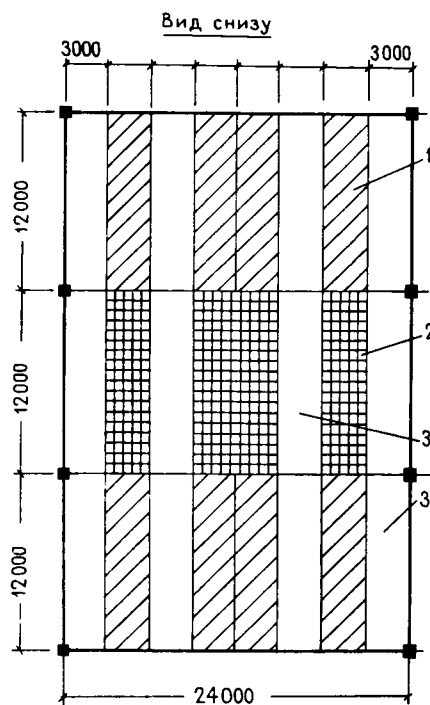


Рис. 7.2. Совмещенная (интегральная) система освещения
1 — световой проем, пропускающий естественный свет; 2 — световая панель, излучающая искусственный свет; 3 — звукопоглощающая отделка

дней в году, использование естественного освещения при работах средней точности составляет: в одну смену 80%, в две смены 55%, в три смены 35%. При точных работах продолжительность использования естественного освещения снижается и составляет соот-

ветственно 48, 30 и 25%, а в северных районах страны уменьшается дополнительно еще на 25%. Следовательно, при наличии естественного освещения устройство искусственного освещения неизбежно.

Верхнему естественному освещению при помощи фонарей присущи и другие недостатки. Устройство фонарей имеет относительно высокую стоимость (7% общей стоимости здания). Фонари, а равно и боковые светопроемы нуждаются в квалифицированной эксплуатации (очистке и ремонтах).

Непрерывные фонарные надстройки вдоль пролета препятствуют сдуванию ветром снега с покрытия и способствуют образованию так называемых «снеговых мешков» (рис. 7.3). При этом снеговая нагрузка в таких мешках может быть в несколько раз выше расчетной. Боковые светопроемы и фонари — источники повышенных теплопотерь в холодное время и избыточных тепlopоступлений в помещение за счет солнечной радиации в летнее время.

Все перечисленные особенности естественного освещения привели к появлению производственных зданий без естественного освещения, в том числе зданий бесфонарных как более предпочтительных по технологическим, экономическим и эксплуатационным условиям, имеющих искусственное освещение и искусственную вентиляцию.

Вместе с тем здания с искусственным освещением, в свою очередь, имеют существенные недостатки. К ним следует отнести качество освещения по спектральному составу света, которое отличается от естественного. Это отличие может осложнять производственный процесс, например, при определении цвета и оттенка, оно хуже в санитарно-гигиеническом отношении.

В производственных помещениях с постоянным (длительным) пребыванием работающих без естественного освещения или с недостаточным по биологическому действию естественным освещением должны быть оборудованы установки ультрафиолетового излучения с эритемными лампами. В по-

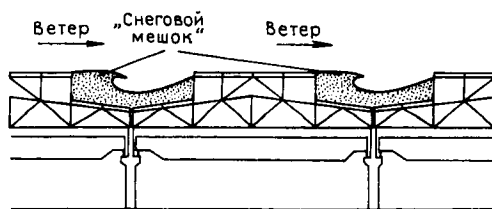


Рис. 7.3. Образование «снеговых мешков» в межфонарном пространстве

мещениях с естественным освещением такие установки не устраивают.

Еще не вполне изучен вопрос о психологическом влиянии освещения. Одни специалисты утверждают, что зрительная связь человека через проемы (окна, фонари) с внешним пространством благотворно влияет на психику человека, наоборот, отсутствие этой связи приносит существенный вред. Другие полагают, что в психологическом отношении такая связь с «внешним миром» не имеет существенного значения, поскольку в таких зданиях достигают достаточно высоких показателей по производительности труда и заметных отклонений в психике работающих не обнаружено. Однако не подлежит сомнению, что естественный свет более благоприятно воздействует на живые организмы, в том числе и на человека, чем искусственный.

В настоящее время в отечественной строительной практике определена область применения безоконных и бесфонарных одноэтажных производственных зданий. Она охватывает прежде всего здания с кондиционированным метеорологическим режимом, включая здания для прецизионного производства, а также здания для автоматизированных производств без постоянного пребывания работающих в цехах¹. В бесфонарных зданиях устраивают боковое естественное освещение, имеющее главным образом психологическое значение для зрительной связи с внешней средой.

¹ Постоянным считается пребывание, превышающее 50% рабочего времени.

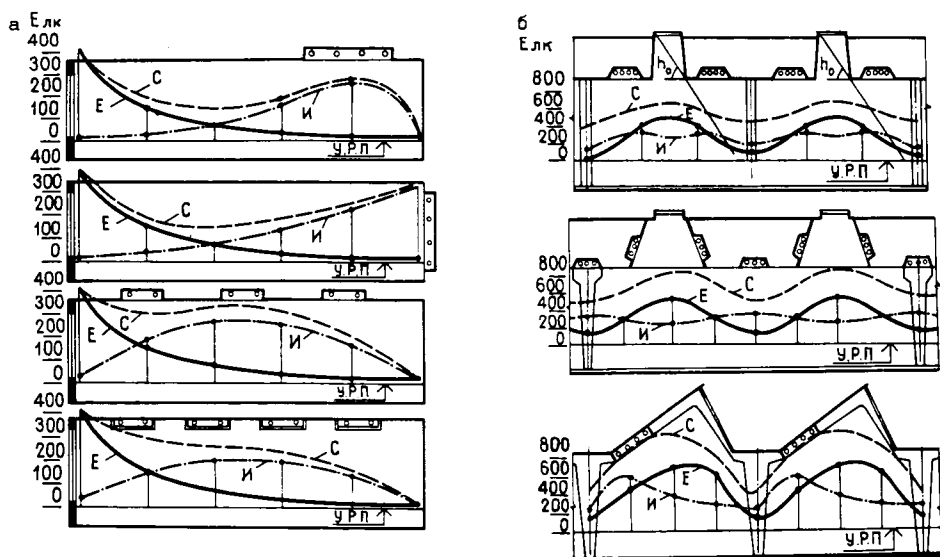


Рис. 7.4. Схемы совмещенного (интегрального) освещения производственных помещений

а — через окна; б — через фонари. Кривые освещенности: Е — от естественного освещения; С — суммарная освещенность; И — интегральное освещение; УРП — уровень рабочей поверхности (по данным Н. М. Гусева [3, с. 102])

Для многих производственных зданий решения со световыми фонарями, особенно новых усовершенствованных типов, обладающих хорошими физико-техническими и эксплуатационными показателями, или со свето-аэрационными фонарями, следует считать предпочтительными. Например, здания с фонарями полностью сохраняют свое значение для производств со значительными теплоизбытками, удаление которых требует устройства громоздкой и дорогостоящей искусственной вентиляции.

Оценивая естественное и искусственное освещение, нельзя обойти и экономическую сторону этой проблемы. Если при естественном освещении отмечалась необходимость расходов на эксплуатацию светопроемов (окон и фонарей), то при искусственном кроме чисто эксплуатационных расходов, например, на ремонт, будут иметь место значительные непроизводительные затраты электроэнергии на освещение в светлое время суток и постоянные затраты на вентиляцию.

Внимание специалистов все больше

привлекают совмещенные системы освещения с автоматическим регулированием, в которых могут сочетаться достоинства естественного и искусственного освещения. Автоматику здесь используют для подключения искусственного освещения при недостаточном естественном, снимая, таким образом, непостоянство освещенности во времени. Такие системы могут обеспечивать кондиционированный световой режим в помещении. Если применить при этом так называемое встроенное искусственное освещение, которое до некоторой степени стимулирует естественное от фонарей или окон (рис. 7.4), то при совмещенных системах освещения может быть достигнут хороший эффект как со светотехнической, так и с эксплуатационной точки зрения.

Проектирование и оборудование зданий системами искусственного освещения осуществляют инженеры-электрики. Инженеры-строители должны иметь о нем представление лишь в тех пределах, в которых эта система связана со зданием и его конструкциями. Естественное освещение полностью решают инженеры-строители.

Естественную освещенность производственных помещений регламентируют Строительные нормы и правила (СНиП II-4-79 «Естественное и

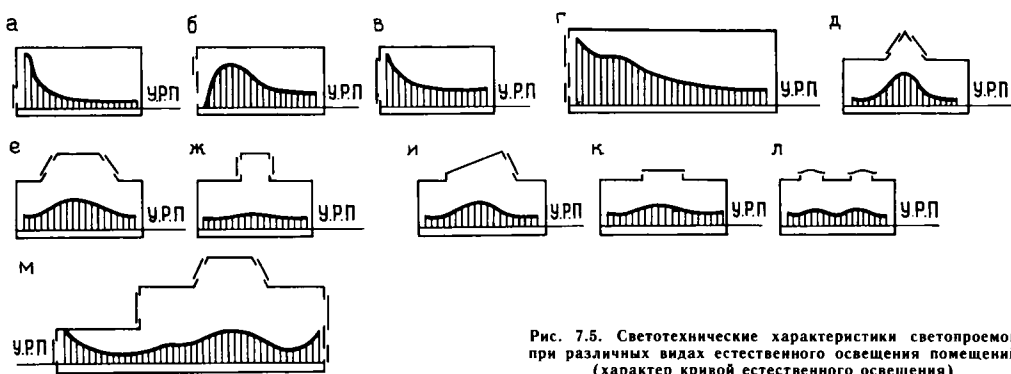


Рис. 7.5. Светотехнические характеристики светопроемов при различных видах естественного освещения помещений (характер кривой естественного освещения)

а — в — боковым; г — боковым двухъярусном; д — верхнем (треугольные фонари); е — верхнем (трапециевидные фонари); ж — верхнем (прямоугольные фонари); и — верхнем (треугольные фонари с односторонним остеклением); к — верхнем (зенитные фонари в виде светопрозрачных панелей); л — верхнем (зенитные купола из органического стекла); м — комбинированном (боковым и верхнем)

искусственное освещение») и отраслевые нормы на проектирование промышленных предприятий.

Для нормирования используют относительную величину — **коэффициент естественного освещения (КЕО)**, измеряемый в процентах от одновременной освещенности под открытым небом. Он определяет необходимую освещенность в помещении и, следовательно, тип и размеры светопроемов.

На рис. 7.5 показаны светотехнические характеристики (кривые освещенности) различных светопроемов, которые учитывают при выборе типа проемов и их размещении при проектировании здания. Из рис. 7.5, а — в следует, что боковые светопроемы создают крайне неравномерное освещение. Поэтому при боковом освещении рабочие места располагают близ окон, а в глубине помещения проходы или рабочие места, не требующие интенсивного освещения.

Для освещения глубины помещения высота окна должна быть как можно больше. В таких случаях нередко прибегают к двухъярусному расположению окон: основной свет поступает из верхнего яруса, а для освещения рабочих мест у наружной стены устраивают нижний ярус (рис. 7.5, г). Треугольные фонари, расположенные вдоль пролета здания, дают интенсивное, но крайне неравномерное освещение (рис. 7.5, д); трапециевидные фонари дают менее интенсивное, но более равномерное освещение (рис. 7.5, е); прямоугольные фонари дают достаточно равномерное, но менее интенсивное

освещение (рис. 7.5, ж); треугольные фонари с односторонним остеклением применяют при ориентированном верхнем освещении, например на северную сторону горизонта, для предупреждения проникания солнечных лучей в помещение (рис. 7.5, и).

Зенитные фонари могут дать достаточно интенсивное и равномерное освещение в зависимости от их размеров, конструкции, числа и способа расстановки. Наилучшие условия естественного освещения достигают с помощью зенитных фонарей относительно небольшого размера при их частой расстановке в шахматном порядке (рис. 7.6).

Зенитные фонари со светопрозрачными куполами из органического стекла могут быть квадратными, прямоугольными, овальными и круглыми, с одинарными или двойными куполами в зависимости от климатических условий, в которых возводится здание. Коэффициент светопропускания таких куполов составляет примерно 0,8, что значительно выше, чем в проемах с двойным остеклением.

Следует также отметить верхнее освещение при помощи светопрозрачных (стекложелезобетонных) панелей (см. рис. 7.5, к), укладываемых в плоскости покрытия или непрерывно вдоль пролета отдельными участками (подобно зенитным фонарям). При надлежащем конструктивном решении,

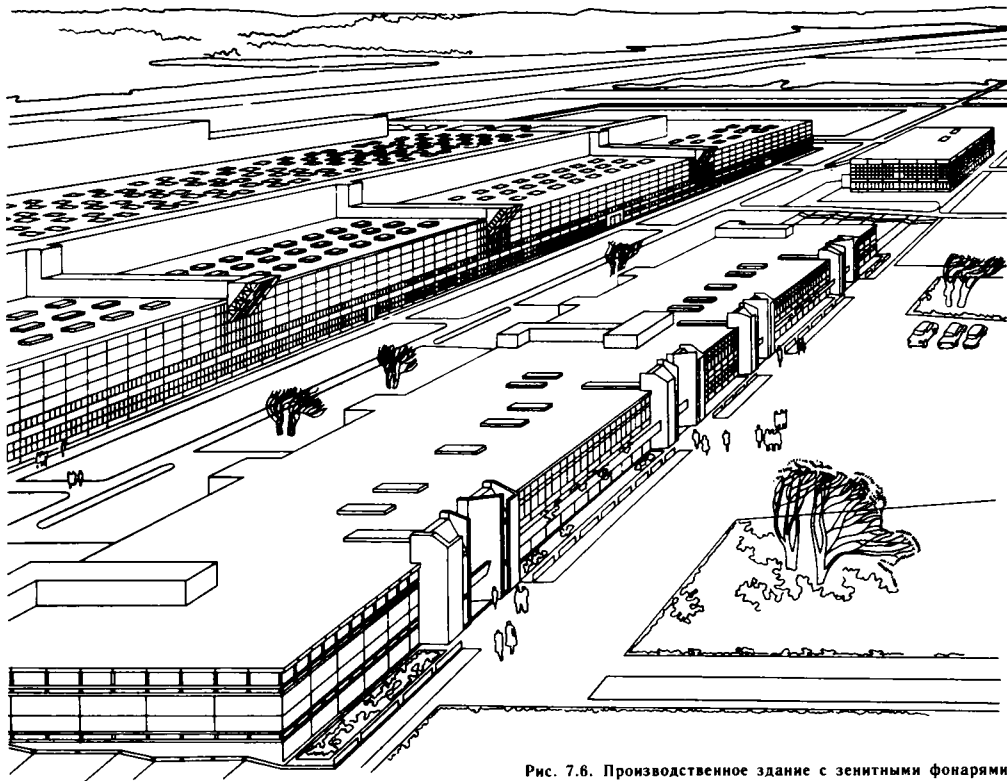


Рис. 7.6. Производственное здание с зенитными фонарями, расположенными в шахматном порядке

обеспечивающем долговечность стеклоблоков, и при хорошем эксплуатационном содержании светопрозрачные панели имеют удовлетворительные светотехнические характеристики. На рис. 7.5, и приведена схема комбинированного естественного освещения, при которой достигают требуемую интенсивность и равномерную освещенность рабочих мест.

Наряду с традиционными типами фонарей, располагаемыми вдоль пролета здания (треугольными, трапециевидными, прямоугольными, треугольными с односторонним остеклением, образующим «пилообразный» профиль покрытия), в последнее время создан ряд новых типов световых, светоаэрационных и аэрационных фонарей как располагаемых вдоль пролета, так и зенитных, схемы которых и целесообразные области применения даны на рис. 7.7.

Типы фонарей для верхнего естественного освещения выбирают с учетом метеорологического режима произ-

водственного помещения, климатических характеристик места строительства и требований к световому режиму.

Для помещений с нормальным температурно-влажностным режимом применяют любые фонари, отвечающие светотехническим требованиям. Однако в северных районах целесообразны зенитные фонари с двойным и даже с тройным остеклением, в центральных районах — фонари с устройствами, допускающими вентиляцию, а в южных районах, кроме возможности вентиляции через фонари, их остекление не должно пропускать прямых солнечных лучей. При этом глухие ограждающие конструкции фонаря делают экранируемыми или вентилируемыми во избежании перегрева.

Для помещений с избыточными тепловыделениями целесообразны светоаэрационные фонари. При этом необходимо иметь в виду, что омывание светопрозрачных ограждений фонарей потоком удаляемого теплового воздуха способствует их загрязнению. Поэто-

Внутренняя среда (микроклимат производственных помещений)

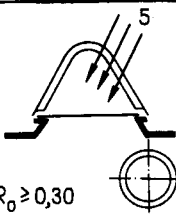
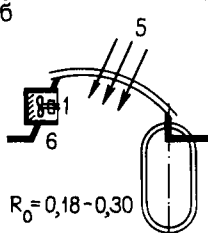
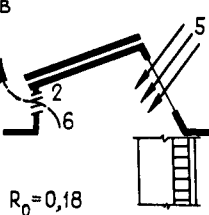
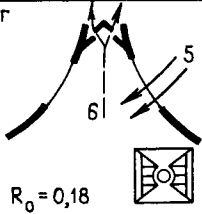
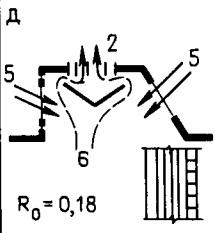
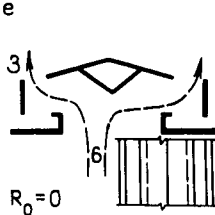
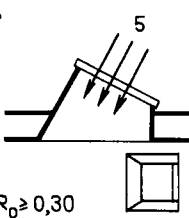
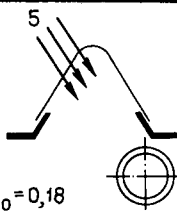
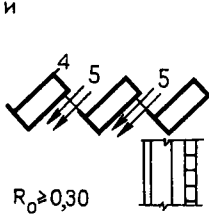
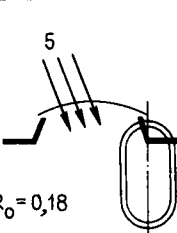
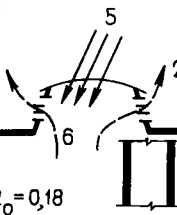
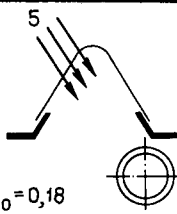
Внешняя среда (климатический район строительства)				
	Помещения с нормальным температурно-влажностным режимом	Помещения с избыточными тепловыделениями	Помещения с кондиционированным режимом	Неотапливаемые помещения без тепловыделений
	Северный	Центральный	Южный	
	а	б	в	г
				
	д	е	ж	з
				
и	к	л	м	
				

Рис. 7.7. Современные типы фонарей для промышленных зданий

а — зенитный световой с двойным светопрозрачным куполом, круглый в плане; б — зенитный светозащитный с двойным светопрозрачным покрытием, овальный в плане; в — трапециевидный светозащитный непрерывный; г — зенитный светозащитный со светопрозрачным куполом, квадратный в плане; д — трапециевидный светозащитный непрерывный; е — прямоугольный светозащитный с ветроотбойными щитами; ж — зенитный, прямоугольный в плане; з — световой непрерывный, расположенный между несущими конструкциями покрытия; к — зенитный световой с одинарным светопрозрачным куполом, круглый в плане; л — зенитный световой со светопрозрачным покрытием, овальный в плане; м — зенитный светозащитный со светопрозрачным покрытием, непрерывный, R_0 — величина сопротивления теплопередаче фонаря: 1 — вентилятор; 2 — жалюзийная решетка; 3 — ветроотбойный щит; 4 — несущая конструкция покрытия (пустотелая балка); 5 — световой поток; 6 — поток отработанного воздуха

му целесообразны такие решения конструкций фонарей, в которых функции аэрации и освещения обособлены, т. е. аэрацию осуществляют через специальные отверстия, а не через открывающиеся элементы светопроема. Наконец, для неотапливаемых производственных помещений пригодны любые фонари с одинарным остеклением, а

в южных районах светозащитные фонари.

Учитывая относительно высокую стоимость фонарей, следует применять наиболее светоактивные типы.

Число фонарей, их размеры и размещение, а также боковые светопроемы определяют по расчету.

Для того, чтобы обеспечить нужное биологическое действие естественного света, необходимо, чтобы кроме требуемой светоактивности проемов их заполнение пропускало бы ультрафиолетовую радиацию, а внутренние поверхности хорошо бы ее рассеивали в пространстве помещения. Ультрафиолетовую радиацию хорошо пропускают органическое стекло, полиэтиленовые пленки, силикатное стекло, а хорошей отражательной способностью обладают поверхности, покрытые клеевыми меловыми красками, а также силикатными красками с добавлением смеси хрома, охры и сурика.

§ 8. ШУМЫ И ВИБРАЦИИ

Возникающий при работе технологического и инженерного оборудования шум — серьезная производственная вредность. Известно, что если шум на 15—20 дБ превышает допустимые значения, производительность труда снижается на 10—20%, увеличивается производственный травматизм, появляются профессиональные заболевания.

Виды шумов, их оценка и нормирование. Производственные шумы классифицируют по следующим признакам: по природе возникновения, по характеру спектра, по распределению уровней шума во времени и по уровням звукового давления.

По природе возникновения наиболее распространенные в производственных зданиях шумы **механического происхождения**, возникающие при работе машин и механизмов (излучение звука происходит за счет вибрации), и **аэродинамические**, сопровождающие работу реактивных двигателей, турбин, двигателей внутреннего сгорания, воздухоуводов, вентиляторов, компрессоров (излучение звука происходит при движении газа или жидкости за счет пульсации).

По характеру спектра шумы бывают широкополосными и тональными. **Широкополосный** — это шум с непрерывным спектром шириной более одной октавы; **тональный** — шум, в спектре которого имеются выраженные дискретные¹ тона. Кроме того, шумы в зависимости от распределения уровней звукового давления в спектре подразделяют на четыре группы: **низкочастотные** с преобладанием максимальных значений на частотах 20—250 Гц; **среднечастотные** 500—1000 Гц; с **плоским спектром** 63—8000 Гц и **высокочастотные** 1000—8000 Гц (рис. 8.1). Наиболее неприят-

ный для слуха человека шум с наибольшими уровнями звукового давления в области частот 500—3000 Гц.

По временным характеристикам шум подразделяют на: **постоянный** — уровень звука которого изменяется во времени не более чем на 5 дБА, и **непостоянный**, у которого за этот промежуток времени уровень звука изменяется более чем на 5 дБА. Непостоянный шум бывает **колеблющийся** во времени (уровень звука непрерывно меняется во времени); **прерывистый** (уровень звука ступенчато изменяется на 5 дБА и более, причем длительность интервалов, в течение которых уровень звука остается постоянным, составляет 1 с или более) и **импульсный** (состоящий из одного или нескольких звуковых сигналов, каждый длительностью менее 1 с).

По уровню звукового давления шумы подразделяют на три группы: **слабые** — уровень звукового давления до 40 дБ, **средние** — от 40 до 80 дБ и **высокие** — свыше 80 дБ.

На предприятиях важным мероприятием по борьбе с шумом является его **нормирование**. Проблемы, возникающие при измерениях и оценке шума, разделяют на две группы: ограничение шумового воздействия на человека (санитарно-гигиенические нормы) и ограничение шумовых характеристик самих машин (технические нормы). В нашей стране допустимые уровни шума на рабочих местах промышленных предприятий регламентирует ГОСТ 12.1.003—83 ССБТ «Шум. Общие требования безопасности».

Характеристикой постоянного шума на рабочих местах являются уровни звуковых давлений L , дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц. В необходимых случаях при нормировании шумовых характеристик расширяют указанный выше частотный диапазон. Для ориентировочной оценки (например, при проверке органами надзора, выявления необходимости мер шумоглушения и др.) за характеристику постоянного шума на рабочем месте принимают уровень звука L_A , дБА.

¹ от лат. discretus — разделенный, прерывистый — периодические колебания сложной формы при разложении в ряд Фурье представляются, как сумма гармоник (синусоид) с различной амплитудой a . Такие гармоники образуют дискретный, или линейчатый спектр.

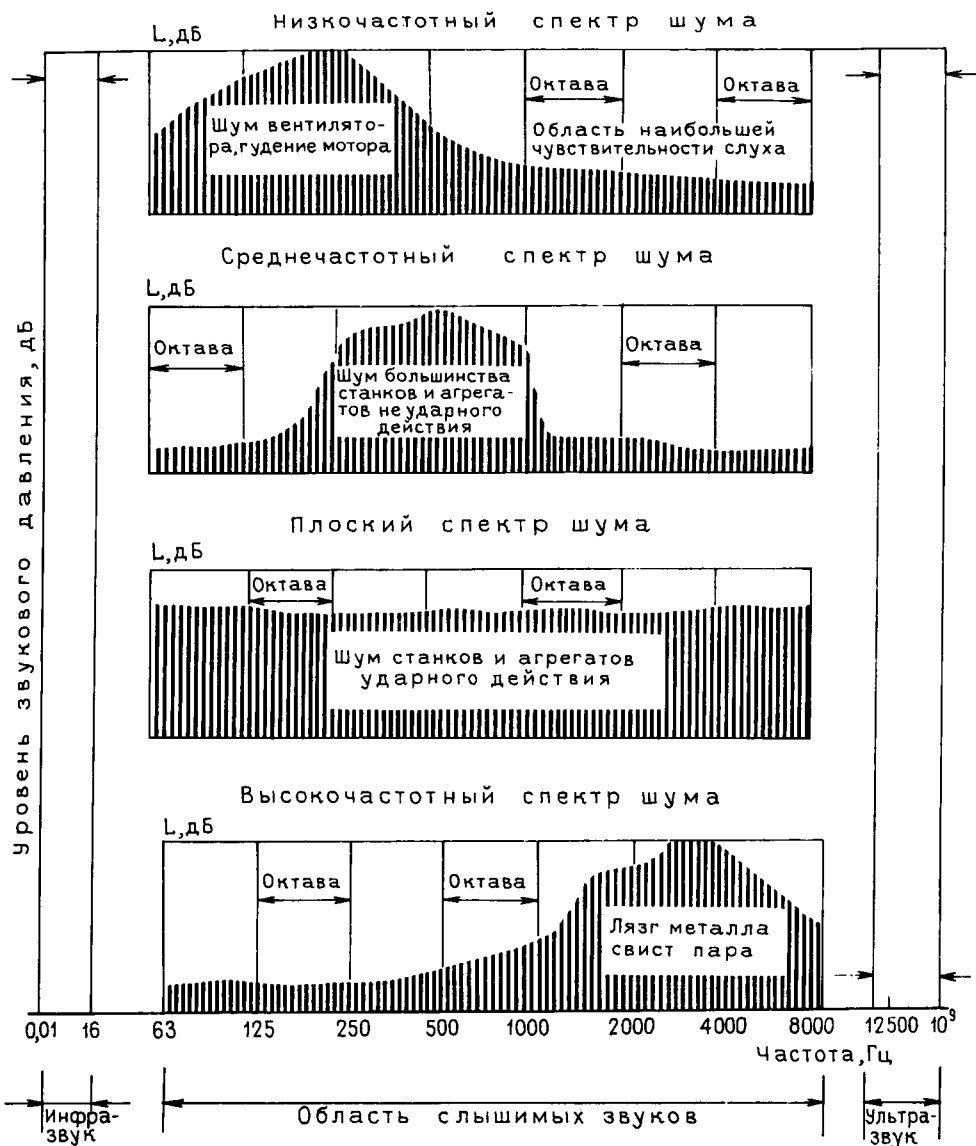


Рис. 8.1. Спектры шумов в производственных помещениях промышленных зданий

Характеристикой непостоянного шума на рабочих местах является интегральный критерий — эквивалентный (по энергии) уровень звука в дБА, т. е. уровень звука постоянного широкополосного шума, который имеет то же самое среднее квадратичное давление, что и данный непостоянный шум в течении определенного интервала времени.

В качестве допустимых санитарно-технических норм устанавливают такие уровни шума, действие которых в течении длительного времени не вызывает снижения остроты слуха и обеспечивает удовлетворительную разборчивость речи на расстоянии 1,5 м от говорящего. Допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука в дБА на рабочих местах производственных помещений и на территории предприятий приведены в табл. 8.1.

ТАБЛИЦА 8.1. ДОПУСТИМЫЕ УРОВНИ ЗВУКОВОГО ДАВЛЕНИЯ В ОКТАВНЫХ ПОЛОСАХ ЧАСТОТ, УРОВНИ ЗВУКА И ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ УРОВНИ ЗВУКА В дБА НА РАБОЧИХ МЕСТАХ (ПРИ ШИРОКОПОЛОСНОМ ПОСТОЯННОМ И НЕПОСТОЯННОМ ШУМЕ)* (ПО ГОСТ 12.1.003—83 ССБТ «ШУМ. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ»)

Рабочие места	Уровни звукового давления в дБ в октавных полосах со средне-геометрических частотами в Гц								Уровни звука и эквивалентные уровни звука в дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Постоянные рабочие места и рабочие зоны в производственных помещениях и на территории предприятий	99	92	86	83	80	78	76	74	85

* Для тональных и импульсных шумов табличные данные должны быть снижены на 5 дБ. Зоны с уровнем звука выше 85 дБА обязательно должны быть обозначены знаками безопасности. В этих случаях администрация обязана обеспечивать персонал средствами индивидуальной защиты. В зонах с максимальными уровнями звука на рабочих местах свыше 110 дБА (импульсный шум выше 125 дБА) пребывание работников категорически запрещается даже на кратковременный период.

Техническое нормирование шума — это система ограничений характеристик машин, оборудования, строительных и других объектов, конечный итог которой — выполнение санитарно-гигиенического нормирования. В отличие от санитарных норм ввести единые технические нормы для всех типов машин не представляется возможным, так как эти нормы устанавливают с учетом конкретных технических характеристик.

Защита от производственного шума — сложная техническая проблема, усугубляемая тем, что цеха современных промышленных предприятий имеют большие производственные площади, насыщенные разнообразным технологическим оборудованием, создающим высокие уровни шума и обслуживаемые большим числом рабочих.

Мероприятия по защите от шума эффективны, если их разрабатывают на стадии проектирования промышленного предприятия и основывают на акустических расчетах, в результате которых определяют ожидаемые уровни шума и необходимые меры по его снижению.

Как известно, звуковое поле в помещении определяется видом и расположением источников звука внутри помещения, а также характеристиками ограничивающих его поверхностей. Если в помещении работают источники шума (станки, рабочее оборудование, агрегаты, машины), то в точку приема — ухо человека — попадают

два вида звуковых волн — прямой звук, идущий непосредственно от источника, и отраженный от поверхности помещения. *Уровень звукового давления* в дБ в какой-либо точке производственного помещения при одном источнике шума может быть определен по формуле

$$L = L_p + 10 \lg \left[\frac{\Phi}{S} + \frac{4(1 - \alpha)}{\alpha S_{\text{общ}}} \right],$$

где L_p — октавный уровень звуковой мощности источника шума в дБ; Φ — фактор направленности источника шума, безразмерный, определяемый по опытным данным и принимаемый для источников с равномерным излучением звука равным 1;

S — площадь в м^2 воображаемой поверхности правильной геометрической формы, окружающей источник шума, по возможности равноудаленной от его поверхности и проходящей через расчетную точку, определяется по формуле

$$S = \Omega r^2$$

где Ω — пространственный угол излучения звука, принимаемый равным $\Omega = 4\pi$, когда источник расположен в пространстве (на колонне в помещении); $\Omega = 2\pi$; когда источник находится на поверхности стены, перекрытия и т. д. (см. СНиП II—12—77 «Защита от шума», п.4.2), r — расстояние от источника шума до расчетной точки, в м; S — общая площадь ограждающих конструкций, ограничивающих производственное помещение, м^2 ; α — средний коэффициент звукопоглощения, определяемый по опытным данным, безразмерная величина.

Первая часть слагаемого под знаком логарифма соответствует прямому звуку, вторая отраженному.

В случае, когда в помещении работают несколько источников шума, уровни звукового давления в расчетной точке определяют отдельно для каждого источника, а затем их суммируют (см. СНиП II-12-77 «Защита от шума», п. 4.4). Теоретические и практические аспекты расчета и оценки формирования звуковых полей в производственных помещениях — сложная задача, которая рассматривается в специальной литературе [49, 52, 64, 65].

Защита от шума в производственных помещениях ведется в двух направлениях: снижение шума за счет мероприятий, проводимых в самом источнике шума, и снижение шума архитектурно-планировочными и строительно-акустическими методами. Наиболее радикален первый путь. При этом снижения шума достигают изменением производственного процесса, например, заменой ударных процессов безударными, правильной эксплуатацией рабочего оборудования и многим другим. Однако не всегда снижение шума возможно достичь таким путем. В этом случае защита рабочих от шума ведется **архитектурно-планировочными и строительно-акустическими методами**, посредством звукоизоляции источников воздушного шума или группы людей, звукопоглощения и отражения звуковой энергии на пути ее распространения и виброизоляции технологического оборудования.

Так как теоретические и практические вопросы звукоизоляции были рассмотрены ранее, остановимся на некоторых особенностях борьбы с шумом в производственных помещениях.

Одним из эффективных способов уменьшения шума в цехах является применение **звукоизолирующих кожухов** (рис. 8.2) — устройств, обеспечивающих герметичную преграду на пути распространения воздушного шума от отдельного агрегата или его части. Кожухи изготавливают из металла, пластмассы или дерева с внутренней облицовкой звукопоглотителем. Такое решение позволяет в зависимости от характера шума и конструкции кожуха снизить уровень шума в помеще-

нии на низких частотах на 15—20 дБ, а на высоких частотах до 25—30 дБ. В тех цехах, где мероприятия по шумопоглощению трудноосуществимы или требуют больших материальных затрат, устанавливают для обслуживающего персонала **звукоизолирующие кабины**, которые устраивают со смотровыми окнами. Из кабин ведется дистанционное управление и контроль за работой оборудования. Для защиты рабочих от прямого воздействия звуковой энергии на пути распространения шума устанавливают **акустические экраны** или **выгородки** (рис. 8.3). Эффективность работы экрана и выгородки обусловлена расстоянием от источника шума, размерами, а также зависит от размеров помещения и от наличия в помещении звукопоглощающих конструкций. Экраны и выгородки изготавливают из стальных и алюминиевых листов толщиной 2—3 мм, фанеры 4—10 мм, органического стекла 5—10 мм и других материалов. Отдельные участки экранов могут быть остеклены. Сторону, обращенную к источнику шума, покрывают звукопоглощающим материалом, который закрывают перфорированным листом или металлической сеткой. Правильно выполненным экраном или выгородкой можно снизить звуковое давление на низких и средних частотах звука на 5—6, а на высоких на 10—15 дБ. Особо эффективны звукоизолирующие кабины, кожухи, экраны и выгородки в борьбе с высокочастотным шумом, или ультразвуком.

Ультразвук представляет собой упругие колебания и волны, частота которых превышает 12500 Гц. В последние годы ультразвук нашел широкое применение в технологических процессах ряда отраслей. Чтобы предотвратить неблагоприятные влияния ультразвука на здоровье работающих, установлены допустимые уровни звукового давления в 1/3 октавных полосах со среднегеометрическими частотами 12500, 16000, 20000, 25000, 31500 и 100000 Гц на рабочих местах ультразвуковых установок (по ГОСТ 12.1.001—83 ССБТ «Ультразвук. Общие требования безопасности») (табл. 8.2).

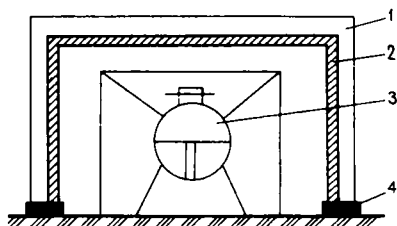


Рис. 8.2. Конструкция шумозащитного кожуха

1 — кожух; 2 — звукопоглощающий материал; 3 — источник шума; 4 — виброизолирующая прокладка

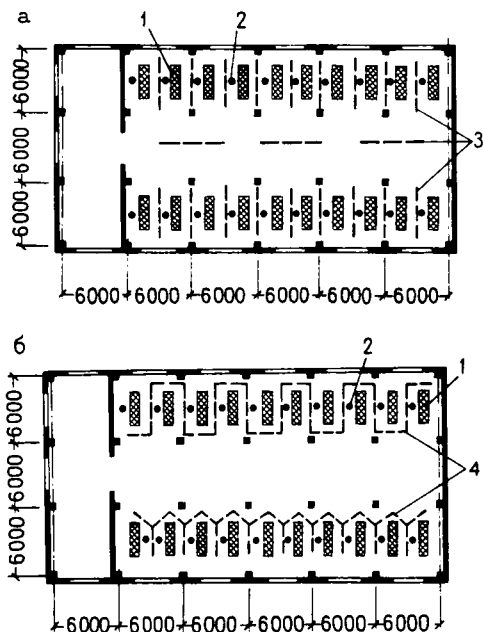


Рис. 8.3. Фрагменты установки шумозащитных экранов и выгородок в производственных помещениях

а — экраны; б — выгородки: 1 — источник шума, рабочее оборудование; 2 — рабочее место; 3 — экран; 4 — выгородка

ТАБЛИЦА 8.2. ДОПУСТИМЫЕ УРОВНИ ЗВУКОВЫХ И УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ДАВЛЕНИЙ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ ОТ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ УСТАНОВОК (по ГОСТ 12.1.001—83 ССБТ. «УЛЬТРАЗВУК. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ»)

Среднегеометрические частоты 1/3 — октавных полос, Гц					
12500	16000	20000	25000	31500	100000
Уровни звукового давления, дБ					
80	90	100	105	110	

Примечание. При суммарном времени воздействия менее 4 ч в смену указанные в таблице уровни допускается увеличивать при длительности от 1 до 4 ч на 6 дБ, от 1/4 до 1 ч на 12 дБ, от 5 до 15 мин на 18 дБ и от 1 до 5 мин на 24 дБ.

Ультразвуковые установки, при работе которых уровни звукового и ультразвукового давления превышают допустимые, должны быть оборудованы звукоизолирующими кабинами, кожухами, выгородками или экранами.

При борьбе с шумом используются средства звукопоглощения. Увеличение среднего коэффициента звукопоглощения α по помещению уменьшает уровень шума в помещении, так как уменьшается величина отраженной звуковой энергии. Повышение звукопоглощения может быть достигнуто устройством звукопоглощающих облицовок потолков и стен или подвеской звукопоглотителей — кулис. Облицовка ограждающих поверхностей звукопоглощающими материалами позволяет получить акустический эффект в зоне отраженных волн до 18—15 дБ, а в зоне прямых — 2—3 дБ.

Обычно звукопоглощающая облицовка состоит из защитного слоя, выполняемого из перфорированных листов металла, пластмассы или асбестоцемента и звукопоглощающего материала (например, стекломинераловатных матов толщиной 50—100 мм) с прокладкой между ними тонкой акустически прозрачной ткани (стеклоткань). В случае преобладания в спектре излучаемого шума низких частот звукопоглощающую облицовку устанавливают на отnose от поверхности стен на 100—150 мм. Кулисы крепят на потолке обычно в низких производственных помещениях (высота помещения — 3—6 м) (рис. 8.4). Их изготавливают в виде геометрических тел, щитов или панелей из различных материалов — перфорированных листов металла, пластмассы, листов картона и т. п., склеенных или заполненных звукопоглощающим материалом. В соответствии со спектром шума осуществляют выбор материала поглотителя. В первую очередь понижают уровень шума в области наибольшей чувствительности слуха, т. е. на частотах 500—4000 Гц. Однако если низкочастотный шум преобладает над высокочастотным, проводят необходимые мероприятия и по его снижению. Когда снижение шума невозможно дос-

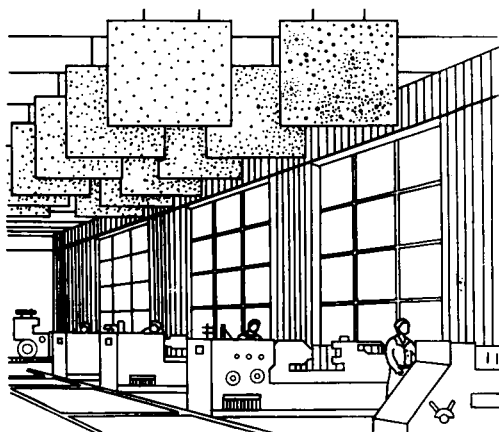


Рис. 8.4. Звукопоглощающие кулисы

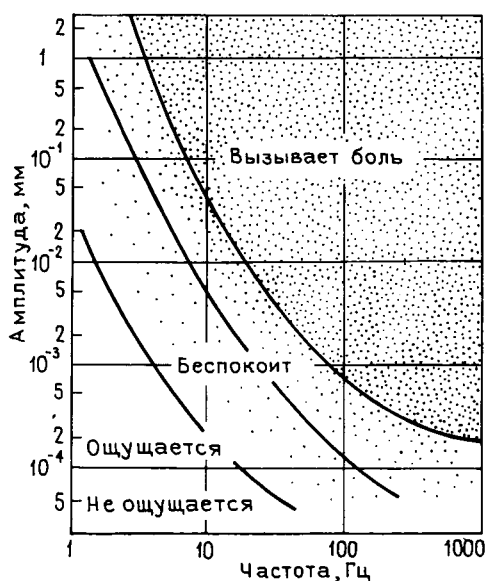


Рис. 8.5. Воздействие вибрации на человека

тичь при помощи средств, указанных выше, а это обычно бывает в зоне прямых звуковых волн (до 2—3 м от источника), для борьбы с шумом используют индивидуальные средства защиты: наушники, шлемы и заглушки, устанавливаемые в ухо человека.

Вибрации воздействуют при определенных частотах и амплитудах колебаний на конструкции промышленного здания, возникая от работы производственного оборудования, вызывая при этом шум и сотрясения. Если частота вибраций конструкций и оборудования совпадает, возникает явление *резонанса*, при котором возрастают не только шум, но и колебания, что в отдельных случаях может привести к серьезным повреждениям конструкций.

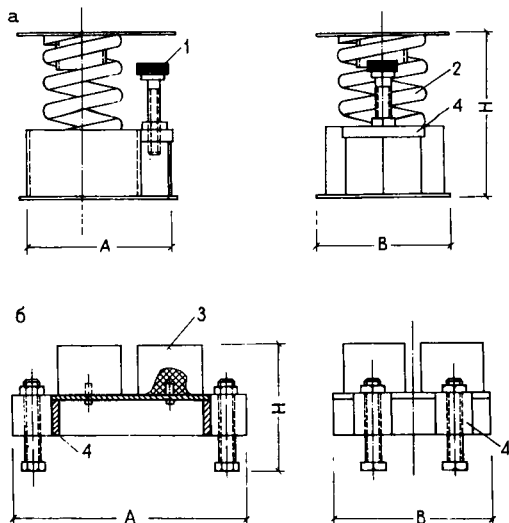


Рис. 8.6. Виброизолирующие устройства фундаментов и оснований под машины с динамическими нагрузками (разработаны ЦНИИПромзданий)

а — пружинный виброизолятор марки ВП-1 — ВП-5; б — резиновый виброизолятор марки ВР-1 — ВР-3; 1 — резиновая прокладка; 2 — пружина; 3 — резиновый элемент; 4 — опорная часть

нанса, при котором возрастают не только шум, но и колебания, что в отдельных случаях может привести к серьезным повреждениям конструкций.

Воздействие вибраций на человека во всех отношениях крайне вредно (рис. 8.5). Для того чтобы устранить вибрации, улучшают конструктивные характеристики оборудования (устраняют перекосы и зазоры, центрируют части машины, производят балансировку вращающихся элементов и т. д.), а также устраивают *виброизоляцию*.

Виброизоляцию под оборудование выполняют в виде специальных оснований, которые располагают между агрегатом и фундаментом или другой несущей конструкцией здания. Виброизолирующее основание состоит из рамы или плиты и виброизоляторов (амортизаторов) (рис. 8.6), которые устраивают обычно в виде стальных пружин, резиновых или цельнометаллических (пружинящий элемент — подушка из проволоки) прокладок. Начиная применять виброизоляторы с пневматическими пружинами (более подробно см. § 40).

Допустимые величины вибраций на постоянных рабочих местах в производственных помещениях при непрерывном воздействии в течение рабочего дня (8 ч) приводятся в ГОСТ 12.1.012—78 (СТ СЭВ 1932—79. «Вибрация. Допустимые уровни общей вибрации на рабочих местах»; СТ СЭВ 2602—80. «Вибрации локальные. Допустимые значения и методы оценки». «Вибрация. Общие требования безопасности»).

§ 9. ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА И СРЕДЫ НА ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ И КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Из предыдущего (см. § 4—8) следует, что на объемно-планировочные и конструктивные решения промышленных зданий значительно влияют технология производства и производственная среда.

В данном случае под производственной средой понимают ее только физико-технический аспект, т. е. **пространство**, заполняющую его **воздушную среду, световой и звуковой режимы**¹.

Очевидно также, что производственная среда через объемно-планировочное и конструктивное решения влияет на внешний облик зданий и промышленного предприятия в целом. По внешнему виду многих промышленных предприятий легко определить их назначение, а также примененные конструкции, имея в виду материал конструкций и его конструктивную систему. Иначе говоря, в архитектуре промышленных зданий проявляется закон **взаимосвязи функциональной (технологической), технической и художественной сторон архитектуры**.

Как сказано в § 4, технологический процесс, его характеристики определяют размеры и форму необходимого пространства для размещения техно-

логического и подъемно-транспортного оборудования и передвижения в здании сырьевых материалов, предметов труда в процессе их производства и готовой продукции, а также размеры необходимого рабочего пространства для выполнения людьми своих производственных функций и для их передвижения в помещении (проходы).

Очевидно, что в правильном объемно-планировочном решении здания создаваемое им пространство должно быть использовано в максимальной степени, но без нарушения технических и санитарно-гигиенических ограничений, которые установлены нормами проектирования промышленных предприятий данного вида.

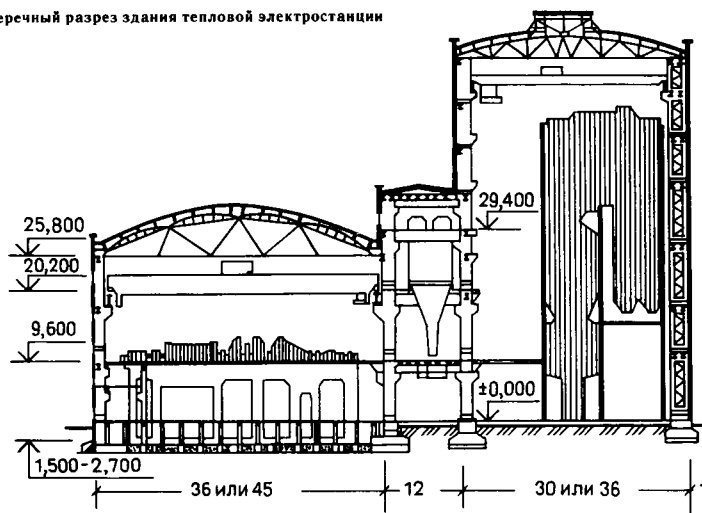
На рис. 9.1 приведен поперечный разрез здания тепловой электростанции. Здание состоит из трех пролетов; справа — котельный, слева — машинный залы, где установлены паровые турбины. Пространство котельного зала почти до предела заполнено оборудованием, связанным со сжиганием топлива и производством пара.

Так как процессы, происходящие в котельном зале, автоматизированы, то для размещения небольшого числа работающих и их передвижения с целью наблюдения за работой оборудования оставлены проходы минимальных размеров и служебные лестницы для сообщения между рабочими площадками, расположенными на разных отметках. Между котельными агрегатами предусмотрено минимальное, не занятое оборудованием пространство, необходимое для его монтажа и демонтажа (на чертеже это пространство не видно, поскольку оно не попало в разрез).

Другое положение в машинном зале, размеры которого (по высоте и ширине) определены с учетом мостового крана, предназначенного для подъема тяжелых и крупногабаритных элементов турбоагрегатов и перемещения их вдоль зала (от монтажной площадки к месту доставки агрегата). Если подъемно-транспортное оборудование расположено в два яруса, то свободное пространство над оборудованием

¹ Производственную среду, окружающую человека на промышленном предприятии, можно понимать в широком смысле, включая в это понятие коллектив работающих на предприятии, их трудовую и общественную жизнь и все другие возможные факторы, воздействующие на человека в процессе его трудовой деятельности.

Рис. 9.1. Поперечный разрез здания тепловой электростанции



может быть еще больше, учитывая габариты двух мостовых кранов и перемещаемого груза (см. рис. 3.12,а).

Величина пространства некоторых производственных помещений зависит главным образом от габаритов изделий, как, например, в самолетосборочных цехах. Размеры требуемого пространства определяют на основании характеристик технологического процесса, включая данные о количестве и габаритах оборудования, сырьевых материалов и готовой продукции.

Рабочее пространство для людей определяют на основании оценки всех положений человека, занятого выполнением производственных операций, с учетом создания удобных условий в процессе труда, требований эргономики¹, санитарной гигиены, технологии.

Оптимальные размеры рабочего пространства определяют учреждения, ведущие разработку научной организации труда в данной отрасли промышленности. Принципы определения размеров рабочего пространства были изложены ранее [2, с. 113].

Общее рабочее пространство определяют по сумме всех рабочих мест, где могут находиться люди, занятые выполнением производственных операций, постоянно в течение всего ра-

бочего времени или периодически. Например, один человек, обслуживающий несколько станков, у каждого из них может выполнять только отдельные операции. Поэтому у каждого станка предусматривают необходимое рабочее пространство для отдельных ручных операций, несмотря на то, что станок работает автоматически (например, в ткацких цехах текстильных предприятий).

Пространство для передвижения людей в производственном помещении и здании, т. е. проходы и коммуникационные помещения, предусматривают для доступа к рабочим местам и для контроля за работой оборудования, а также для быстрой и безопасной эвакуации людей из помещений и здания в случае пожара или других аварийных обстоятельств. Размеры этого пространства будут тем больше, чем больше людей они должны пропустить. На производствах с большой численностью работающих обеспечение эвакуации обычно оказывается решающим условием для определения размеров проходов и коммуникационных помещений. Размеры определяют по СНиП, отраслевым нормам проектирования или по расчету, изложенному ранее [2, с. 119].

Если в производстве используют напольное подъемно-транспортное оборудование, то размеры проходов или проездов определяют по условиям их

¹ Область научной деятельности, изучающая затраты энергии человеком в процессе работы.

удобного передвижения и работы и обычно удовлетворяют условиям передвижения людей. При этом учитывают обеспечение их безопасности при работе напольного транспорта и возможность беспрепятственной эвакуации.

Кроме пространства, необходимого для размещения технологического и подъемно-транспортного оборудования, рабочих мест и проходов, объемно-планировочное решение здания должно учитывать **объемы для размещения помещений вспомогательного назначения, помещений культурно-бытового обслуживания, объемы, занятые строительными конструкциями**, и объемы неиспользуемые, но неизбежно образующиеся в результате компоновки технологического оборудования и строительных конструкций, поскольку невозможно добиться полного полезного использования пространства в условиях технологических и строительно-технических ограничений.

На рис. 9.2 показано размещение закалочных печей при сетке колонн 12×24 и 18×24 м. При шаге в 12 м в пространстве между колоннами можно разместить лишь одну печь с избыточным рабочим пространством (расстоянием от печи до колонны), при шаге 18 м между колоннами размещают две печи с меньшим, но допустимым рабочим пространством. Таким образом, изменив решение (увеличив шаг колонн), можно в том же пространстве разместить не три, а четыре печи, шаг колонн 12 м ограничивал размещение технологического оборудования и обуславливал увеличение неэффективно используемого пространства здания.

При проектировании объем здания обычно разбивают на зоны в соответствии с назначением образуемого пространства. На рис. 9.3 и 9.4 показано **зонирование** цеха в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

Межферменное пространство (см. рис. 9.4), относящееся обычно к объемам, образованным строительными конструкциями, выделено в отдельную зону, использованную для размещения инженерного оборудования (вен-

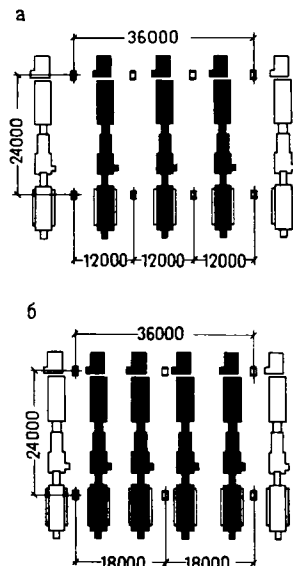


Рис. 9.2. Фрагменты плана ресурсного цеха
а — при сетке колонн 12×24 м; б — при сетке колонн 18×24 м

тиляционных устройств и т. п.) и технологических коммуникаций (трубопроводов, кабелей и пр.). Использование полезного свободного пространства, образованного строительными конструкциями (межферменного, межколонного), позволят в ряде случаев существенно уменьшить объем здания и получить соответствующий экономический эффект.

От характеристики технологических процессов зависят и другие аспекты объемно-планировочных и конструктивных решений производственных зданий. Например, величины статических и динамических нагрузок от технологического и подъемно-транспортного оборудования обуславливают выбор этажности (размещение тяжелого оборудования непосредственно на грунте в одноэтажных зданиях), выбор материала для несущих конструкций здания (железобетон или сталь), выбор конструктивной системы (например, балочных и базбалочных перекрытий в многоэтажных промышленных зданиях или системы каркаса) и т. п.

Габариты технологического оборудования или выпускаемых изделий определяют требуемый размер проле-

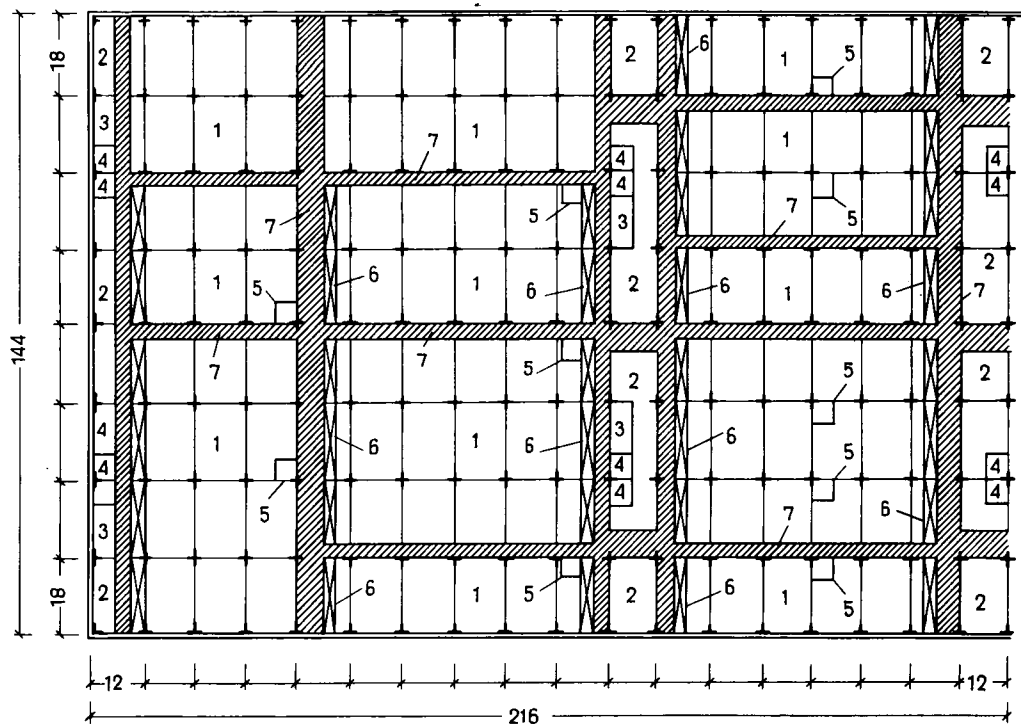


Рис. 9.3. Зонирование механического цеха по горизонтали
1 — основные производственные отделения; 2 — помещения вспомогательного назначения; 3 — трансформаторные подстанции; 4 — вентиляционные камеры, воздушно-отопительные агрегаты; 5 — рабочее место мастера; 6 — место открытого хранения деталей; 7 — проезды для транспорта

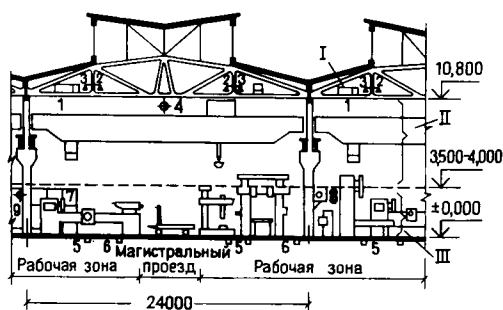


Рис. 9.4. Зонирование механического цеха по вертикали
I — зона размещения инженерных устройств и коммуникаций; II — зона кранов; III — зона технологического оборудования: I — магистральные и транзитные трубопроводы: хозяйственно-питьевого и противопожарного водопровода, горячего водоснабжения, отопления, сжатого воздуха, пара и др.; шинные магистрали; 2 — осветительные установки; 3 — коробка приточной вентиляции при рассредоточенной системе подачи; 4 — рассредоточенная подача приточного воздуха; 5 — оборудование и местные разводки технологического назначения, каналы системы стружкоудаления, трубопроводы эмульсионного водоснабжения, трубопроводы водоснабжения; 6 — силовая электропроводка; 7 — встроенные помещения технического назначения; 8 — воздушно-отопительные агрегаты (навесные и напольные); 9 — воздуховоды местной вытяжной вентиляции

та здания, который, в свою очередь, обуславливает выбор конструктивного решения покрытия (плоские или пространственные системы).

В § 5 говорилось о вредностях, содержащихся в воздушной среде производственных помещений, отрицательно влияющих не только на организм человека, но и на строительные конструкции, вызывающих изменение структуры и свойств материалов, что может привести к снижению прочности конструкций и даже к их разрушению.

Агрессивные среды по своему физическому состоянию делятся на **газовые, твердые и жидкие**; при этом на конструкции может воздействовать одновременно несколько агрессивных сред.

Агрессивность газовой среды характеризуют видом и концентрацией газов, влажностью и температурой, растворимостью газов в воде. Агрессивные газы — фтористый кремний, сернистый ангидрид, фтористый водород, сероводород, окислы азота, хло-

ристый водород и др. условно делят на четыре группы: А, Б, В, Г.

Степень агрессивного воздействия газов возрастает от А к Г (см. СНиП 3.04.03—85. Защита строительных конструкций от коррозии).

Агрессивность твердых сред (соли, грунты, аэрозоли и др.) характеризуют дисперсностью, растворимостью в воде, гигроскопичностью, влажностью окружающей среды и самого материала. Твердые агрессивные среды делят на две группы: нерастворимые и слабо растворимые; хорошо растворимые.

Факторами, определяющими характер и скорость разрушения (коррозии) строительных материалов при воздействии **жидких агрессивных сред**, являются вид среды (растворы кислот, щелочей и солей, органических жидкостей), наличие агрессивных агентов, их концентрация и температура, а также величина напора или скорость притока к поверхности конструкции.

Жидкими агрессивными средами могут быть: воды; содержащие агрессивные вещества, действующие на подземные конструкции; технологические неорганические и органические растворы, действующие на наземные и подземные конструкции; органические жидкости.

Степень коррозионной стойкости материалов характеризует скорость его коррозии при действии агрессивной среды. Для металлов скорость коррозии измеряют в мм/год; для неметаллических материалов скорость коррозии оценивают качественно по изменению прочности, проницаемости и других свойств материалов.

Агрессивное воздействие среды разделяют на слабое, среднее и сильное. Для незащищенных металлов сильным воздействием считают такое, при котором скорость коррозии больше 0,5 мм в год.

Для неметаллических материалов слабое агрессивное воздействие среды вызывает слабое шелушение материала (бетона, керамических блоков, кирпича), изменение цвета и вида (древесины и пластика).

При среднем воздействии повреж-

даются углы и грани, появляются волосяные трещины в бетоне и керамических блоках, растрескивается и расщепляется древесина.

При сильном воздействии происходит ярко выраженное разрушение материала (сильное растрескивание, выпадение отдельных кусков и т. п.) со снижением прочности.

Для снижения агрессивного воздействия среды на строительные конструкции повышают герметизацию оборудования, коммуникаций и помещений; создают нормальный температурно-влажностный режим; уменьшают загрязнение воздуха в цехе путем устройства местных отсосов; снижают уровень грунтовых вод и т. п.

Существуют также **способы повышения коррозионной стойкости конструкций** посредством применения материалов, устойчивых к данной агрессивной среде, устройства электрохимической защиты металлов, нанесения защитных лакокрасочных и других покрытий.

При помощи пропитки поверхностного слоя керамических и естественных каменных материалов достигают повышения их коррозионной стойкости. Пропитку чаще всего осуществляют синтетическими смолами, органическими веществами (битумом, парафином и др.), растворами солей кремнефтористоводородной кислоты (флюатирование).

Минеральные растворы, синтетические смолы, битум и другие материалы служат для пропитки или поверхностной обработки древесины, благодаря чему повышают химическую стойкость конструкций, выполненных из дерева, и улучшают их работу в агрессивной среде.

Коррозионную стойкость железобетона, бетона и растворов повышают либо применением для их изготовления специальных составов, либо химической обработкой поверхностей конструкций, либо защитой их специальными пропитками, покрытиями или нанесением изолирующих пленок.

При защите конструкций зданий и сооружений от коррозии наибольшее внимание уделяют конструкциям

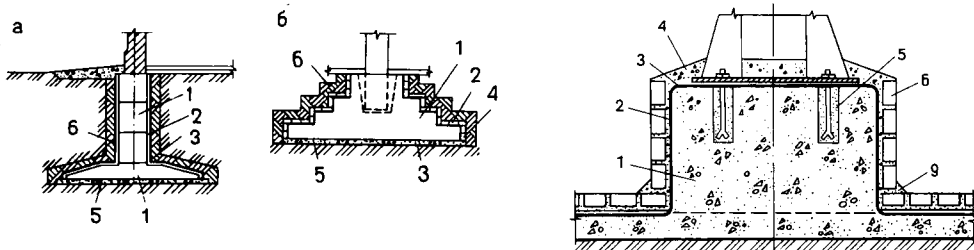


Рис. 9.5. Схема защиты бетонного фундамента, находящегося в агрессивной среде

а — слабо- и среднеагрессивная среда; б — сильно агрессивная среда; 1 — фундаментные блоки; 2 — стяжка цементная; 3 — гидроизоляция; 4 — облицовка химически стойким материалом; 5 — подготовка; 6 — утрамбованная жирная глина

Рис. 9.6. Схема защиты бетонных фундаментов под оборудование, находящихся в агрессивной среде

1 — бетонный фундамент; 2 — рулонная гидроизоляция; 3 — битумная обмазка; 4 — подливка химически стойким раствором (открытые участки верха фундамента могут быть облицованы химически стойкими штучными материалами); 5 — заливка анкерных болтов химически стойким раствором; 6 — кислотоупорные штучные материалы на химически стойкой замазке; 7 — утрамбованная жирная глина; 8 — утрамбованный щебень, пролитый горячим битумом; 9 — химически стойкий раствор

фундаментов, несущим и ограждающим конструкциям, конструкциям полов и открытых площадок. Схемы защиты фундаментов от воздействия агрессивной среды показаны на рис. 9.5 и 9.6.

Несущие и ограждающие конструкции промышленных зданий при работе в агрессивной среде снабжают защитными покрытиями в виде различных лаков или красок, обмазочной изоляции и штукатурки, оклеечной изоляции из рулонных, химически стойких материалов и различных облицовок химически стойкими штучными материалами (кирпич, плитка, каменные литые и др.).

Метеорологический режим помещений промышленных зданий и характеристик воздушной среды по степени вредности часто обуславливает его планировочное решение. Однородные по метеорологическому режиму и характеристикам воздушной среды помещения (цехи) промышленного здания объединяют в отдельные группы или зоны (если это допускает технологический процесс), изолированные от помещений с другими

характеристиками воздушной среды.

При этом достигают упрощение конструктивных решений. Аналогичное зонирование возможно по звуковому режиму.

Создание требуемого метеорологического режима и состава воздушной среды, а также светового режима часто обуславливает устройство аэрационных, светоаэрационных или световых фонарей, придающих зданию своеобразный внешний облик и определяющих конструктивное решение покрытия.

Из сказанного следует, что технологический процесс и связанная с ним среда промышленного здания определяют его объемно-планировочное и конструктивное решение. Многообразие влияний технологического процесса и среды обуславливает необходимость тщательного учета всех предъявляемых нормами проектирования требований и анализа возможных последствий этих влияний. Только в этом случае можно достигнуть обоснованного объемно-планировочного и конструктивного решения.

Глава III

Объемно-планировочные и конструктивные решения промышленных зданий

§ 10. ОСОБЕННОСТИ МОДУЛЬНОЙ КООРДИНАЦИИ, УНИФИКАЦИИ И ТИПИЗАЦИИ В ПРОМЫШЛЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Несмотря на разнообразие протекающих в промышленных зданиях технологических процессов, при их проектировании можно применять в большинстве случаев унифицированные планировочные и конструктивные решения, основанные на модульной системе, изложенной ранее [2, с. 22].

Унификация объемно-планировочных и конструктивных решений промышленных зданий имеет две формы — **отраслевую и межотраслевую**. Если в прошлом унификация объемно-планировочных и конструктивных решений промышленных зданий проводилась в рамках данной отрасли промышленности, то в настоящее время создаются унифицированные промышленные здания для разных отраслей промышленности. Создание межотраслевой системы унификации объемно-планировочных и конструктивных решений промышленных зданий позволяет сократить число типоразмеров конструкций, снизить стоимость строительства и создать условия для повышения уровня его индустриализации.

Для удобства унификации объем промышленного здания расчленяют на отдельные части или элементы.

Объемно-планировочным элементом или пространственной ячейкой называют часть здания с размерами, равными высоте этажа, пролету и шагу.

Планировочным элементом или ячейкой называют горизонтальную проекцию объемно-планировочного элемента. Объемно-планировочные и планировочные элементы в зависимости от расположения их в здании могут быть угловые, торцевые, боковые, средние и элементы у температурного шва (рис. 10.1).

Температурным блоком называют часть здания, состоящую из нескольких объемно-планировочных элементов, расположенных между продольными и поперечными температурными швами или между температурными швами и торцевой или продольной стеной здания.

С момента своего возникновения унификация прошла несколько стадий: **линейную, пространственную и объемную**.

Линейная унификация позволила установить вначале частично, а затем в комплексе величины отдельных параметров производственных зданий и некоторых их сочетаний. Так были унифицированы пролеты и высоты зданий, шаг колонн, а также нагрузки, действующие на конструкции и грузоподъемность мостовых кранов.

Основные унифицированные параметры и укрупненные модули для одноэтажных промышленных зданий приведены в табл. 10.1, обозначения к ней показаны на рис. 10.2.

Путем пространственной унификации было сокращено число сочетаний параметров по пролетам, высотам и шагам колонн и получены унифицированные объемно-планировочные элементы, применение которых дает возможность создавать множество схем промышленных зданий, различных по габаритам. В зависимости от характеристик технологических процессов **унифицированная габаритная схема** промышленного здания может быть использована для разных отраслей промышленности.

Объемная унификация позволила сократить число типоразмеров конструкций и деталей зданий и тем самым повысить серийность и снизить стоимость их изготовления, кроме того, было сокращено число типов зданий, созданы условия для блокирования и внедрения прогрессивных технологических решений.

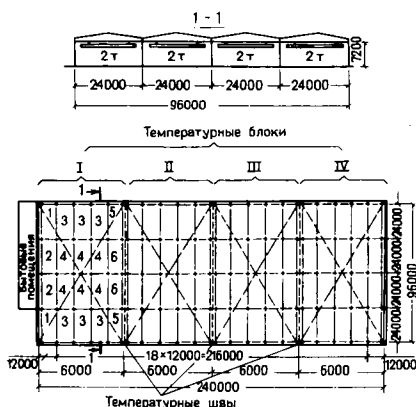


Рис. 10.1. Членение унифицированной габаритной схемы промышленного здания на температурные блоки и объемно-планировочные элементы

Типы объемно-планировочных элементов: 1 — угловые; 2 — торцовые; 3 — боковые; 4 — средние; 5 — боковые у температурного шва; 6 — средние у температурного шва

ТАБЛИЦА 10.1. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ И МОДУЛИ ДЛЯ ОДНОЭТАЖНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ (ОБОЗНАЧЕНИЯ СМ. РИС. 10.2 И 10.5)

Параметры	Модуль, м	Принятые размеры, м
Пролет	6	6, 12, 18, 24, 30 и более
Шаг колонн	6	6, 12, 18 и более

Высота (от пола до низа несущей конструкции покрытия на опоре):

в бескрановых зданиях	0,6	3; 3,6; 4,2; 4,8; 5,4; 6 и более
в крановых зданиях	0,6	8,4; 9; 9,6 и более

Привязка осей подкрановых балок к осям колонн:

без проходов . .	0,25	0,75
с проходами . .	0,25	1 и более

Привязка стен к разбивочным осям . . .

0,25	0; 0,25; 0,5

Примечания: 1. При разработке конкретных проектов высоты зданий следует назначать в соответствии с основными положениями по унификации. 2. Высоту зданий с несущими наружными и внутренними стенами или столбами из кирпича и других стучных местных строительных материалов допускается принимать кратной 0,3 м. — 3. В отдельных случаях разрешается принимать пролеты 9 м.

Для некоторых отраслей промышленности производственные здания выполнялись со сборным железобетонным каркасом и оснащались под-

весными или мостовыми кранами грузоподъемностью до 50 т. Для таких отраслей разработка проектов зданий велась на основе применения унифицированных типовых секций (УТС) или унифицированных пролетов (УТП).

Унифицированная типовая секция — объемная часть здания, состоящая из нескольких пролетов постоянной высоты. Габариты секции зависят от характера технологического процесса и конструктивного решения здания. Чаще всего такая секция представляет собой температурный блок здания. Поэтому максимальная ее длина равна расстоянию между поперечными температурными швами, а максимальная ширина — предельному расстоянию между продольными температурными швами.

Блокируя унифицированные типовые секции и пролеты между собой, можно получить объемно-планировочное и конструктивное решение промышленного здания требуемой величины с параметрами (пролета, шага, высоты), отвечающими технологическим условиям.

На рис. 10.3 показано объемно-планировочное решение унифицированной типовой секции размером 144×72 м, оборудованной мостовыми кранами, для предприятий машиностроения. В зависимости от применяемых сеток колонн, а также от характера блокирования в здании унифицированные типовые секции разделяют на следующие типы (рис. 10.4): I тип — многопролетные, для зданий сплошной застройки, рассчитанные на блокирование секций с любой стороны (см. рис. 10.4, а); II тип — одно-, двух-, многопролетные, блокируемые только вдоль пролетов (для зданий, ширина которых не может быть принята больше, чем ширина одной секции) (см. рис. 10.4, б); III тип — одно- и двухпролетные, пристраиваемые к многопролетным секциям (см. рис. 10.4, в).

Отступления от габаритов унифицированных типовых секций и унифицированных типовых пролетов возможны только при соответствующем

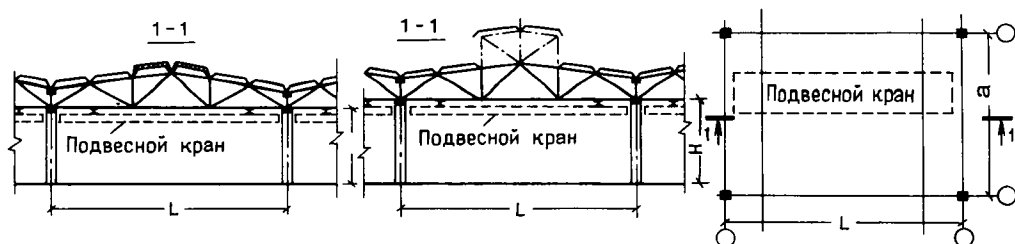


Рис. 10.5. Унифицированные объемно-планировочные элементы для промышленных зданий с внутренним отводом воды; оборудованных подвесными кранами

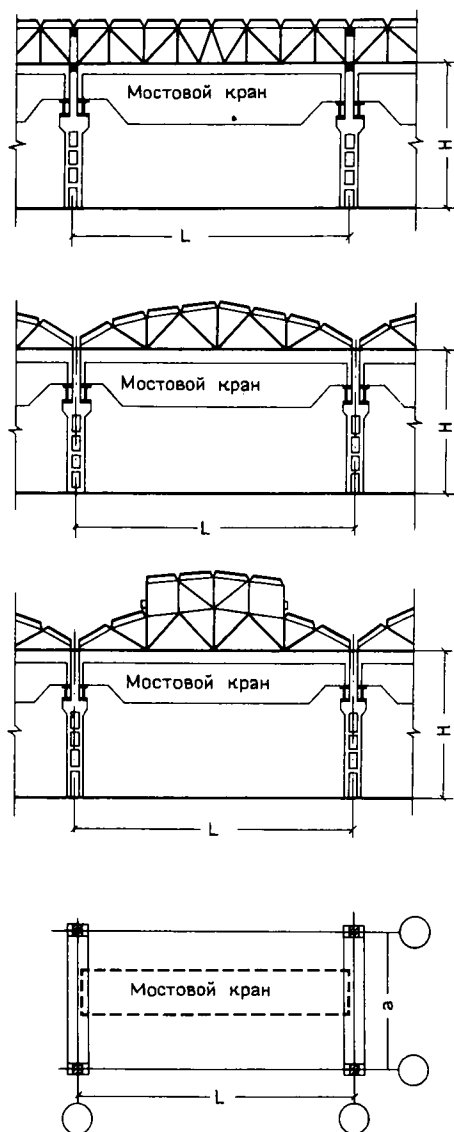


Рис. 10.6. Унифицированные объемно-планировочные элементы для промышленных зданий с внутренним отводом воды, оборудованных мостовыми кранами

технико-экономическом обосновании.

На каждую унифицированную типовую секцию и пролет разработаны и изданы массовым тиражом рабочие чертежи. Их использование сокращает объем проектной документации, уменьшает стоимость проектных работ, сокращает сроки проектирования, позволяет поднять качество проектов и применять минимальное число типов конструктивных элементов.

Однако практика проектирования показывает, что применение УТС и УТП в отдельных случаях значительно завышает площади и объемы производственных зданий. Дальнейшее совершенствование архитектурно-строительной унификации идет по пути перехода от **межотраслевой** к **межвидовой**, т. е. к нахождению общих объемно-планировочных и конструктивных решений для производственных, сельскохозяйственных и гражданских зданий. В настоящее время ведутся работы над созданием единого общесоюзного каталога унифицированных типовых, стандартных строительных конструкций и изделий. Унифицированные объемно-планировочные элементы разработаны для зданий с подвесными (рис. 10.5) и опорными мостовыми кранами (рис. 10.6), с наружным и внутренним отводом воды, с устройством верхнего света и без него.

Путем взаимосочетания объемно-планировочных элементов можно получить нужные разновидности температурных блоков, а следовательно, и унифицированных габаритных схем промышленных зданий разных габаритов. Как известно, унификация объемно-планировочных и конст-

¹ ГОСТ 24369—80 Объекты стандартизации в строительстве. Общие положения. М., 1980.

руктивных решений возможна только при наличии координации размеров конструкций и размеров зданий на основе **единой модульной системы** с применением **укрупненных модулей**, величины которых приводятся в табл. 10.1.

В целях упрощения конструктивного решения одноэтажные промышленные здания проектируют в основном с пролетами одного направления, одинаковой ширины и высоты. Применение в одном здании различных по величине и высоте пролетов возможно только в том случае, если это обуславливается технологическим процессом и необходимостью удовлетворить требования, связанные, например, с блокированием цехов. В тех же случаях для отдельных производств может быть допущено взаимно перпендикулярное расположение пролетов.

Перепады высот в многопролетных зданиях менее 1,2 м обычно не устраивают, поскольку они значительно усложняют и удорожают решение здания. Перепады более 1,2 м, необходимые по технологическим условиям, обычно совмещают с температурными швами.

Шаг колонн по крайним и средним рядам принимают на основании технико-экономических соображений с учетом технологических требований. Обычно он составляет 6 или 12 м. Возможен и больший шаг, но кратный укрупненному модулю 6 м, если допускает высота здания и величина расчетных нагрузок.

В зданиях, оборудованных мостовыми кранами, создающими значительные нагрузки, высоту помещения и отметку верха крановой консоли колонн увязывают не только с пролетом, но и с грузоподъемностью крана и шагом колонн каркаса (табл. 10.2).

В многоэтажных промышленных зданиях сетку колонн каркаса назначают в зависимости от нормативной полезной нагрузки на 1 м^2 перекрытия. Размеры пролетов назначают кратными 3 м, шаг колонн кратным 6 м. Так, при нагрузке до 10000 Н/м^2 (1000 кг/м^2) применяют сетку колонн $9 \times 6 \text{ м}$, а при нагрузках 20000 и

ТАБЛИЦА 10.2. ОТМЕТКА ВЕРХА КОНСОЛЕЙ КОЛОННЫ В ОДНОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЯХ СО СБОРНЫМ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫМ КАРКАСОМ, ОБОРУДОВАННЫХ МОСТОВЫМИ КРАНАМИ

Пролет L , м	Высота помещения H , м	Грузоподъемность крана Q , т	Отметка верха крановых консолей колонн h , м, при шаге колонн a	
			6 м	12 м
18; 24	8,4	10	5,2	4,6
18; 24	9,6	10; 20	5,8	5,4
18; 24	10,8	10; 20	7	6,6
18; 24; 30	12,6	10; 20; 30	8,5	8,1
18; 24; 30	14,4	10; 20; 30	10,3	9,9
24; 30	16,2	30; 50	11,5	11,1
24; 30	18	30; 50	13,3	12,9

25000 Н/м^2 (2000 и 2500 кг/м^2) — $6 \times 6 \text{ м}$. Применение других сеток колонн возможно лишь при соответствующем технико-экономическом обосновании. Высоты этажей многоэтажных зданий устанавливают кратными укрупненному модулю $0,6 \text{ м}$, но не менее 3 м (рис. 10.7).

Образование объемно-планировочной структуры многоэтажных промышленных зданий достигают аналогично одноэтажным зданиям, т. е. путем блокирования унифицированных объемно-планировочных элементов или секций.

Длину многоэтажного промышленного здания назначают в зависимости от технологического процесса. Объемно-планировочные решения (габаритные схемы) многоэтажных зданий характеризуют число пролетов, их размер, этажность и наличие подвешенного транспорта или мостовых кранов (рис. 10.8).

Большое влияние на сокращение числа типоразмеров конструктивных элементов, а также на их унификацию оказывает расположение стен и других конструкций здания по отношению к модульным разбивочным осям.

Унификация промышленных зданий предусматривает определенную систему привязки конструктивных элементов к модульным разбивочным осям. Она позволяет получить идентичное решение конструктивных узлов и возможность взаимозаменяемости конструкций.

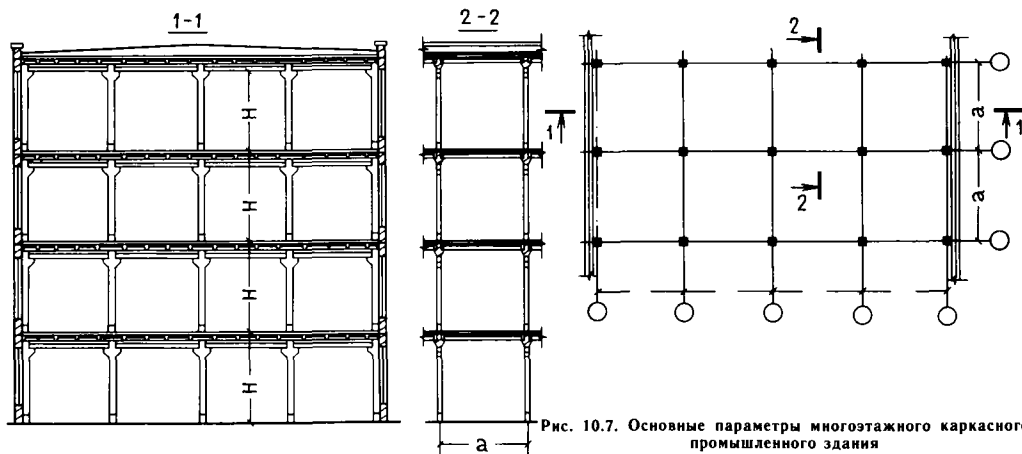


Рис. 10.7. Основные параметры многоэтажного каркасного промышленного здания

При сетке колонн 9×6 м

Двухпролетные	Двухпролетные с подвесным транспортом	Многопролетные
Н _{эт} 3,6; 4,8; 6; 6(4,8); 7,2(6) м	Н _{эт} 4,8(7,2); 6(7,2) м	Н _{эт} 3,6; 4,8; 6; 6(4,8); 7,2(6) м

При сетке колонн 6×6 м

Двухпролетные	Трехпролетные с подвесным транспортом	Трехпролетные с мостовым краном	Многопролетные
Н _{эт} 3,6; 4,8; 6; 6(4,8) м	Н _{эт} 3,6; 4,8; 6; 6(4,8); 7,2(6) м	Н _{эт} 4,8(10,8); 6(10,8) м	Н _{эт} 3,6; 4,8; 6; 6(4,8); 7,2(6) м

Рис. 10.8. Габаритные схемы многоэтажных промышленных зданий

Для одноэтажных промышленных зданий установлены привязки колонн крайних и средних рядов, наружных продольных и торцевых стен, колонн в местах устройства температурных швов и в местах перепада высот между пролетами одного или взаимно перпендикулярных направлений (рис. 10.9). Как видно, выбор «нулевой привязки» (т. е. совпадение наружной грани колонн с разбивочной осью) или привязки на расстоянии 250 или 500 мм от наружной грани колонн крайних рядов зависит от грузоподъемности мостовых кранов, шага колонн и высоты здания.

Такая привязка позволяет сократить типоразмеры конструктивных элементов, учитывать действующие нагрузки, устанавливать подстропильные конструкции и устраивать проходы по подкрановым путям.

Геометрические оси торцевых колонн основного каркаса смещают с поперечных разбивочных осей внутрь здания на 500 мм, внутренние поверхности торцевых стен должны совпадать с поперечными разбивочными осями, т. е. иметь нулевую привязку (см. рис. 10.9, а). При этом отпадает необходимость в доборных элементах в несущей конструкции ограждающей

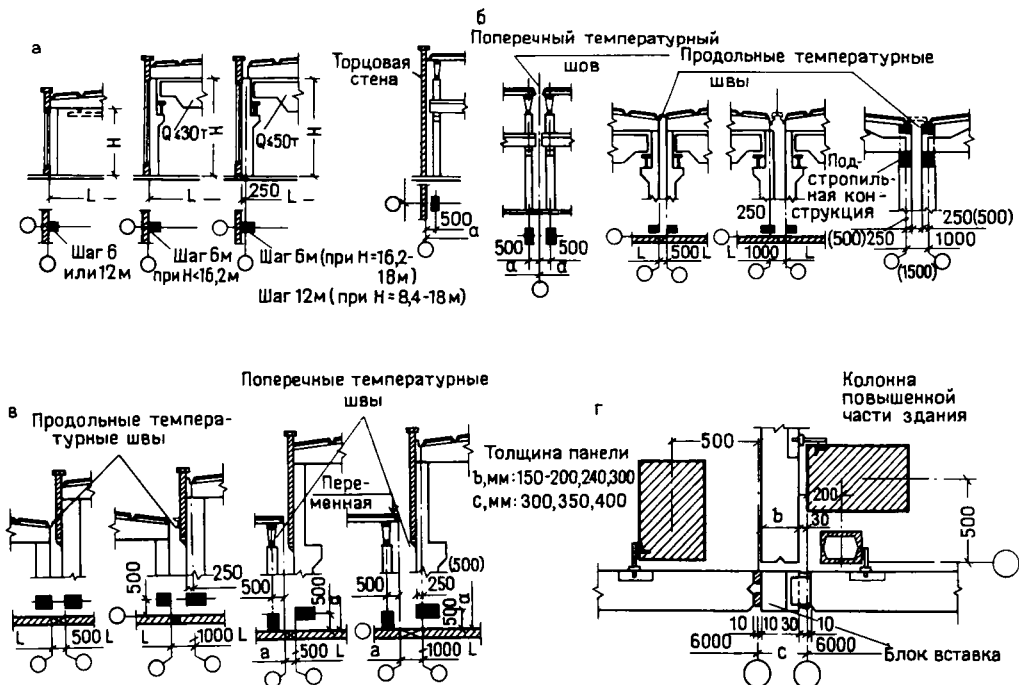


Рис. 10.9. Привязка конструктивных элементов одноэтажных каркасных промышленных зданий к разбивочным осям

а — колонны и стены; б — колонны в местах температурных швов; в — колонны в местах перепада высот; г — то же, со вставкой в зависимости от толщины стен

части покрытия и появляется возможность свободного размещения фахверка (или каркаса) торцевой стены.

Температурные швы, как правило, устраивают на спаренных колоннах. Ось поперечного температурного шва должна совпадать с поперечной разбивочной осью, а геометрические оси колонн смещают от нее на 500 мм (см. рис. 10.9, б). В продольных температурных швах привязку колонн к продольным разбивочным осям осуществляют по тем же правилам, что и колонн крайнего ряда. Размер вставки, устраиваемой в покрытии, зависит от величины привязки, и его принимают 300, 350, 400, 500, 1000 и 1500 мм (см. рис. 10.9, г). В зданиях со стальным или смешанным каркасом продольные температурные швы выполняют на одной колонне с устройством скользящих опор.

Перепад высот между пролетами одного направления или при двух взаимно перпендикулярных пролетах (см. рис. 10.9, в) устраивают на спа-

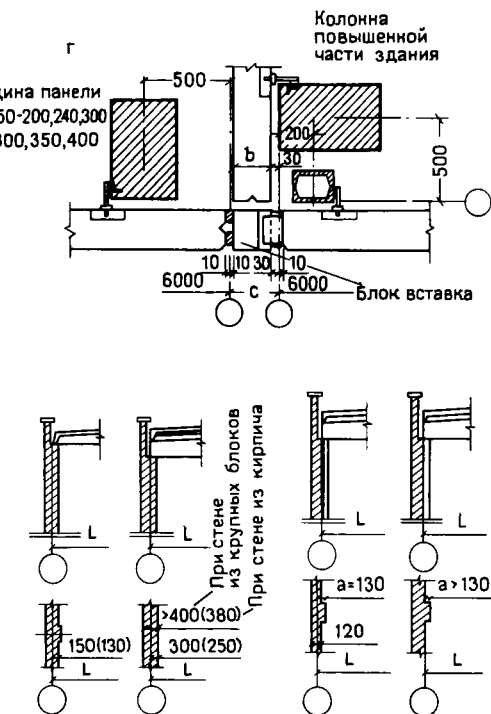


Рис. 10.10. Привязка несущих наружных стен к продольным разбивочным осям

ренных колоннах со вставкой с соблюдением правил для колонн крайнего ряда и колонн у торцевых стен. Размеры вставок 300, 350, 400, 500 или 1000 мм (см. рис. 10.9, г).

Вставки в 300, 350 и 400 мм не подчиняются правилам унификации, однако значительно упрощают конструктивное решение температурных швов и узлов перепада высот в покрытиях.

Привязку осей подкрановых рельсов к продольным разбивочным осям в зданиях, оборудованных мостовыми кранами при их грузоподъемности

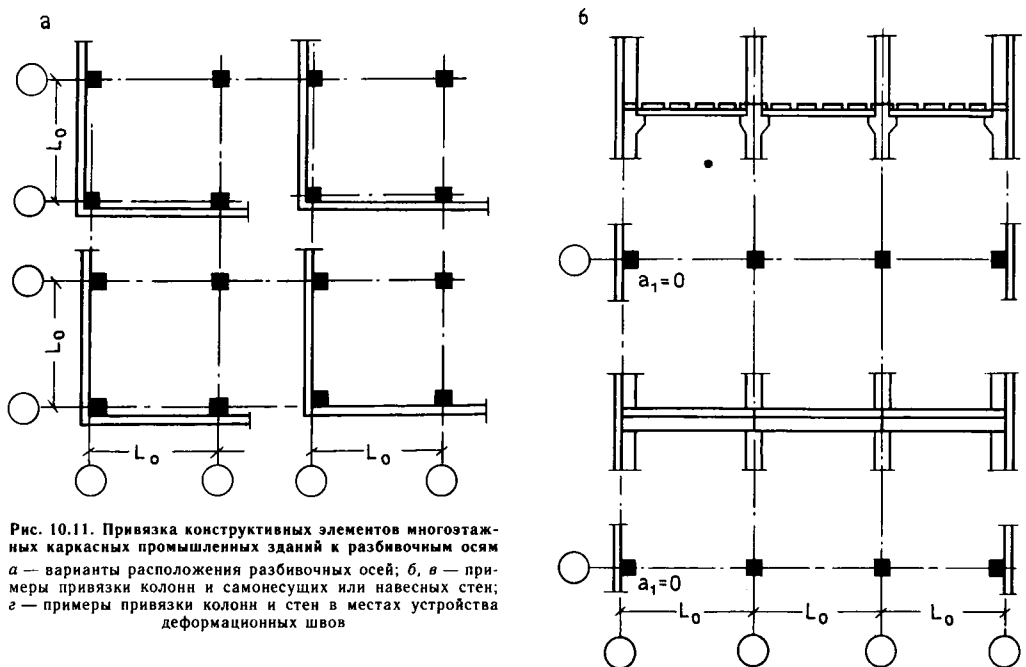
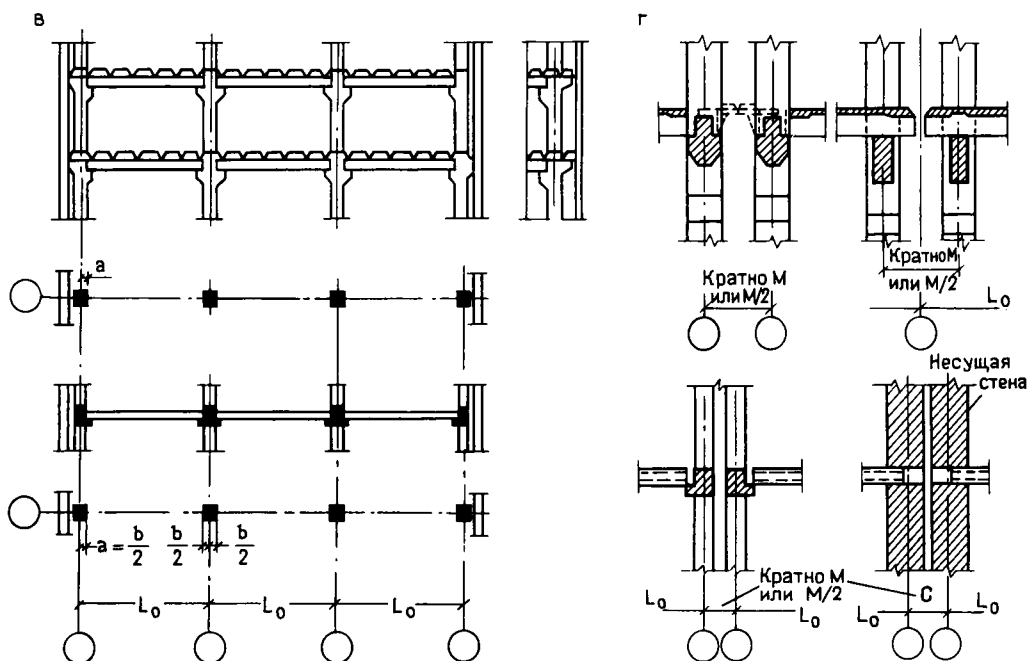


Рис. 10.11. Привязка конструктивных элементов многоэтажных каркасных промышленных зданий к разбивочным осям
 а — варианты расположения разбивочных осей; б, в — примеры привязки колонн и самонесущих или навесных стен; г — примеры привязки колонн и стен в местах устройства деформационных швов



до 50 т, принимают 750 мм, а при наличии проходов по подкрановым путям или при грузоподъемности кранов больше 50 т — 1000 мм.

В одноэтажных зданиях с несущими наружными стенами их привязку к продольным разбивочным осям осуществляют с таким расчетом, чтобы

обеспечить достаточную опору для несущих конструкций покрытия (рис. 10.10). Привязку несущей торцевой стены при опирании на нее плит покрытия принимают такой же, как для несущей продольной стены. Геометрические оси несущих внутренних стен совмещают с разбивочными осями.

В многоэтажных каркасных промышленных зданиях разбивочные оси колонн средних рядов совмещают с геометрическими (рис. 10.11, а). Исключением могут быть колонны, располагаемые в местах деформационных швов, перепада высот зданий и в тех случаях, когда конструкции опор различны.

Колонны крайних рядов зданий либо имеют «нулевую привязку» (рис. 10.11, б), либо внутреннюю грань колонн размещают на расстоянии a от модульной разбивочной оси (рис. 10.11, в). Величину a принимают равной половине толщины внутренней колонны. Привязка самонесущих или навесных стен к разбивочной оси ведется с учетом привязки колонн крайних рядов и особенностей примыкания стен к колоннам или перекрытиям. В местах устройства деформационных швов привязку колонн и стен осуществляют согласно рис. 10.11, г. В случае перепада высот при установке одинарных колонн используют двойные разбивочные оси.

Модульная координация основных параметров промышленных зданий и стандартная привязка конструктивных элементов к разбивочным осям позволяют унифицировать их объемно-планировочное и конструктивное решение и способствуют дальнейшей индустриализации строительства.

Сказанное относится к промышленным зданиям со сборными железобетонными или стальными каркасами. Возможны и другие способы привязки, если они не усложняют решение здания, не увеличивают число типоразмеров сборных элементов и не повышают стоимость строительства. При применении монолитных железобетонных конструкций или покрытий в виде пространственных систем привязку к разбивочным осям и решение деформационных швов (осадочных и температурных) подвергают проработке.

§ 11. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА

Ранее уже говорилось о рабочем пространстве (см. § 4 и 9 настоящего издания) и о принципах опреде-

ления его размеров [2, с. 113]. Известно, что определяющие факторы при определении размеров рабочего места — габариты человека и его положение в пространстве при выполнении тех или иных производственных операций.

Для производственных помещений принято считать, что если работающий 50% своего рабочего времени или более 2 ч непрерывно находится на одном месте, то такое место называют **постоянным рабочим местом**; пространство над ним высотой до 2 м называют **рабочей зоной**. При обслуживании процессов производства в различных пунктах рабочей зоны постоянное рабочее место — вся рабочая зона.

При определении размеров рабочих мест учитывают также категорию выполняемой работы, физиологические возможности человека, а также условия труда в производственном помещении. Как было сказано в § 5, все виды выполняемых работ в промышленных зданиях подразделяют на три категории: легкие, средней тяжести и тяжелые. В зависимости от категории выполняемых работ назначают параметры воздушной среды рабочей зоны и осуществляют меры для их поддержания.

При организации рабочего места с рациональным размещением технологического оборудования, необходимого инструмента, приспособлений, вспомогательных средств, полуфабрикатов, готовых изделий, отходов производства тщательно учитывают физиологические возможности человека. Для этого путем **макетирования** решают вопросы, связанные с антропометрическими и биохимическими условиями, способными наиболее эффективно влиять на процесс труда человека.

На рис. 11.1, а показан плоский макет человека, позволяющий решать задачи, связанные с оптимизацией рабочего пространства; на рис. 11.1, б показана модель человека, позволяющая оценить его реакции на механические возбуждения при частотах менее 100 Гц [27, с. 110].

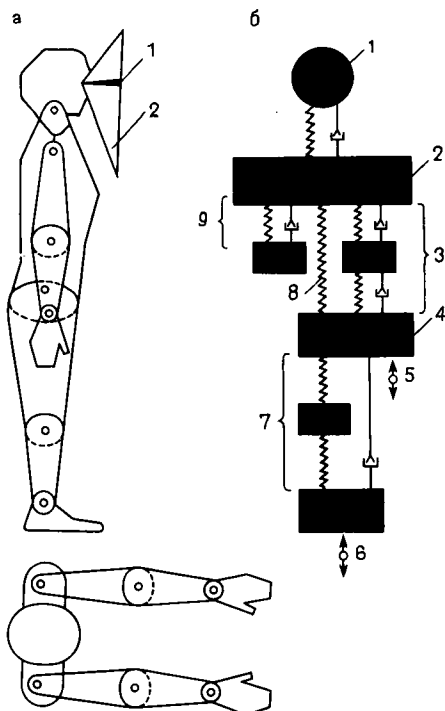


Рис. 11.1. Определение габаритов рабочего места с помощью макетов

а — плоский макет человека: 1 — линия зрения; 2 — предельный угол зрения; б — механическая система «человек»: 1 — голова; 2 — верхняя часть тела; 3 — система «грудь — живот»; 4 — тазобедренная часть, переменные силы; 5 — человек сидит; 6 — человек стоит; 7 — ноги; 8 — жесткость спинного хребта; 9 — система «плечо — рука»

Размеры рабочего пространства можно определять на основе исследования трудовых процессов рабочих промышленных предприятий методами *циклографического* и *киноциклографического* изучения движений человека в пространстве [2, с. 115]. Если одновременно фиксировать психофизиологические показатели организма, можно получить оптимальные размеры рабочего пространства при наиболее рациональном функционировании организма. Аналогичные приемы могут быть использованы и для решения других проблем, связанных с созданием хороших условий работы на рабочем месте.

На рис. 11.2 показаны рабочие зоны рук мужчин с условным ростом 1,75 м и женщины ростом 1,65 м, в которых удобно размещать устройства, обслуживаемые этими руками.

При определении оптимального рабочего пространства учитывается также *поле зрения* человека. На рис. 11.3 показаны углы видимости в поле зрения: 18° — угол «мгновенного зрения» в рабочей зоне; 30° — угол «эффективной видимости» в рабочей зоне; 120° — угол обзора при фиксированном положении головы; 225° — угол обзора при поворотах головы.

Факторами, способствующими улучшению видимости, являются нормальная освещенность рабочей зоны, отсутствие явлений блескости и бликов на блестящих поверхностях, создание достаточного контраста между объектом и его фоном, расположение предмета труда в зоне обзора и в пределах угла эффективной видимости.

Используя метод плоского макетирования, устанавливают размерные соотношения рабочего места и определяют при этом, насколько рацио-

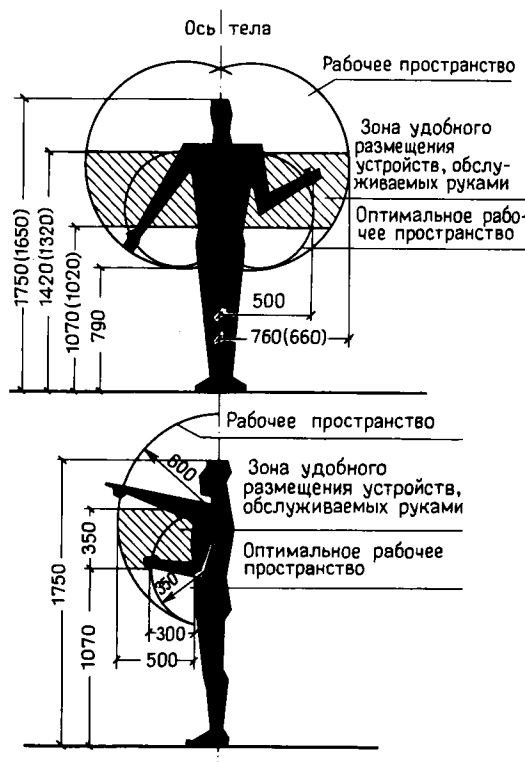


Рис. 11.2. Рабочая зона рук человека (цифры без скобок — для мужчин, цифры в скобках — для женщин)

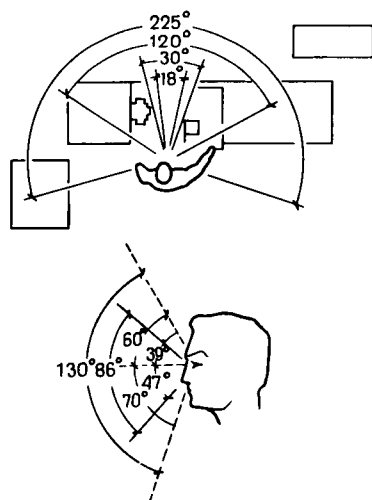


Рис. 11.3. Схема углов видимости в поле зрения человека (пунктиром показан угол поля зрения, сплошной линией — угол зоны обзора)

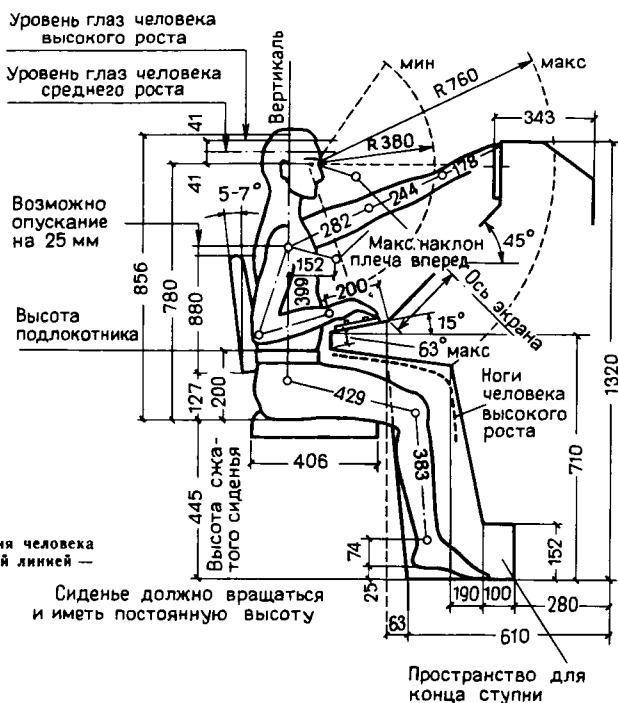


Рис. 11.4. Рабочее место на пульте управления

нальные движения человека в процессе работы и насколько правильно запроектировано оборудование.

На рис. 11.4 приведена схема, иллюстрирующая размерные соотношения человека на рабочем месте.

Тип рабочего места определяется характером технологического процесса. Работающий может выполнять свои производственные операции сидя или стоя, обслуживая один станок или несколько. Таким образом, рабочее место может быть **стационарным** или **маршрутным**. В настоящее время в ткацких цехах, где рабочие места маршрутные, в целях улучшения условий труда применяют подвижные кресла с двигателем, на которых человек передвигается вдоль фронта станков, выполняя операции сидя.

Организацию рабочих мест осуществляют по принципам **научной организации труда** (НОТ) и предусматривают на основе анализа всей совокупности факторов (технических, организационных, экономических, эстетических, социологических, психофизиологических и др.) решение этой задачи.

Каждое рабочее место имеет оп-

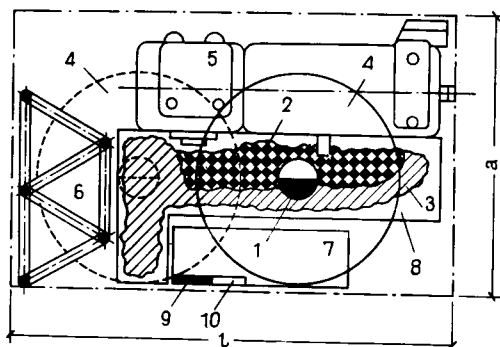


Рис. 11.5. Схема планировки рабочего места токаря

1 — рабочее место; 2 — зона рабочего места для выполнения основных технологических операций; 3 — зона рабочего места для выполнения вспомогательных операций; 4 — зона досягаемости рабочим; 5 — станок; 6 — стеллаж-стойка; 7 — комбинированный приемный стол; 8 — подставка; 9 — планшет для подвешивания чертежей; 10 — пульт сигнализации

ределенную организационную оснастку, которую выбирают в зависимости от уровня специализации рабочих мест, габаритов обрабатываемых деталей, типа станка и агрегата. В машиностроении, например, рабочие места оснащают приспособлениями для хранения материалов, заготовок или готовых деталей, устройствами, обеспечивающими нормальные условия труда (местное освещение, вентиля-

ционные устройства, ограждения), приборами и средствами контроля, сигнализацией и телефоном и т. д.

На рис. 11.5 показано рабочее место токаря, производящего «притирочные» работы после шлифовки изделия. Детали, подвергающиеся обработке, доставляют в специальных пеналах и складывают на приемном столе. В ящиках этого стола хранят также притирочный материал и инструмент. Рядом со станком располагают стеллаж-стойку для межоперационного хранения изделий. Кроме того, на приемном столе помещают щит для крепления чертежей и пульт сигнализации.

Зная габариты станка, необходимую для него организационную оснастку, ее оптимальное расположение относительно станка и работающего человека, а также занимаемую им площадь, полученную на основе циклографического изучения движений, получают **габариты участка рабочей площади цеха**, необходимой под один станок или группу станков.

В некоторых случаях рабочие места могут располагать непосредственно на станках или при автоматическом управлении в специальных кабинах, где размещают пульт управления. За последние годы больших успехов в совершенствовании условий труда на рабочих местах достигла **эргономика** (см. § 9).

Важная часть эргономики — инженерная психология — наука, занимающаяся проблемами взаимодействия человека с разнообразными техническими устройствами в процессе труда. **Инженерная психология** использует данные психологии, физиологии, антропологии, гигиены, биологии, техники и других наук. Она составляет научную основу технической эстетики и художественного конструирования.

Как было сказано, основными элементами **производственной среды** рабочего места являются: воздушная среда (изменение давления, температуры, влажности и скорости движения воздуха), потребность человека в тепле и воздухе, наличие в воз-

духе химических и механических примесей — производственных вредных, звук — шум, вибрация и ультразвук; излучения — электромагнитные волны радиочастот, статическое электричество, радиоактивные вещества; цветосветовой климат, освещение и ультрафиолетовое облучение; движение и положение тела рабочего по отношению к производственному оборудованию. **Эргономика оценивает производственную среду в зависимости от степени ее комфорта по отношению к человеку** и условно выделяет четыре зоны.

1. **Зона высшего комфорта** предполагает, что все факторы, определяющие комфортность среды, найдутся в гармоничном соотношении. Дополняющими факторами являются: синтез архитектуры интерьера и архитектурники машин, света и цвета, т. е. создание светового климата; ароматизации воздуха; введение функциональной музыки; дополнительная эстетизация интерьера, предполагающая внутрицеховое озеленение, введение элегантной формы и красивого цвета рабочей одежды, средств информации и агитации. Условия высшего комфорта создают эмоциональный комфорт людям, работающим в данном помещении.

2. **Комфортная зона** — в ней все действующие факторы в достаточной степени обеспечивают нормальную деятельность организма человека.

3. **Некомфортная зона** характеризуется такими условиями, когда один из элементов среды имеет существенные отклонения от действующих норм (горячие цехи черной и цветной металлургии, химические цехи и др.).

4. **Недопустимая зона** характеризуется невыносимыми условиями, т. е. условия, в которых человек не может находиться, в связи с чем требуется его изоляция (работа с мощным ультразвуком, подводные работы, работа с радиоактивными материалами и др.).

Большую роль в рационально-художественном решении рабочего места играет **техническая эстетика**. В создании технологического оборудо-

вания, инструмента, производственной оснастки активное участие принимают художники-конструкторы (дизайнеры), которые, опираясь на принципы эстетики и эргономики, разрабатывают не только красивые формы, но стремятся к тому, чтобы их разработки способствовали снижению лишнего напряжения в процессах труда, утомляемости рабочих и, в конечном счете, способствовали значительному повышению производительности труда.

§ 12. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ И КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Многообразие современных производств и, следовательно, технологических процессов обуславливает, в свою очередь, многообразие объемно-планировочных и конструктивных решений промышленных зданий.

Приступая к проектированию, прежде всего необходимо изучить **производственный процесс**, для размещения которого предназначено здание, и затем выявить те требования, которые он определяет и которым должны отвечать объемно-планировочное и конструктивное решения. Эти требования подробно были рассмотрены в § 4.

Однако в зависимости от рода производства, т. е. характеристики технологического процесса, эти требования могут быть разными. В одних случаях решающими могут быть требования, связанные с обеспечением кондиционированного метеорологического режима и состава воздуха (например, для прецизионных производств), в других — требования, связанные с обеспечением усиленной аэрации (горячие цехи); в одних случаях габариты изделий определяют необходимое пространство (самолетосборочные цехи или судостроительные эллинги), в других — габариты оборудования (например, прокатные цехи).

Несмотря на многообразие производств и соответственно объемно-планировочных и конструктивных решений зданий, могут быть выделены некоторые общие принципы этих ре-

шений. Среди них прежде всего следует выделить **блокирование в одном промышленном здании** некоторых производственных помещений, обслуживающих один технологический процесс, или некоторых цехов с разными технологическими процессами или даже разных промышленных предприятий.

Опыт проектирования показывает, что с помощью блокирования можно в отдельных случаях уменьшить площадь заводской территории на 30%, сократить периметр наружных стен до 50%, снизить стоимость строительства на 15—20%.

Вместе с тем блокирование, учитывая разные характеристики технологических процессов, может создать определенные трудности в объемно-планировочных и конструктивных решениях зданий, имея в виду возможные различные требования к размерам пространства, к метеорологическому режиму, воздушной среде и пр.

Блокирование на территориях, с относительно беспокойным рельефом, может привести к неоправданному возрастанию объема земляных работ и снижению экономического эффекта. Поэтому блокирование целесообразно в тех случаях, когда характеристики технологических процессов (например, по нагрузкам, требованиям к среде и др.) относительно близки между собой и когда местные условия строительства не вызывают серьезных трудностей (например, по рельефу, размерам территории и пр.).

Следует отметить еще один положительный фактор блокирования — возможность объединения однородных вспомогательных цехов (например, ремонтно-механических, складских и т. п.) разных производственных процессов (рис. 12.1 и 12.2). Такое объединение дает возможность не только сократить требуемые объемы здания в результате уменьшения вспомогательных площадей, но и уменьшить количество персонала.

Наряду с блокированием сохраняет свое значение и **павильонная застройка** (рис. 12.3), когда она оправ-

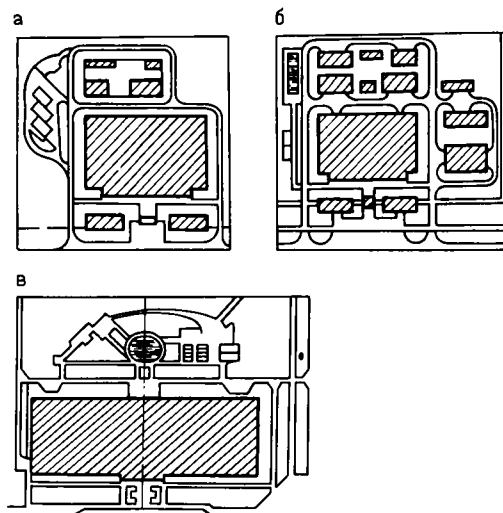
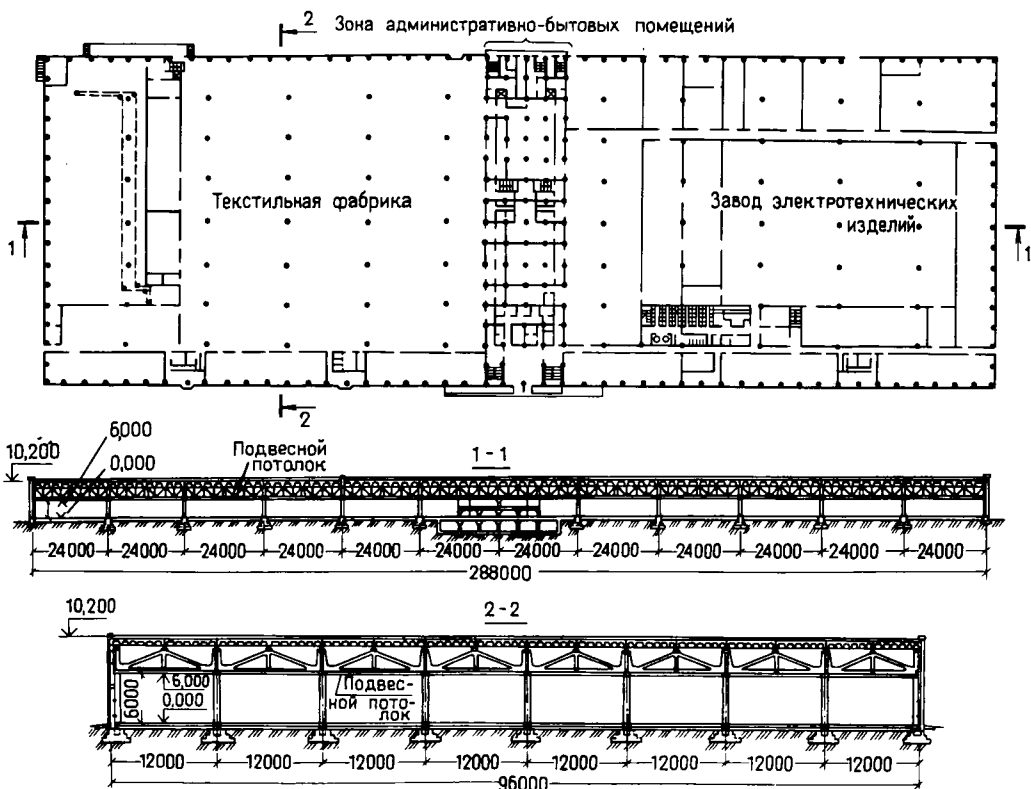


Рис. 12.1. Блокирование в одном здании двух предприятий с различной технологией производства — текстильной фабрики и завода электротехнических изделий

а, б — схемы решения генеральных планов до блокирования; в — то же, после блокирования

Рис. 12.2. План и разрезы здания, в котором сблокированы два предприятия: текстильная фабрика и завод электротехнических изделий



дана характером технологического процесса (например, сопровождаемого значительными тепло- и газовыделениями), местными условиями и главное — доказательными экономическими преимуществами.

На основании экономических соображений в промышленности приборостроения получил, например, применение так называемый **«модульный принцип»** формирования структуры предприятия, согласно которому предприятие состоит из нескольких автономных однородных единиц — «технологических модулей», размещаемых в отдельных небольших производственных зданиях (корпусах-модулях). Строительство каждого из этих корпусов и ввод их в эксплуатацию занимают значительно меньше времени, чем строительство и ввод в эксплуатацию предприятия в целом [17, с. 24—28; 18, с. 36—39].

Экономический эффект достигают за счет введения в эксплуатацию сначала первого корпуса-модуля и получения готовой продукции, а затем

последовательно вводимых других корпусов. Таким образом, к окончанию строительства последнего корпуса-модуля, т. е. к моменту окончания строительства предприятия в целом, оно выпускает готовую продукцию во все нарастающем объеме. Следует отметить, что при «модульном принципе» утрачиваются преимущества блокирования.

В решении вопроса о блокировании или применении павильонной застройки существенную роль наряду с перечисленными выше технологическими факторами играет экономика.

Выбор этажности представляет собой одну из важных задач, решаемых в процессе проектирования. В § 2 были изложены основные факторы, влияющие на выбор этажности промышленного здания (нагрузки от технологического оборудования, габаритность оборудования и изделий, использование гравитационного принципа для перемещения материалов и т. п.).

Если характеристики технологического процесса допускают с одинаковой степенью целесообразность применения как одноэтажных, так и многоэтажных зданий, выбор этажности здания зависит от местных условий (площади участка, отведенного под строительство, его рельефа, климатических характеристик местности и т. п.), а также от технических и экономических показателей.

Следует иметь в виду, что одноэтажные здания позволяют более свободно размещать и перемещать оборудование при модернизации технологического процесса. В них относительно просто решается устройство подъемно-транспортного оборудования и естественного освещения по всей производственной площади цеха. Вместе с тем одноэтажные промышленные здания требуют значительных территорий, которые, бывает часто трудно выделить по условиям застройки города, а с другой — городские территории имеют большую ценность в связи с наличием элементов благоустройства (дороги, подземные коммуникации и т. п.) и перспективами дальнейшего развития города.

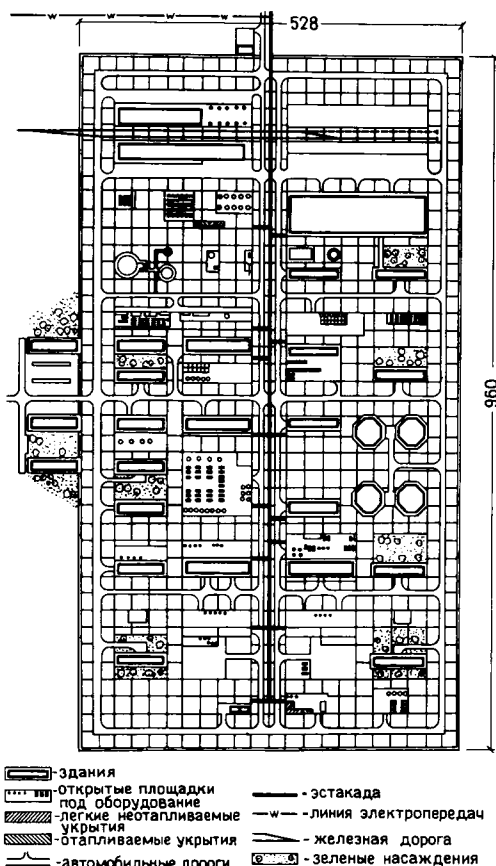


Рис. 12.3. Генеральный план предприятий химической промышленности с павильонной застройкой

Строительство одноэтажных промышленных зданий в загородной зоне влечет за собой сокращение нередко ценных сельскохозяйственных угодий. Кроме того, по сравнению с многоэтажными зданиями одноэтажные имеют значительно большую площадь наружных ограждений и, следовательно, увеличенные теплопотери (часто в 1,5 раза превышающие теплопотери равновеликих по площади многоэтажных зданий). Последние, как было указано, целесообразны для размещения производства с относительно небольшими технологическими нагрузками — менее 20000 Н/м^2 (2000 кг/м^2) — при строительстве в местностях с холодным климатом, для строительства в городских условиях.

Следует иметь в виду, что в многоэтажных зданиях общая площадь всегда на 15—20% выше, чем в одно-

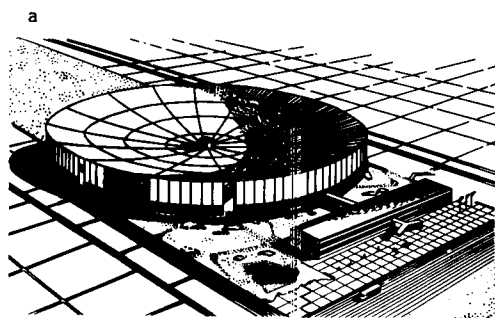
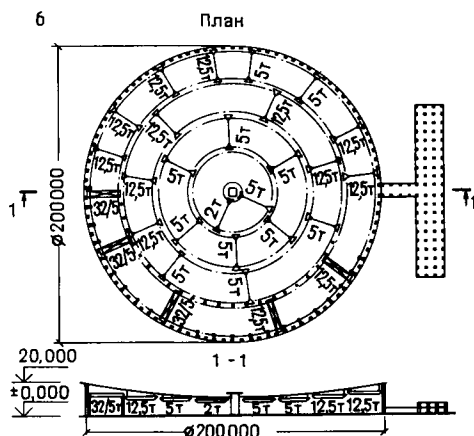


Рис. 12.4. Универсальное промышленное здание с вантавыми несущими конструкциями покрытия

а — общий вид; б — схема плана и разрез



этажных, за счет устройства лестниц, подъемников, большего числа других коммуникационных помещений. Поэтому при выборе этажности основным критерием считают экономические показатели, получаемые на основании сравнения вариантов возможных решений, если какие-либо из технологических требований не определяют заведомо этажность.

Наконец, следует выделить принцип **унификации** решений зданий, который преследует получение относительно лучшего объемно-планировочного и конструктивного решения, способствует повышению гибкости или универсальности объемно-планировочных и конструктивных решений промышленных зданий, что имеет большое значение для ускорения научно-технического прогресса.

Во многих отраслях промышленности технологические процессы и связанное с ним оборудование, а также предметы труда совершенствуются быстро. В этих условиях довольно часто меняют оборудование, расставляемое в помещении иногда по совершенно новой технологической схеме. Поэтому объемно-планировочные и конструктивные параметры здания не должны стеснять или ограничивать процессы модернизации производства.

Повышение **универсальности** или **гибкости** производственных зданий достигается прежде всего в результате освобождения пространства (см. рис.

12.2 и 12.4), например, за счет увеличения сетки колонн и в необходимых случаях за счет повышения высоты помещения (в чистоте). Повышение универсальности также достигают некоторыми конструктивными мероприятиями, например, устройством в одноэтажных промышленных зданиях по всей его площади усиленного пола, допускающего установку оборудования в любом месте помещения без устройства специальных фундаментов.

Преследуя повышение универсальности, нельзя забывать об экономической стороне дела. Например, увеличение сетки колонн может привести к повышению стоимости конструкций покрытия из-за увеличения пролета или шага вертикальных опор. Поэтому, принимая то или иное решение, учитывающее условия повышения универсальности здания, необходимо проверить его экономическую эффективность.

Проектируя здание, полезно иметь в виду **научно-технический прогноз развития данной отрасли промышленности**, который определяет вероятные пути развития отрасли в целом, технологии производства и технологического оборудования. Такой прогноз позволяет при проектировании с большой обоснованностью принимать решения при выборе объемно-планировочных или конструктивных параметров промышленных зданий.

Например, если прослеживается тенденция увеличения габаритов изде-

лий, то, очевидно, сборочные цехи предприятий целесообразно делать с пролетами таких размеров, чтобы они оказались достаточными для сборки изделий большого размера; в настоящее же время, пока изделия имеют еще небольшие размеры, в одном таком пролете могут быть размещены две или больше сборочных линий.

В связи с ускорением научно-технического прогресса возникает проблема **долговечности** промышленных зданий. Если, например, проектируемое здание предназначают для размещения производства, которое, согласно данным прогнозирования, через определенное число лет потеряет свое значение и будет прекращено, то срок службы здания должен быть такой же продолжительности или (если позволяют его конструктивные данные) оно должно быть использовано для размещения другого производства. В этом случае универсальность объемно-планировочных и конструктивных параметров оказывается крайне ценным качеством.

Значительно сложнее обстоит дело, когда объемно-планировочное решение жестко подчинено технологическому процессу (например, как в зданиях тепловых электростанций, см. рис. 9.1). В этом случае, если здание не удастся приспособить под модернизированное оборудование, его использовать для других целей крайне трудно. В таких зданиях часто оборудование настолько связано со строительными конструкциями, что его замена вынужденно приводит к смене конструкций, т. е. долговечность здания определяется в данном случае сроком эксплуатации данного вида оборудования.

Как указывалось, целесообразное решение промышленного здания определяют прежде всего **экономичным использованием пространства**, т. е. его площадей и объемов для того технологического процесса, для которого оно предназначено. Приблизительно требуемые производственные площади определяют по мощности предприятия на основе укрупненных отраслевых показателей выпуска готовой продук-

ции в тоннах или рублях с 1 м^2 площади. Отраслевые показатели выводят на основе показателей действующих однородных передовых в техническом и производственном отношениях предприятий.

Если величину общего, например, годового выпуска продукции в тоннах или рублях, разделить на показатель годового выпуска продукции с 1 м^2 площади, то получают приближенную величину требуемой площади здания в квадратных метрах.

При проектировании здания уделяют большое внимание не только рациональному расположению технологического оборудования, удобной транспортировке сырья, полуфабрикатов, готовой продукции и отходов производства, но и правильной организации рабочих мест, обеспечению безопасности и созданию условий труда, отвечающих санитарно-гигиеническим требованиям.

Объемно-планировочное решение должно быть возможно **проще по своей форме**. Здание прямоугольное в плане с параллельно расположенными пролетами одинаковой ширины и высоты упрощает конструктивное решение, повышает степень сборности конструкций, сокращает число их типоразмеров.

В случае применения многоэтажных зданий, например, для производств, имеющих легкое технологическое оборудование и изготавливающих изделия малой массы, их формы также следует проектировать возможно проще и, кроме того, шириной не менее 24 м. Первые этажи многоэтажных зданий отводят для размещения производственных процессов с тяжелым оборудованием или процессов, сопровождающихся выделением сточных вод, содержащих кислоты, щелочи и другие агрессивные примеси.

Как было сказано, объемно-планировочные и конструктивные решения промышленных зданий должны допускать возможность модернизации технологических процессов с заменой или перестановкой станков и оборудования без существенной реконструкции здания.

В наибольшей степени этой задаче отвечают **универсальные здания**. Однако во всех других случаях целесообразно повышать степень универсальности, избегая загромождения производственного пространства здания, например, лестничными клетками, подъемниками, санитарными узлами и пр.

Технологическое оборудование располагают на открытых площадках вне зданий, когда это возможно по эксплуатационным и климатическим условиям.

Важный общий принцип объемно-планировочных решений — **изоляция вредностей** одних производственных помещений от других. Видимое влияние могут оказывать метеорологический режим, состав воздуха, шум, вибрация. Например, производства, технологический процесс которых сопровождается значительными теплотами газовыделениями, размещают в одноэтажных зданиях, при этом ширину и профиль таких зданий назначают с учетом обеспечения эффективной аэрации. Очевидно, при этом может быть предпочтительна павильонная застройка, обеспечивающая надежную изоляцию помещений с нормальным режимом. Производства, при которых в воздух могут выделяться ядовитые газы, пары и пыль в концентрациях, превышающих предельно допустимые нормы, располагают в отдельных помещениях, изолированных от других помещений зданий соответствующими ограждающими конструкциями.

Значительное влияние на объемно-планировочные и конструктивные решения промышленных зданий оказывают **природно-климатические характеристики** места строительства по температурному и ветровому режимам, по количеству осадков и другим показателям, рассмотренным ранее [2, с. 59]. В суровых климатических условиях предпочтительны, например, здания с меньшей площадью наружных ограждающих конструкций (блокированные, многоэтажные) в целях снижения теплопотерь и, следовательно, повышения экономичности здания

в эксплуатации. Повторяемость, скорость и направление ветров, а также закономерности снегопереноса оказывают влияние на выбор профиля покрытия, если предусматривают аэрацию и естественное освещение через фонари. Характеристики светового климата вообще определяют решение естественного освещения, размеры светопроемов и размеры фонарей. Из сказанного следует сделать вывод, что климатические характеристики тщательно выявляют и учитывают при принятии проектного решения.

Значительное влияние на объемно-планировочные и конструктивные решения оказывают **требования пожарной безопасности**. В соответствии с ними определяют наибольшую допускаемую этажность зданий, требуемую этажность зданий, требуемую степень огнестойкости их конструкций и наибольшую допускаемую площадь этажа между противопожарными преградами.

Если позволяет технологический процесс, помещения с производствами, наиболее опасными в пожарном отношении, располагают в одноэтажных зданиях у наружных стен, а в многоэтажных зданиях — на верхних этажах. Из здания на случай возникновения пожара предусматривают возможность **безопасной эвакуации людей**, для чего проектируют эвакуационные пути и выходы.

Эвакуационные выходы для людей не предусматривают через помещения с производствами категорий А, Б и Е, а также через помещения в зданиях IV и V степени огнестойкости.

В качестве эвакуационных выходов используют предусматриваемые для производственных целей проезды, проходы, лестницы, двери и ворота, за исключением ворот, предназначенных для пропуска железнодорожного транспорта.

Число эвакуационных выходов из каждого помещения должно быть не менее двух. Наружные пожарные лестницы, удовлетворяющие противопожарным требованиям, могут быть использованы в качестве выходов со второго и вышерасположенных этажей.

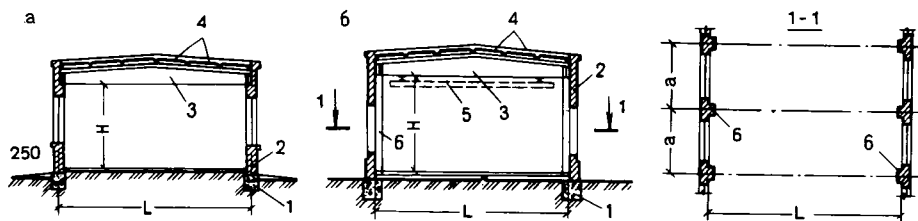


Рис. 12.5. Конструктивные схемы промышленных зданий
 а — с несущими стенами; б — с несущими стенами, усиленными пилоэстрами: 1 — фундамент; 2 — несущая стена; 3 — несущая конструкция покрытия (железобетонная балка); 4 — плиты покрытия; 5 — подвесной кран; 6 — пилоэстры

В зависимости от категории пожарной опасности производства и степени огнестойкости здания расстояние от наиболее удаленного рабочего места до выхода наружу или в лестничную клетку принимают таким, чтобы люди могли покинуть помещение за то время, пока пребывание в нем допустимо, т. е. до тех пор, пока не распространится огонь или продукты горения. Эти расстояния установлены в нормах проектирования (см. СНиП 2.01.02—85. Противопожарные нормы; СНиП 2.09.02—85. Производственные здания).

Ширину коммуникационных помещений и дверей на путях эвакуации принимают в зависимости от числа людей, находящихся на наиболее населенном этаже (кроме первого), с таким расчетом, чтобы их пропускная способность полностью обеспечивала эвакуацию в заданное время.

В большинстве случаев конструкции одноэтажных и многоэтажных промышленных зданий выполняют по каркасной схеме. Каркасные системы наиболее рациональны при значительных статических и динамических нагрузках, характерных для промышленных зданий, и значительных размерах перекрываемых пролетов.

Однако при небольших пролетах (до 12 м) и отсутствии тяжелого подъемно-транспортного оборудования вместо каркасных конструкций применяют конструкцию с несущими стенами. Основные конструктивные элементы таких зданий — стены, несущие конструкции покрытия (балки или

фермы) и уложенные по ним плиты покрытия. Поскольку в промышленных зданиях обычно отсутствуют внутренние поперечные стены, устойчивость наружных стен достигается устройством пилоэстр, которые располагают с внутренней или наружной стороны стены, чаще всего в местах опирания несущих конструкций покрытия (рис. 12.5).

Несущим остовом одноэтажного каркасного промышленного здания служат поперечные рамы и связывающие их продольные элементы (рис. 12.6).

Поперечная рама каркаса состоит из стоек, жестко заделанных в фундамент, и ригелей (ферм или балок), являющихся несущими конструкциями покрытия, опертых на стойки каркаса.

Подольные элементы каркаса обеспечивают устойчивость каркаса в продольном направлении и воспринимают кроме нагрузок собственной массы продольные нагрузки от торможения кранов и нагрузки от ветра, действующего на торцевые стены здания. К этим элементам относятся: фундаментные, обвязочные и подкрановые балки, несущие конструкции ограждающей части покрытия и специальные связи (между стойками и между несущими конструкциями покрытия).

Наружные стены каркасных зданий представляют собой лишь ограждающие конструкции и поэтому решаются как самонесущие или навесные. Конструктивная система покрытия может быть беспрогонной или с прогонами. В первом случае по несущим конструкциям покрытия укладывают крупноразмерные плиты (панели). Во втором случае вдоль здания укладывают прогоны, а по ним в поперечном направлении — плиты

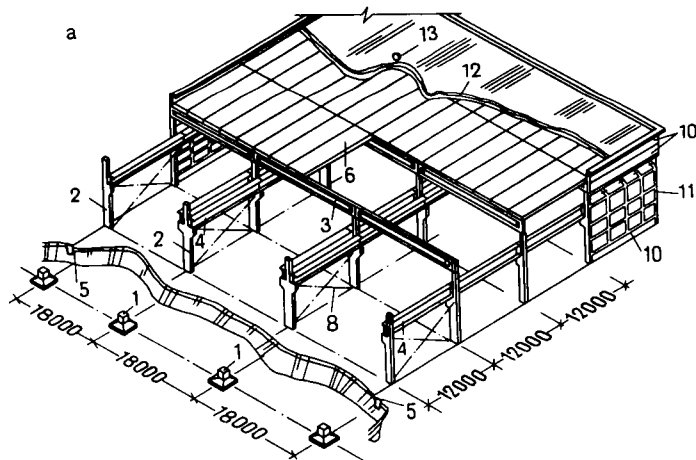


Рис. 12.6. Основные элементы каркаса одноэтажного промышленного здания

а — общий вид; *б* — схема устройства подстропильных конструкций; *в* — схема устройства вертикальных связей в покрытии: 1 — фундамент под колонну; 2 — колонна каркаса; 3 — ригель (балка или ферма); 4 — подкрановая балка; 5 — фундаментная балка; 6 — несущая конструкция ограждающей части покрытия — плиты; 7 — подстропильная ферма; 8 — вертикальные связи между колоннами; 9 — вертикальные связи в покрытии; 10 — наружная стена; 11 — оконные переплеты; 12 — ограждающая конструкция покрытия (пароизоляция, термоизоляция и кровля); 13 — воронка внутреннего водостока

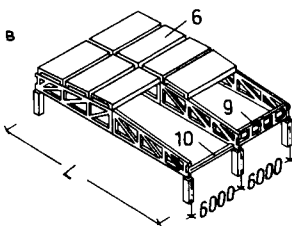
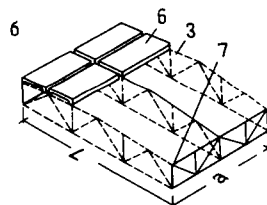


Рис. 12.7. Устройство подстропильных конструкций больших пролетов

а, б — в главном здании мартеновского цеха с печами емкостью 500 т (*а* — поперечный разрез; *б* — продольный разрез); *в* — в прокатном цехе; Р — разливочный пролет; П — печной пролет; 1 — разливочный кран грузоподъемностью 350/75/15 т; 2 — заливочный кран грузоподъемностью 180/50 т; 3 — консольно-поворотный передвижной кран грузоподъемностью 3 т; 4 — консольный передвижной кран грузоподъемностью 3 т; 5 — шихтовый открылок; 6 — защитный экран; 7 — подкрановые балки; 8 — стропильные фермы; 9 — подстропильные фермы; 10 — отрезки колонн

небольшой длины. Беспрогонная схема покрытия по затратам материала более экономична.

При шаге колонн каркаса 12 м и более возникает необходимость устройства **подстропильных конструкций** (рис. 12.6, *б*), на которые через 6 или 12 м устанавливают ригели (балки) или фермы. В случае, когда отсутствует подвесной транспорт и несущей конструкцией ограждающей части покрытия служат железобетонные плиты длиной 12 м, надобность в подстропильных конструкциях при шаге колонн каркаса, равном пролету плит, отпадает.

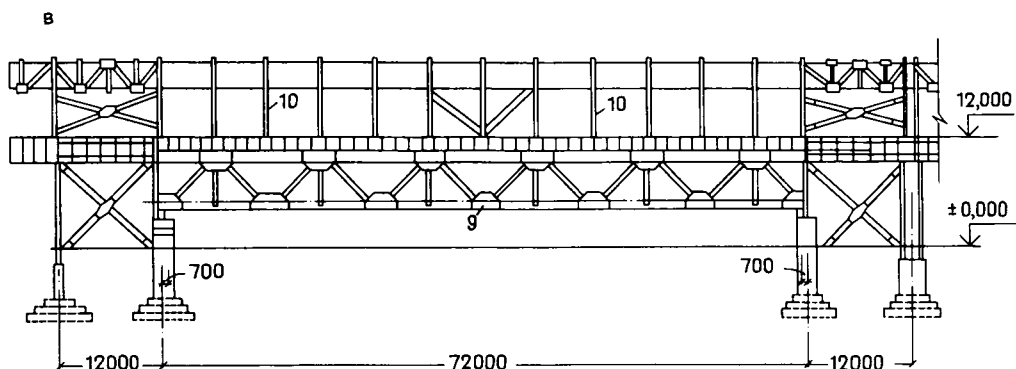
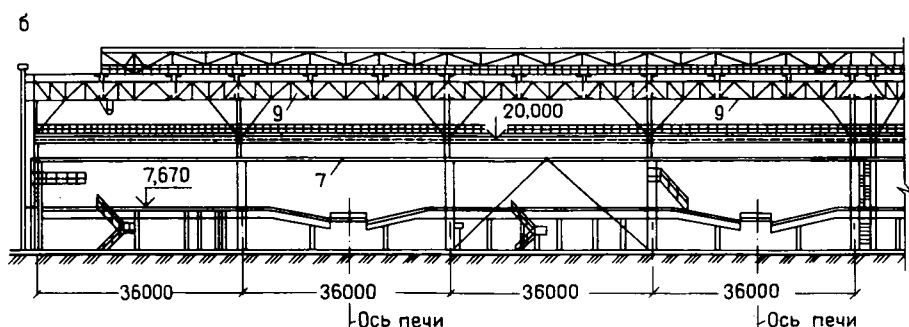
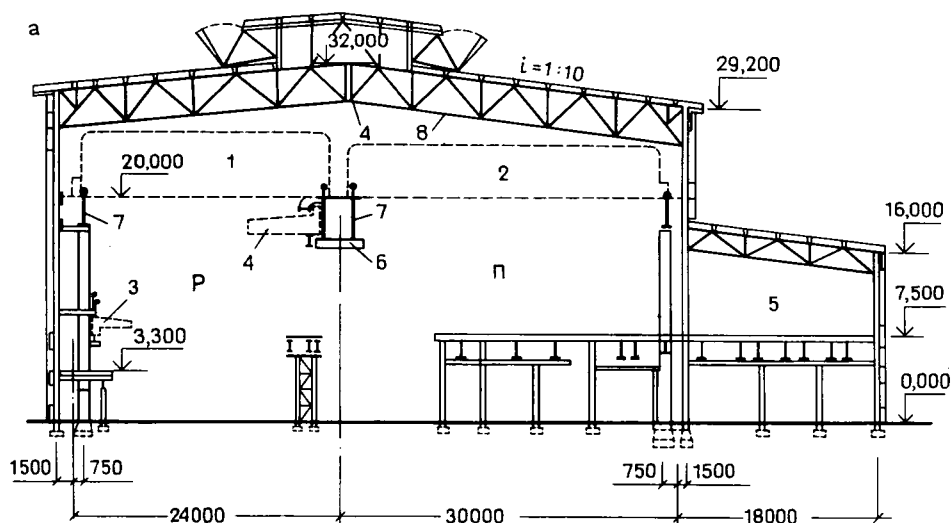
В некоторых промышленных зданиях, например цехах металлургических заводов, подстропильные конструкции имеют значительные пролеты, в мартеновских цехах, где печи размещены в средней части здания, колонны каркаса среднего ряда располагают с шагом 36 м (рис. 12.7, *б*).

В прокатных цехах передача раскатанной полосы стали из пролета в пролет обуславливают шаг средних

колонн 36 или даже 72 м. Подстропильные конструкции выполняют в виде ферм, которые воспринимают либо нагрузку от покрытия, либо нагрузку от мостовых кранов (рис. 12.7, *а*).

Подстропильные фермы, перекрывающие пролет 72 м, выполнены по типу стальных мостовых ферм с клепаными соединениями (рис. 12.7, *в*). В данном случае они воспринимают кроме нагрузки подкрановых балок нагрузки от отрезков колонн, которые вклепаны в подстропильные фермы.

Покрытия с несущими конструкциями в виде железобетонных балок или ферм с уложенными по ним плитами имеют приведенную толщину бетона 80—100 мм при собственной массе (весе) 1 м² покрытия 200—250 кг. При такой массе покрытия значительную часть бетона и арматурной стали расходуют на то, чтобы воспринять собственную массу конструкции. Поэтому наряду с этими конструкциями покрытий в настоящее время широко распространены облегченные конструкции с применением ме-



таллического профилированного настила с легким утеплителем, укладываемого по прогонам.

Весьма перспективны покрытия в виде тонкостенных пространственных конструкций: оболочек, сводов, складок и др., примеры которых рассмотрены далее. Известны решения пространственных армоцементных покрытий, масса 1 м^2 которых 45—55 кг,

а приведенная толщина оболочки 15—20 мм.

Многоэтажные промышленные здания проектируют, как правило, с полным сборным железобетонным каркасом и самонесущими или навесными стенами и, в отдельных случаях, с неполным каркасом и несущими стенами. Основные элементы каркаса — колонны, ригели, плиты перекрытий и

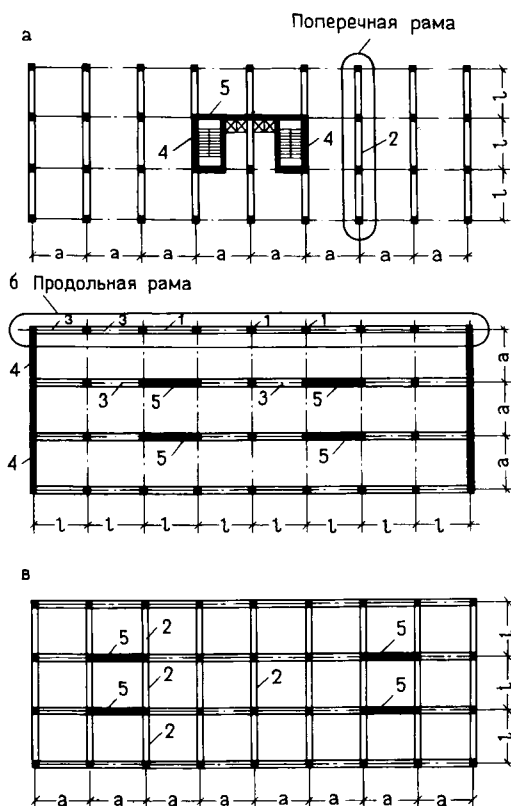


Рис. 12.8. Конструктивные системы каркасов многоэтажных промышленных зданий

а — рамная; б — рамно-связевая; в — связевая; 1 — колонна; 2 — поперечный ригель; 3 — продольный ригель; 4 — вертикальная поперечная связь (диафрагма); 5 — вертикальная продольная связь (диафрагма)

связи. Междуетажные перекрытия выполняют из сборных железобетонных конструкций двух типов: балочные и безбалочные.

При безбалочных перекрытиях функцию ригелей выполняют железобетонные плиты, располагаемые по разбивочным осям колонн. Колонны и ригели, соединенные жестко в узлах между собой, образуют рамы каркаса, которые могут располагаться поперек, вдоль или одновременно в обоих направлениях.

Междуетажные железобетонные перекрытия служат жесткими горизонтальными связями; они распределяют горизонтальную (ветровую) нагрузку между элементами каркаса и обеспечивают совместную пространственную работу всех элементов каркаса здания.

Функцию вертикальных связей выполняют поперечные или продольные

железобетонные стены, или крестообразные стальные элементы, устанавливаемые между колоннами, или жесткое ядро, образуемое сочетанием поперечных и продольных железобетонных стен, образующих лестничные клетки, лифты.

Сборные железобетонные каркасы могут быть решены по **рамной, рамно-связевой или связевой системе** (рис. 12.8). При рамной системе каркаса пространственная жесткость здания обеспечивается работой самого каркаса, рамы которого воспринимают как горизонтальные, так и вертикальные нагрузки. При рамно-связевой системе вертикальные нагрузки воспринимаются рамами каркаса, а горизонтальные — рамами и вертикальными связями (диафрагмами). При связевой системе вертикальные нагрузки воспринимаются колоннами каркаса, а горизонтальные — вертикальными связями.

Рамно-связевые системы имеют некоторые преимущества по сравнению с рамами, так как упрощаются узловые сопряжения элементов каркаса и их можно унифицировать, достигая некоторое сокращение расхода стали за счет облегчения закладных деталей в стыках и уменьшения арматуры в колоннах.

В тех случаях, когда поперечные стены или лестничные клетки отсутствуют или расстояние между ними очень велико, а также когда перекрытия ослаблены отверстиями, обеспечить удовлетворительную работу сборного железобетонного каркаса рамно-связевой системы не представляется возможным. В таких случаях применяют сборный каркас рамной системы. В отдельных случаях каркас может быть решен с балочной конструкцией перекрытия и жестким железобетонным монолитным ядром. Ядро на всю высоту здания выполняют в подвижной опалубке. В стенах ядра оставляют отверстия для опирания ригелей каркаса, устройства дверей и прокладок трубопроводов.

Требования пожарной безопасности в конструктивных решениях промышленных зданий сказываются

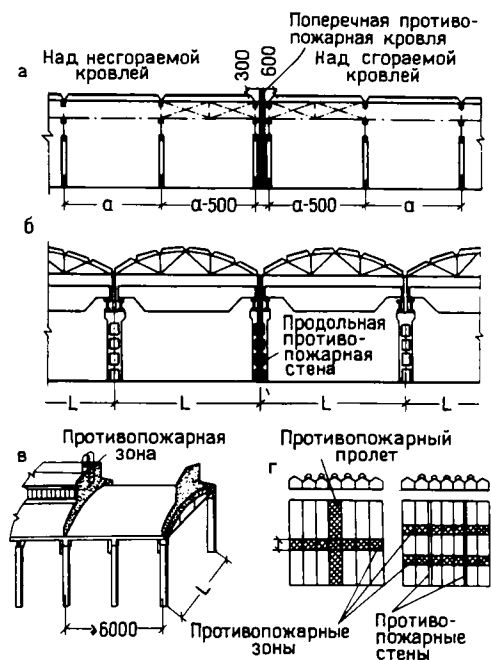


Рис. 12.9. Противопожарные преграды
а — поперечная противопожарная стена; б — продольная противопожарная стена; в — противопожарная зона; г — расположение противопожарных преград в плане

прежде всего в устройстве **противопожарных преград**, т. е. **противопожарных стен** (брандмауэров, рис. 12.9, а, б), **противопожарных зон** (рис. 12.9 в), а в многоэтажных зданиях — в устройстве **несгораемых перекрытий**.

Противопожарные преграды разделяют объем здания на отдельные части, ограничивая при возникновении пожара распространение огня пределами одной части здания. Кроме того, с помощью противопожарных преград выделяют наиболее огнеопасные помещения.

Противопожарные преграды выполняют из несгораемых конструкций. Противопожарные стены располагают поперек или вдоль здания, разделяя междуэтажные перекрытия, покрытия, фонари и другие конструктивные элементы из несгораемых или трудносгораемых материалов. Противопожарные стены устанавливают на самостоятельные фундаменты либо на несущие несгораемые конструкции перекрытий.

Противопожарные стены выполняют выше уровня кровли на 0,6 м, если хотя бы один из элементов покры-

тия, за исключением кровли, выполнен из сгораемых материалов, и на 0,3 м, если все элементы покрытия, за исключением кровли, выполнены из трудносгораемых и несгораемых материалов.

Противопожарные стены зданий с несгораемыми покрытиями могут не разделять покрытий и не возвышаться над кровлей независимо от группы ее возгораемости.

В цехах, оборудованных мостовыми кранами, противопожарные стены располагают только в верхней части здания. Расстояния между противопожарными стенами назначают в зависимости от категории пожарной опасности производства, степени огнестойкости, этажности здания и приводятся в строительных нормах и правилах. Устройство проемов в противопожарных стенах не рекомендуется.

Противопожарные зоны устраивают шириной не менее 6 м. Они пересекают здание по всей его ширине. На участках противопожарных зон все конструктивные элементы здания выполняют из несгораемых материалов. Если противопожарная зона расположена вдоль здания, то она представляет собой противопожарный пролет, все конструкции которого изготовляют также из несгораемых материалов (рис. 12.9, г). По краям противопожарной зоны устраивают из несгораемых материалов гребни, размер которых принимают аналогично выступам противопожарных стен.

В многоэтажных зданиях для предупреждения распространения огня по вертикали устраивают несгораемые перекрытия, а производства, наиболее опасные в пожарном отношении, как было указано, располагают на верхних этажах.

§ 13. ОДНОЭТАЖНЫЕ ПРОМЫШЛЕННЫЕ ЗДАНИЯ

Одноэтажные промышленные здания могут иметь простые и сложные формы в плане. На рис. 13.1 а показаны промышленные здания простой прямоугольной формы, небольшие по размерам, преобладающие при павильонной (раздельной) застройке

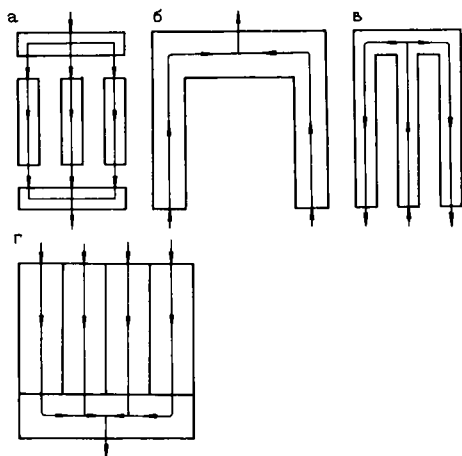


Рис. 13.1. Планировочные решения промышленных зданий
а — раздельное; б — П-образное; в — Ш-образное; г — сплошное

территории предприятия. Как следует из рисунка, имеется потребность в междоуховом транспорте, развитии территории, протяженности дорог и коммуникаций.

В настоящее время преобладающей является также прямоугольная форма с большими размерами здания в плане (сплошной застройки), устраняющая указанные недостатки раздельной застройки территории мелкими зданиями (рис. 13.1, г). Здания сложных форм: П-образные, Ш-образные (рис. 13.1, б) и гребенчатые, подобные Ш-образным, применяют только для аэрируемых цехов, имеющих большие тепло- и газовыделения (прокатные, прессовые, кузнечные и тому подобные цехи), поскольку развитый периметр позволяет организовать приток и удаление воздуха. Чтобы обеспечить проветривание тупиковых дворов, их ширина должна быть не менее полусуммы высот противостоящих зданий, но не меньше 15 м (при отсутствии вредных выделений эта величина может быть уменьшена до 12 м). Тупиковые дворы располагают параллельно или под углом 0—45° к преобладающему направлению ветров. Открытую сторону двора обращают на наветренную сторону, а если по условиям планировки такое расположение невозможно, в закрытой стороне устраивают аэрацион-

ные проемы не менее 4 м шириной и 4,5 м высотой.

В зависимости от характеристики технологического процесса одноэтажные промышленные здания по объемно-планировочному решению могут быть **пролетного, зального, ячейкового и комбинированного** типа.

Здания пролетного типа применяют в тех случаях, когда технологические процессы направлены вдоль пролета и обслуживаются кранами. Размеры пролетов 12—36 м выбирают в зависимости от характера технологического процесса, габаритов размещаемого оборудования и изделий. Шаг внутренних вертикальных опор (колонн) принимают обычно 6 или 12 м, может быть и больше, но во всех случаях кратным 6 м.

Транспортной связи между отдельными участками в зданиях пролетного типа достигают при помощи мостовых и подвесных кранов, конвейеров или напольного транспорта.

В IX—XI пятилетках строительство большинства одноэтажных промышленных зданий пролетного типа со сборным железобетонным каркасом велось на основе унифицированных типовых секций (УТС) и унифицированных типовых пролетов (УТП). Применение УТС и УТП позволяло повысить уровень унификации объемно-планировочных и конструктивных решений зданий, снизить стоимость и сократить сроки строительства.

Унифицированные типовые секции и унифицированные типовые пролеты применялись при проектировании промышленных зданий павильонного типа как сплошной застройки, так и в виде отдельных корпусов. Путем блокирования типовых секций и пролетов можно было получать различные объемно-планировочные решения зданий. Разнообразные габариты унифицированных секций и пролетов позволяли компоновать из них промышленные здания сплошной застройки разного назначения и большой площади, что давало возможность размещать в них не только отдельные цехи одного предприятия, но и разные промышленные предприятия.

[illegible]

Рис. 13.2. План блока механических цехов

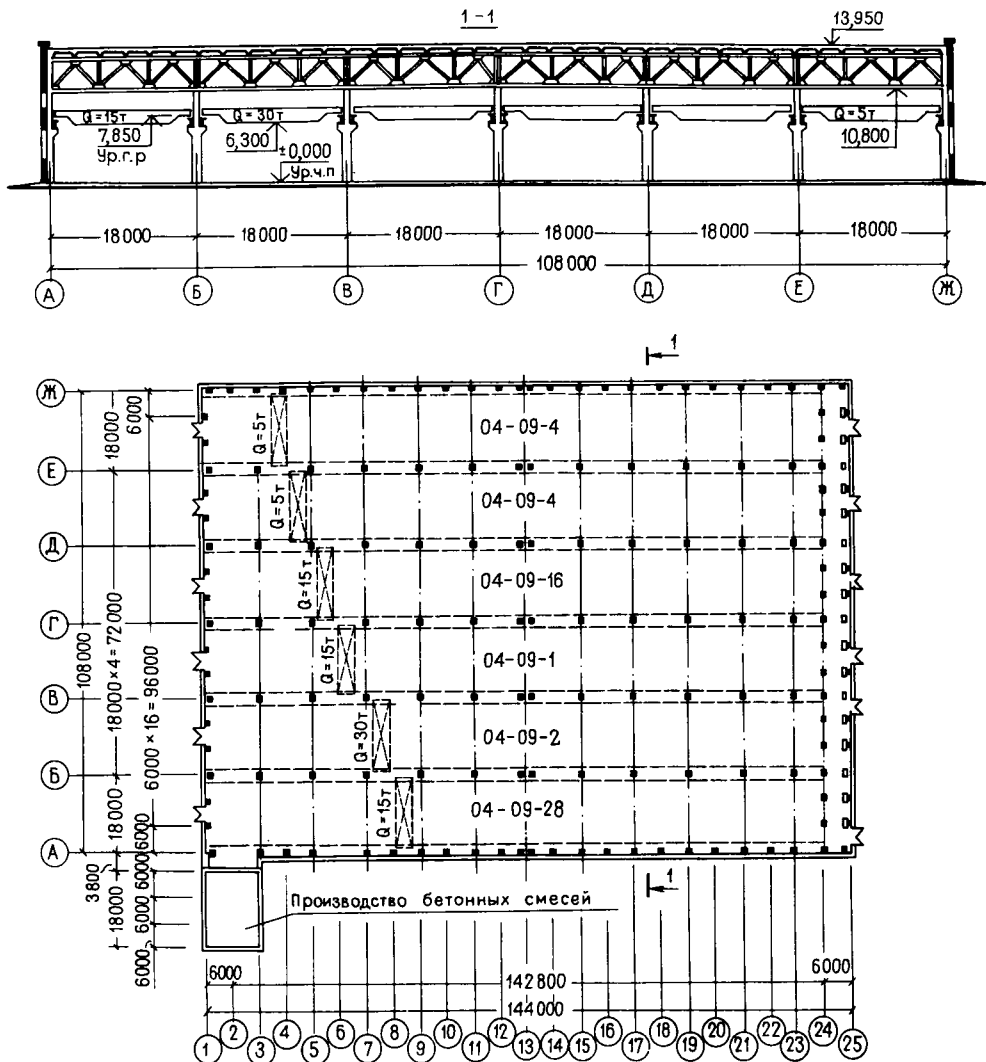


Рис. 13.3. План и разрез цеха по производству сборных железобетонных изделий

УТС подразделялись на крановые и бескрановые. В последних мог быть устроен подвесной транспорт грузоподъемностью не более 10 т.

Для предприятий машиностроения габариты основных типов УТС 72×72 и 144×72 м. Для сборочных и складских цехов на предприятиях машиностроения возникает потребность в устройстве продольных и поперечных пролетов. В этих случаях применяют дополнительные секции, длина которых 72 м, а ширина 24, 30, 48 и 60 м с одним или двумя пролетами.

Для унифицированных типовых секций и пролетов разработаны рабочие чертежи. Благодаря этому процесс

проектирования промышленного здания упрощен и сведен к компоновке типовых секций или пролетов, привязке к местности и к размещению технологического оборудования.

На рис. 13.2 приведен план блока механических цехов, скомпонованный из четырех УТС размером 144×72 м (каждая) со встроенными вспомогательными помещениями. В каждой секции четыре пролета по 18 м каждый. Полученное решение типично для зданий сплошной застройки.

Площадь крупных производствен-

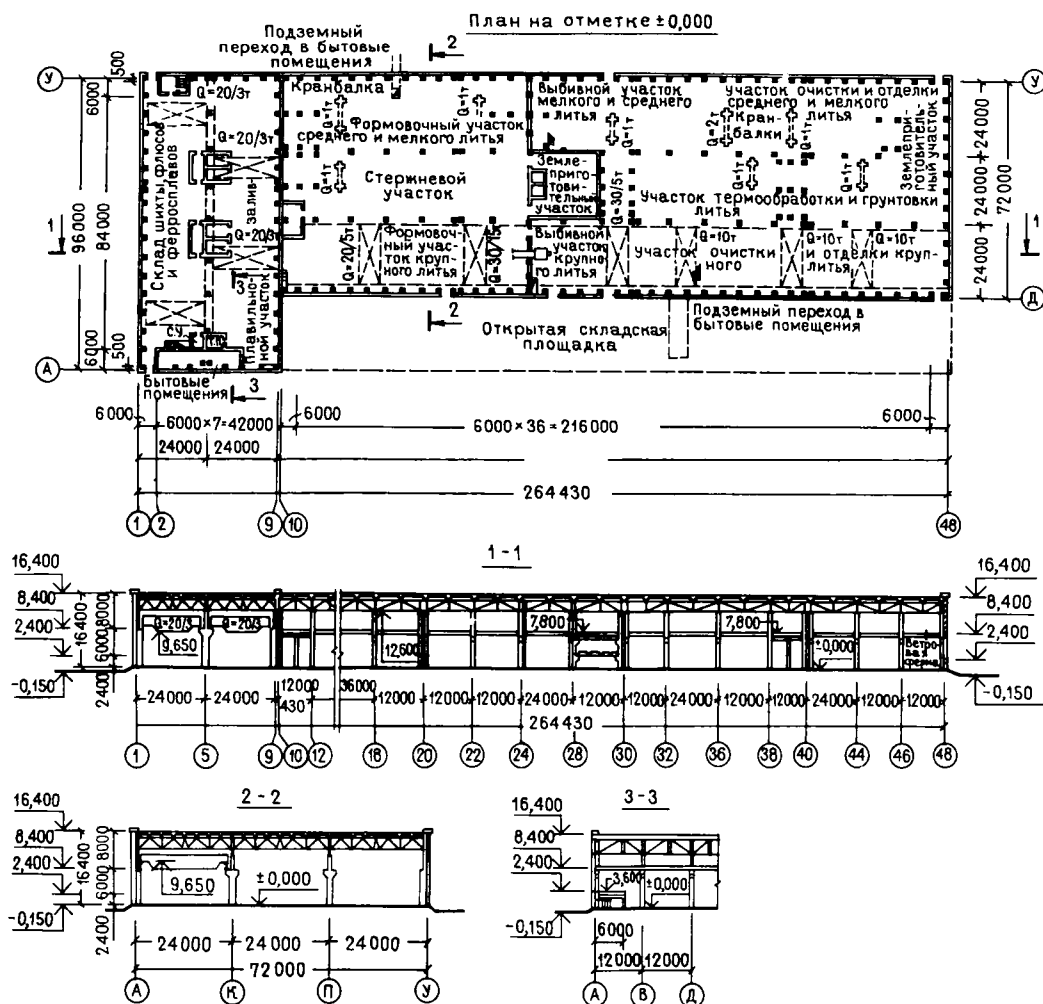


Рис. 13.4. План и разрезы корпуса мелкосерийного литья

ных корпусов расчленяют проездами на отдельные «кварталы» или «панели». Размещение цехов в кварталах и панелях определяется условиями технологического процесса с учетом зонирования полезной площади здания по указанным выше признакам (вредности, шуму и пр.).

Различают продольное и поперечное зонирование. На рис. 13.2 зонирование полезной площади здания сделано в продольном направлении. Технологический процесс (изготовление подшипников) направлен вдоль цеха. Параллельно главной линии размещены зоны механической обработки и

вспомогательных служб. Административно-канторские и бытовые помещения, вентиляционные камеры, а также подсобно-производственные помещения размещены по периметру здания. Такое решение позволяет с одной из торцевых сторон производить пристройку для расширения производства.

В зависимости от характеристик технологического процесса допускается совмещение поперечного и продольного зонирования площади в одном производственном корпусе.

Зонирование производственных площадей обеспечивает более рациональное использование объема здания. Целесообразно цехи (отделения)

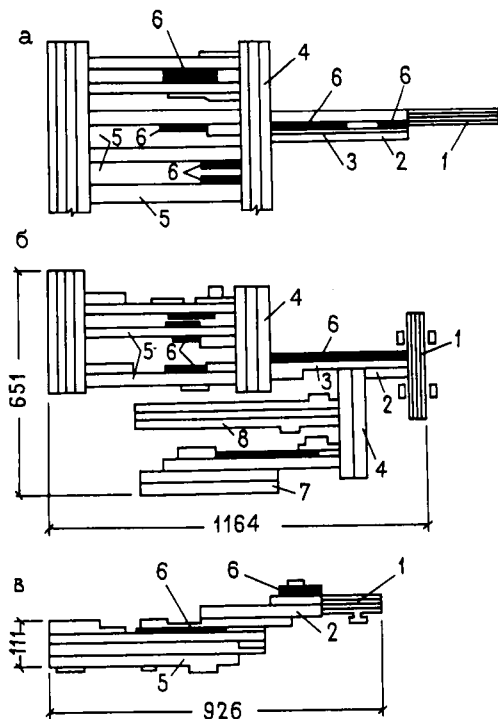


Рис. 13.5. Схемы планов прокатных цехов
 а — типовое решение, распространенное в 1948—1950 гг.;
 б — цех горячей прокатки Тайшетского металлургического комбината; в — прокатный цех Череповецкого металлургического завода: 1 — нагревательные колодцы; 2 — отделение блюминга или слябинга; 3 — отделение заготовочного стана; 4 — отделение распределительных пролетов; 5 — отделение прокатных станов, отделки и склада готовой продукции; 6 — машинные помещения; 7 — листопрокатный стан; 8 — стан-650

с большими тепло- и газовыделениями, пожаро- и взрывоопасными процессами располагать у наружных стен зданий, так как при этом проще и экономичнее решаются вентиляция и вышибные конструкции при взрыве. Производства, требующие кондиционированного режима, целесообразно располагать в средней части корпуса.

На рис. 13.3 показан план и разрез цеха по производству сборных железобетонных конструкций, который получен путем блокирования шести УТП размером 144×18 м.

В пролетах 04-09-1 и 04-09-2 размещено агрегатно-поточное производство железобетонных конструкций. Пролет 04-09-4 отведен для стендового производства предварительно напряженных линейных конструкций. В пролете 04-09-16 производят заготовку арматуры, а в пролете 04-09-28 размещены вспомогательные службы (механическая мастерская, материальный склад и др.). Корпус имеет четкое продольное зонирование, при котором его расширение возможно только в боковые стороны.

При разработке объемно-планировочных решений зданий по габаритным схемам или по индивидуальным проектам для их пролетов, шага колонн и высот применяют только унифицированные параметры. Так, например, для предприятий черной метал-

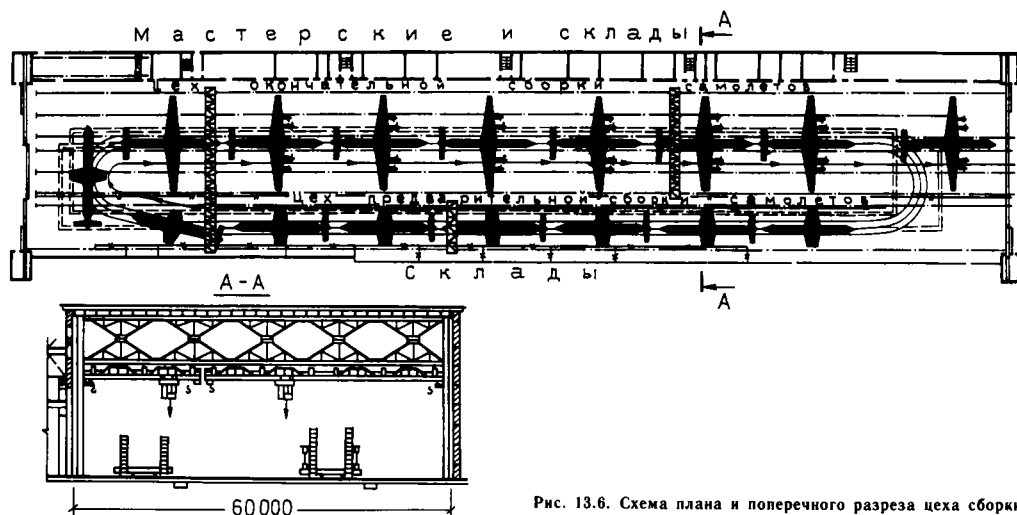


Рис. 13.6. Схема плана и поперечного разреза цеха сборки самолетов

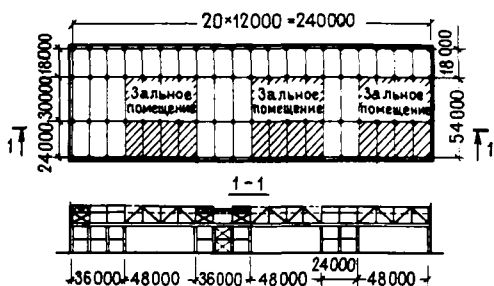


Рис. 13.7. Схема плана и продольного разреза мартеновского цеха

Рис. 13.8. Планировочные схемы ангарных корпусов
а — П-образная; б — Г-образная; в — сквозная; г — линейная односторонняя; д — линейная двухсторонняя; е — Т-образная; 1 — блок ангара; 2 — блок мастерских и обслуживающих помещений

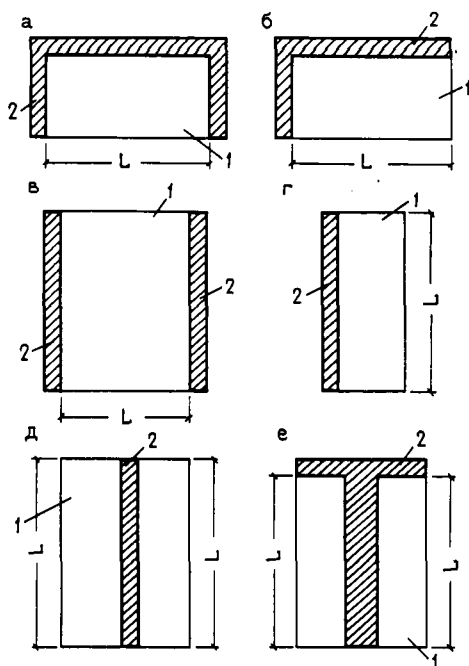


Рис. 13.9. Схемы решения несущих конструкций покрытия ангара

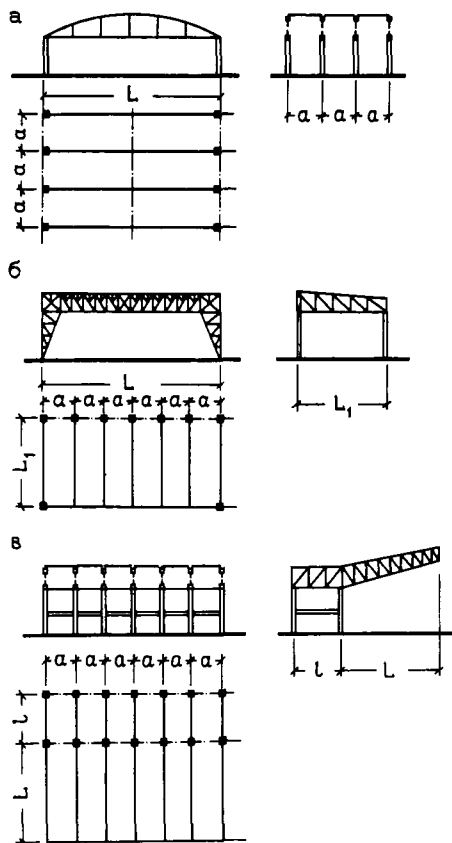
а — поперечная; б — поперечно-продольная; в — консольная

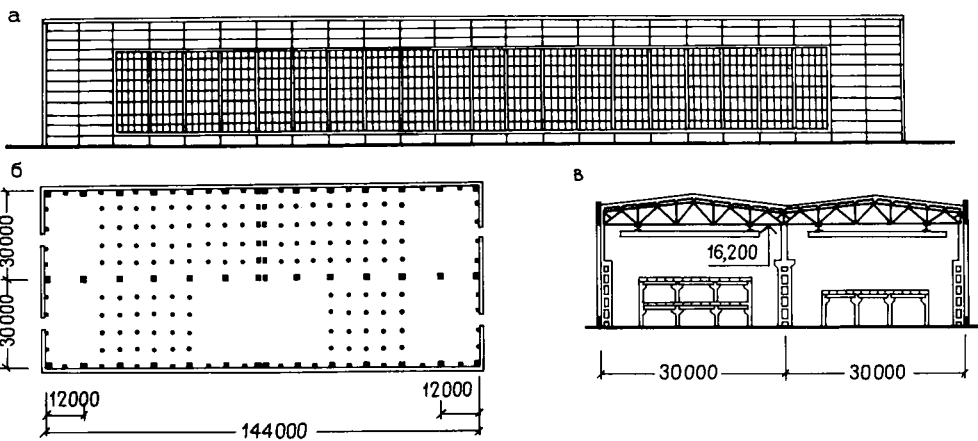
лургии сетка колонн для миксерных отделений принята 36×12 и 30×12 м, для цехов раздевания изложниц — 30×12 м.

На рис. 13.4 показано объемно-планировочное решение корпуса мелкосерийного литья, планировка которого решена на основе унифицированных объемно-планировочных элементов с сеткой колонн 24×12 м, благодаря чему для конструктивного решения были применены существующие типовые унифицированные конструкции. При индивидуальном проектировании для одноэтажных промышленных зданий пролетного типа часто применяют следующие размеры сетки колонн:

в бескрановых зданиях без подвесного оборудования и с подвесным подъемно-транспортным оборудованием грузоподъемностью до 5 т включительно: 12×6 , 18×6 , 24×6 , 18×12 , 24×12 м. Сетку 12×6 м применяют в зданиях небольших размеров;

в зданиях, оборудованных мостовыми кранами грузоподъемностью до 50 т включительно: 18×12 , 24×12 , 30×12 м.





том случае, когда технологический процесс связан с выпуском крупногабаритной продукции или установкой большеразмерного оборудования: машинные залы тепловых электрических станций, ангары, цехи сборки самолетов, главные здания мартеновских и конвертерных цехов и т. п.

Пролеты зданий зального типа могут быть 100 м и более. Такие пролеты перекрывают обычно пространственными конструкциями. Различают продольное и поперечное расположение залов в здании. На рис. 13.6 показан пример здания с продольным расположением зала (цех сборки самолетов). Пролет и шаг колонн каркаса в зданиях зального типа также принимают кратными 6 м.

Для самолетосборочных цехов пролет 60 м достаточно целесообразный, так как позволяет собирать самолеты с большим, чем 60 м, размахом крыльев. В этом случае самолеты размещают на конвейере под углом к продольной оси пролета. По торцам цеха устраивают башенные пристройки (карманы), в которые убирают складчатые створки раздвижных ворот цеха.

Цехи сборки самолетов блокируют с агрегатно-сборочными или механо-сборочными цехами или располагают в отдельно стоящих корпусах. Блокированные цехи полностью отвечают требованиям поточного производства и получили большое распространение. Вспомогательные, административные и бытовые службы располагают по длинной стороне цеха.

На рис. 13.7 показано промышленное здание с зальными помещениями, расположенными в поперечном направлении (здание мартеновского цеха). Размеры залов определяются размерами мартеновских печей и имеют 54×48 м каждый.

Промышленные здания зального типа можно блокировать с другими зданиями, имеющими другую планировочную структуру. Например, с корпусом ангара блокируют здания, обслуживающие ангаркомплексом помещений, включающим ремонтные мастерские, склады, административные и бытовые помещения. Существует не-

сколько схем блокирования ангара и обслуживающего комплекса (рис. 13.8).

Здание ангара, как правило, имеет большой пролет (достигающий 100—150 м). Объемно-планировочная схема здания предопределяет и его конструктивное решение. Так, П-образную, Г-образную и сквозную схемы блокирования принимают при пролетах до 100 м с поперечным расположением несущих конструкций (рис. 13.9, а); при пролетах до 150 м можно применять поперечно-продольное расположение конструкций (рис. 13.9, б), а при линейной односторонней или двухсторонней схеме блокирования и Т-образной можно использовать консольные несущие конструкции (рис. 13.9, в).

При выборе схемы блокирования и решения несущих конструкций учитывают дальнейшие перспективы развития самолетостроения, специализацию и специфику расширения предприятия, а также условия типизации, унификации и экономики. Наиболее гибкие в технологическом отношении и экономичные — линейная односторонняя, Г-образная и сквозная схемы блокирования.

Здания зального типа получают в последнее время распространение в отраслях промышленности, в которых технологический процесс не связан с выпуском крупногабаритной продукции или с установкой крупногабаритного оборудования. Это объясняется тем, что большие размеры производственных помещений позволяют свободно использовать пространство, размещать любые технологические процессы.

Здания зального типа приобретают достоинства универсальных промышленных зданий.

Здания зального типа, применяемые для предприятий химической промышленности с укрупненной сеткой колонн (24×12 или 30×12 м), позволяют располагать в них многоэтажные сборно-разборные этажерки для размещения технологического оборудования. В таких зданиях легко осуществить модернизацию оборудования, изменить технологический процесс, внедрить новую технологию без

перестройки основных конструкций здания.

Здания зального типа со сборно-разборными этажерками по сравнению с многоэтажными имеют более легкие перекрытия, благодаря чему снижена масса здания, следовательно, и стоимость строительства.

На рис. 13.10 показано объемно-планировочное решение здания зального типа, сблокированное из двух УТС размером 72×60 м. Залы этого здания, в которых расположены сборно-разборные этажерки, имеют сетку колонн 30×12 м. Для транспортирования грузов применены подвесные краны.

Размещение в промышленных зданиях автоматизированных технологических линий нередко вызывает потребность передвижения транспортных средств в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

Частую модернизацию технологического процесса легче осуществлять в одноэтажных зданиях сплошной застройки с **квадратной** сеткой колонн. Такая структура объемно-планировочного решения получила название **ячейковой**, здания — **гибких** или **универсальных**. В зданиях ячейкового типа наибольшее распространение имеют сетки колонн 12×12 , 18×18 , 24×24 , 30×30 и 36×36 м.

Более крупная сетка колонн позволяет легко изменять размещение оборудования и направление технологических потоков. В гибких цехах высоту всех пролетов принимают одинаковой, а в качестве подъемно-транспортных средств используют подвесные краны, конвейеры или напольные виды транспорта. В гибких цехах существенные изменения в технологическом процессе не отражаются на конструкциях зданий, т. е. его объемно-планировочное и конструктивное решение остается постоянным. Кроме того, достигаются технологическая маневренность производства, унификация объемно-планировочного и конструктивного решения, повышение эффективности использования производственных площадей, снижение стоимости строительства.

Гибкие здания получили наибольшее распространение в машиностроительной промышленности (станкостроительной, тракторостроительной, автомобилестроительной и др.).

Полезная площадь гибких цехов предназначена только для размещения технологического и транспортного оборудования (конвейеров, рольгангов и др.) основного производственного процесса (рис. 13.11). Вспомогательные помещения, не требующие большой высоты, размещают на антресолях, в межферменном пространстве или в пристройках. Антресоли располагают обычно у наружных стен здания или на границе цехов с различным режимом производства или между предприятиями, блокируемыми в одно здание. Антресоли устраивают над подсобно-производственными помещениями, внутрицеховыми проездами и в «мертвой» зоне работы кранового оборудования. Конструктивная схема антресолей чаще всего каркасная с сеткой колонн 6×6 м при сборно-разборных конструкциях.

Здания ячейкового типа проектируют с естественным и искусственным освещением. Для освещения производственных участков в гибких цехах применяют так называемые «плавающие» системы верхнего освещения, расположение которых не зависит от величины пролетов (рис. 13.12). Применение таких систем позволяет получить равномерную освещенность по всей площади цеха.

В зданиях комбинированного типа, как следует из названия, объемно-планировочное решение может сочетать признаки зданий пролетного и зального типов, пролетного и ячейкового типов и т. п.

§ 14. МНОГОЭТАЖНЫЕ ПРОМЫШЛЕННЫЕ ЗДАНИЯ ЗДАНИЯ С ГЕРМЕТИЗИРОВАННЫМИ ПОМЕЩЕНИЯМИ

Различают три основные объемно-планировочные структуры многоэтажных промышленных зданий: регулярную (рис. 14.1, а); регулярную, сблокированную с одноэтажными зда-

ниями, или регулярную с помещениями больших пролетов, расположенных в верхнем этаже (рис. 14.1, б); нерегулярную (рис. 14.1, в). Объемно-планировочное решение многоэтажных промышленных зданий получают путем блокировки объемно-планировочных элементов пролетного и ячеякового типа.

Такие здания, как правило, имеют два—пять этажей с простой или сложной формой плана — прямоугольной, угловой, Ш- и П-образной, с замкнутыми внутренними дворами (рис. 14.2).

Наиболее распространено объемно-планировочное решение здания с регулярной структурой при прямоугольной форме плана, построенного на основе элементов ячеякового типа. Оно применяется при проектировании многоэтажных промышленных зданий химической, пищевой, электротехнической, легкой и других отраслей промышленности. Требования при застройке территории зданиями П- и Ш-образной формы в плане были рассмотрены в § 13.

Проектирование зданий с замкнутыми дворами допускается только тогда, когда это оправдано технологическим процессом. Однако для обеспечения надлежащего проветривания дворов их ширина должна быть не меньше высоты самого высокого из окружающих его зданий, но и не менее 18 м. Кроме того, на уровне первого этажа должны быть устроены сквозные проезды шириной не менее 4 м и высотой 4,5 м. Такие проезды необходимы как для проветривания, так и для сообщения внутреннего двора с территорией предприятия.

В целях снижения трудоемкости и стоимости строительства при проектировании многоэтажных промышленных предприятий следует избегать сложных композиций зданий в плане, отдавая предпочтение простой, прямоугольной форме.

В многоэтажных промышленных зданиях связи между этажами и технологическим вертикальным транспортом осуществляют при помощи лестниц, пассажирских и грузовых подъем-

ников, а также при помощи специальных транспортных устройств в виде элеваторов, норий и др.

Многоэтажные промышленные здания **регулярного типа** имеют ячеяковую или пролетную структуру при сетке колонн каркаса 6×6 м (см. рис. 14.2) или 9×6 м (рис. 14.3). Высоту этажей в одном здании назначают одинаковой, за исключением первого этажа, где она может быть большей. Административные и бытовые помещения располагают в пределах производственных этажей, на антресолях, в подвале или в самостоятельных корпусах, пристраиваемых к промышленному зданию. Так как вспомогательные помещения имеют высоту меньшую, чем производственные помещения, то при проектировании надо выбирать решение, при котором бы достигалось рациональное использование пространства.

В некоторых отраслях промышленности (например, в машиностроении, электронике и др.) применяют трехпролетные здания с уменьшенным средним пролетом (крайние имеют размеры 6, 9 или 12 м, а средний 3 или 6 м) (рис. 14.4). В этом случае образуется коридорная система планировки. Коридор используют для транспорта, прохода работающих и размещения технологических коммуникаций.

Здания с регулярной объемно-планировочной структурой проектируют, как правило, со следующими габаритами: ширина 12—60 м, но кратная 6 м; длина 60 или менее 60 м, но кратная 6 м; высота этажа 3,6; 4,8; 6; 7,2 м. В многоэтажных промышленных зданиях применяют сборный железобетонный каркас с сеткой колонн 6×6 или 9×6 м при высоте здания три—пять этажей с нагрузками на междуэтажные перекрытия $5000\text{—}25000 \text{ Н/м}^2$ ($500\text{—}2500 \text{ кг/м}^2$). Блокируя температурные блоки, можно получить разнообразные решения многоэтажных промышленных зданий.

Для ряда отраслей промышленности (приборостроения, электроника и др.) строительные параметры зданий жестко регламентируются технологи-

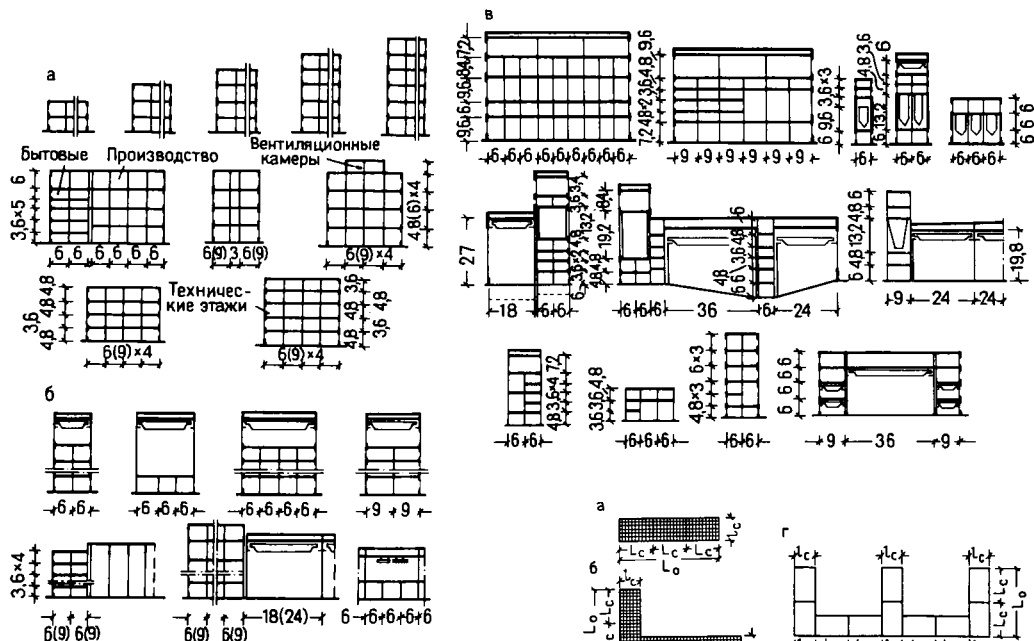


Рис. 14.1. Схемы объемно-планировочных структур многоэтажных промышленных зданий

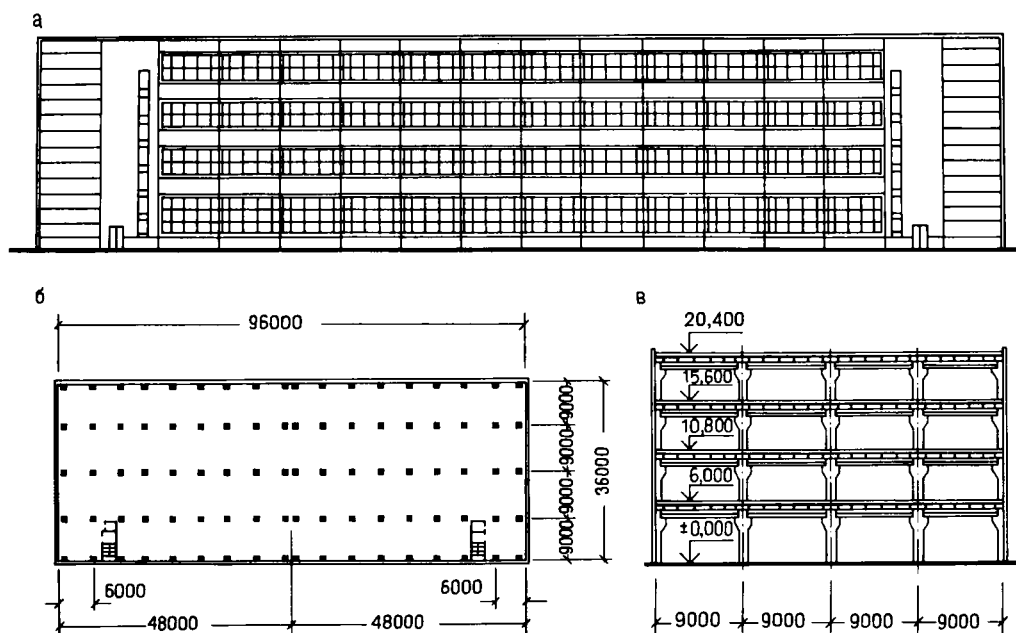
а — регулярная, б — регулярная с верхним этажом большого пролета, а также сблокированная с одноэтажным зданием; в — нерегулярная

Рис. 14.2. Формы плана многоэтажных промышленных зданий

а — прямоугольная; б — угловая; в — П-образная; г — Ш-образная; д — с замкнутыми внутренними дворами

Рис. 14.3. Многоэтажное промышленное здание с сеткой колонн 9×6 м

а — фасад; б — план; в — поперечный разрез



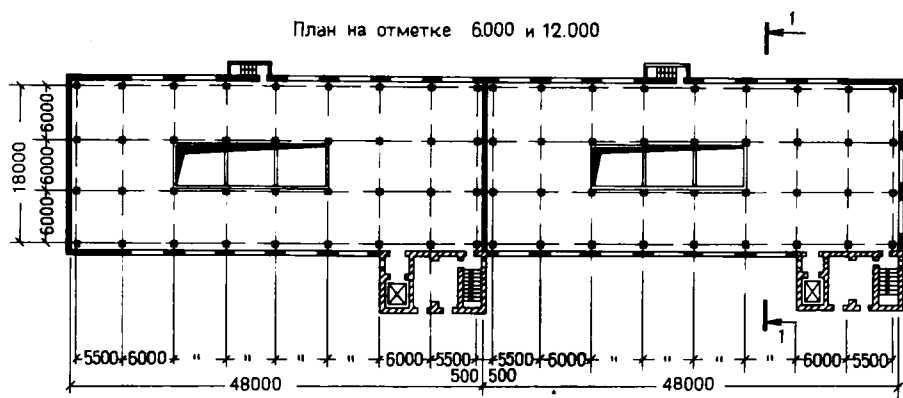
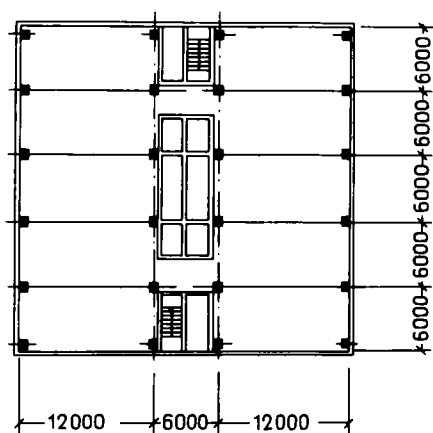
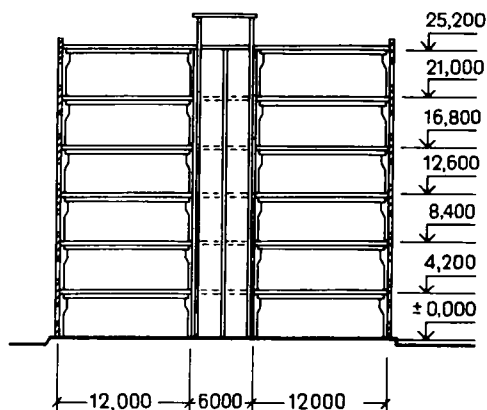
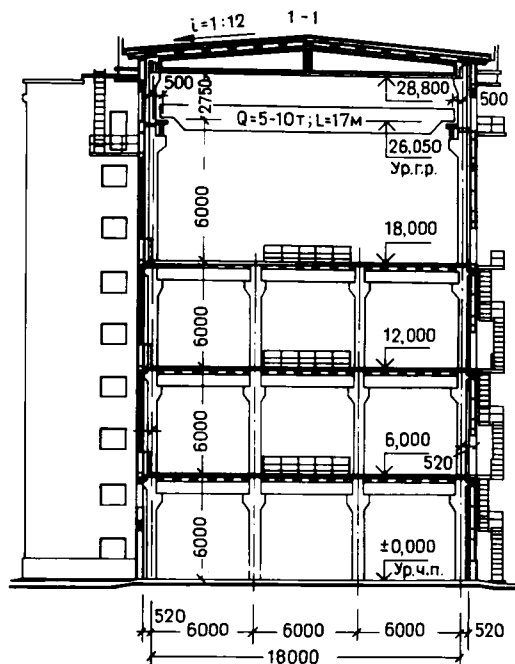


Рис. 14.4. Многоэтажное промышленное здание с коридорной системой планировки



ческими требованиями. Поэтому их выбирают с учетом технико-экономических соображений, условий освещенности и проветривания здания.

При увеличении ширины здания его стоимость уменьшается. Так, например, при сетке колонн 6×6 м увеличение ширины здания с 18 до 30 м за счет снижения веса здания

и стоимости производства работ дает уменьшение стоимости на 14,6% (по данным Промстройпроекта).

На выбор ширины здания влияют условия обеспечения рабочих мест естественным освещением. Установлено, что для производств II разряда по условиям зрительной работы 30-метровая ширина здания при высоте

этажа 5,4 м и ленточном остеклении — оптимальная. Для производств, допускающих сочетание естественного освещения с искусственным, ширина здания может составлять 36—48 м.

Увеличение длины здания дает значительное снижение стоимости 1 м² полезной площади, а увеличение высоты этажа существенно повышает стоимость, например увеличение высоты этажа с 4,8 до 6 м повышает стоимость 1 м² на 8% (по данным Промстройпроекта).

Здания с регулярной объемно-планировочной структурой, сблокированные с одноэтажными зданиями и помещениями больших пролетов, расположенных в верхнем этаже, широко применяют в промышленном строительстве.

Блокирование многоэтажных зданий с одноэтажными применяют при сплошной застройке, что сокращает площадь территории, протяженность дорог и коммуникаций и в целом способствует снижению стоимости строительства. Многоэтажное здание, превышающее по высоте одноэтажное или одинаковой с ним высоты, располагают с торца одноэтажного здания или с его продольной стороны.

В химической промышленности получили распространение многоэтажные здания с верхним большепролетным помещением с краном. Нижние этажи таких зданий имеют регулярную объемно-планировочную структуру с сеткой колонн 6×6 или 9×6 м (рис. 14.5). Верхний этаж имеет пролет 12, 18 или 24 м и его оборудуют мостовыми или подвесными кранами грузоподъемностью до 10 т. Конструкцию верхнего этажа выполняют аналогично конструкциям одноэтажного здания. Для монтажа и демонтажа оборудования, расположенного на верхнем этаже, в междуэтажных перекрытиях оставляют специальные проемы.

Как было упомянуто, для промышленного строительства часто возводят двухэтажные здания, верхний этаж которых имеет более крупные пролеты, чем первый. Для некоторых производств двухэтажные здания бо-

лее целесообразны, чем одно- и многоэтажные. На производственных площадях первого этажа обычно размещают технологическое оборудование, создающее большие статические и динамические нагрузки, а на втором этаже — легкое оборудование, что позволяет сделать конструкцию междуэтажного перекрытия достаточно простой. Кроме того в двухэтажных зданиях сокращается протяженность технологических и инженерных коммуникаций, так как возникает возможность обслуживать ими два этажа одновременно. Благодаря укрупненной сетке колонн на втором этаже можно располагать крупногабаритное (но легкое) технологическое оборудование.

В двухэтажных зданиях между первым и вторым этажом в некоторых случаях устраивают техническое пространство или технический этаж, который используют для размещения коммуникаций, воздуховодов, камер кондиционирования воздуха, а также вспомогательных и складских помещений.

В двухэтажном здании главного корпуса Московского завода малолитражных автомобилей (рис. 14.6) принята укрупненная сетка колонн (первый этаж 12×12 м, второй этаж 24×12 м), благодаря этому здание имеет значительную степень универсальности.

Аналогичные этому решения могут оказаться целесообразными и для других отраслей промышленности (электроника, оптика, приборостроение и др.).

Иначе решено двухэтажное здание завода полупроводниковых приборов (США) (рис. 14.7), технический этаж которого расположен в пределах высоты несущей конструкции перекрытия. Сетка колонн первого этажа 9,6×9,6 м, второго — 19,2×19,2 м. Междуэтажное перекрытие выполнено из одинаковых сборных железобетонных объемных элементов и работает как единая пространственная система. Покрытие решено в виде оболочек, имеющих форму гиперболических параболоидов.

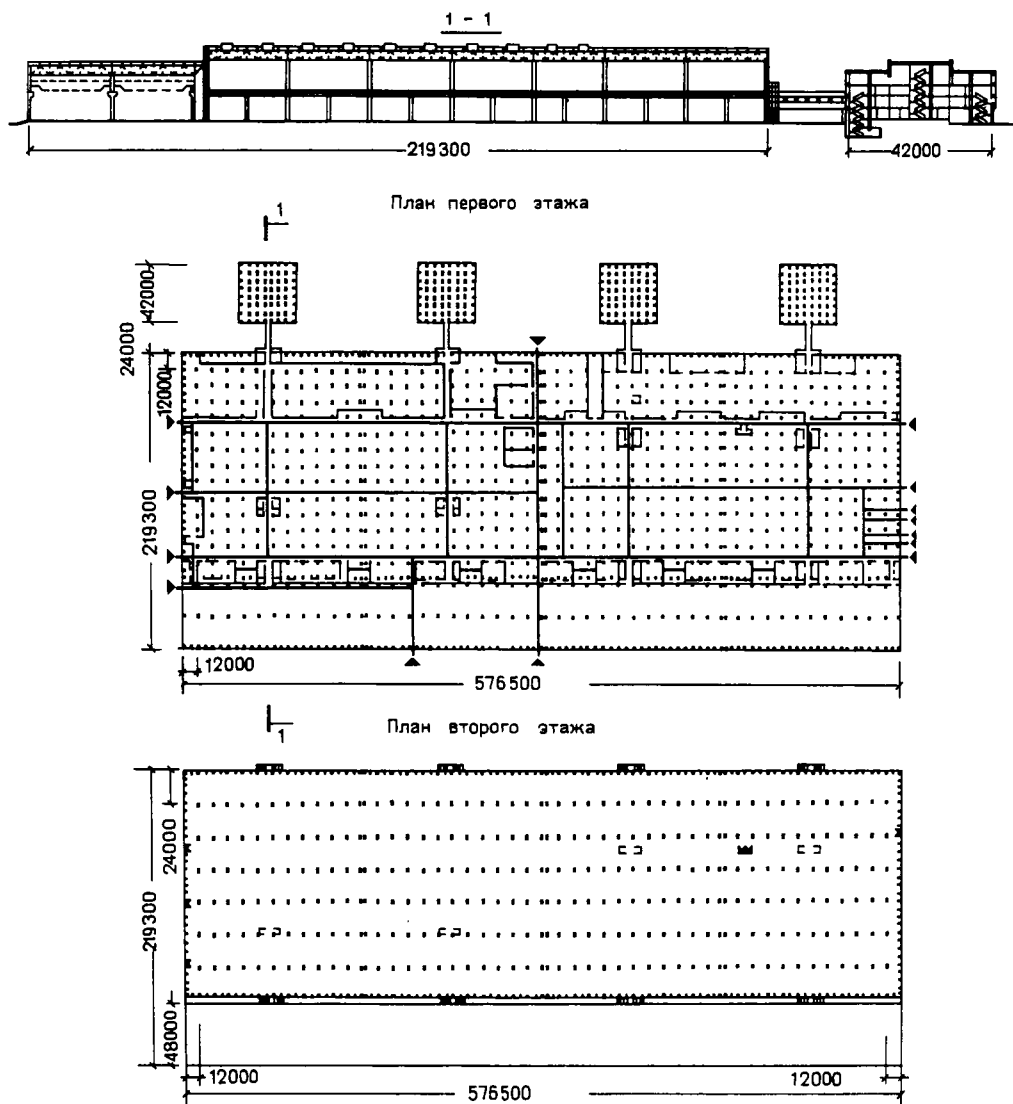
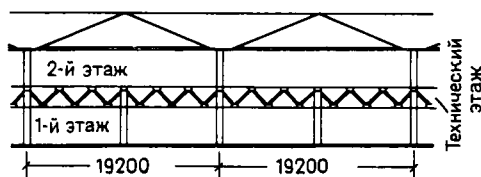


Рис. 14.6. Двухэтажное здание главного корпуса Московского завода малолитражных автомобилей

Рис. 14.7. Универсальное двухэтажное промышленное здание с техническим этажом



Многоэтажные промышленные здания с нерегулярной объемно-планировочной структурой, как правило, проектируют для угольной, коксохимической, горнорудной, целлюлозно-бумажной отраслей промышленности, на предприятиях цветной металлургии и др.

В этих отраслях промышленности технологический процесс связан с устройством встроенного оборудования бункеров, резервуаров и других подобных сооружений больших размеров, располагаемых на разных отметках. Эти устройства осложняют объемно-планировочные решения зданий.

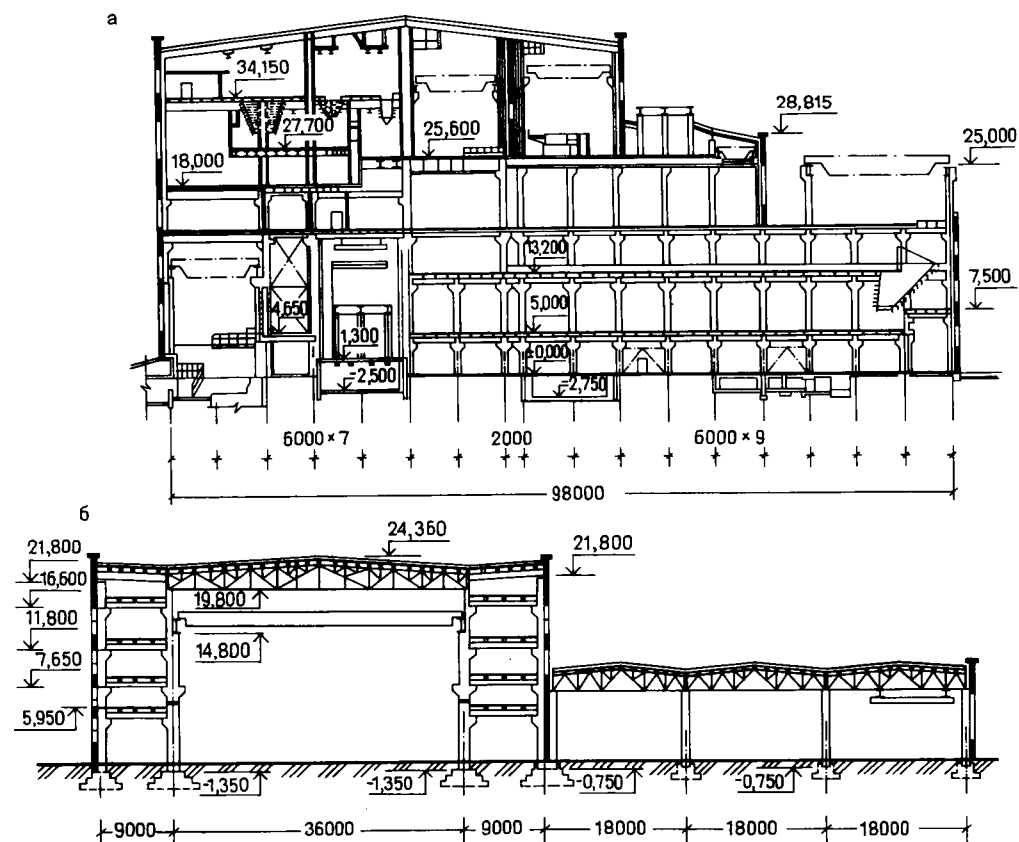


Рис. 14.8. Промышленные здания нерегулярного типа
 а — поперечный разрез главного корпуса агломерационной фабрики; б — поперечный разрез главного корпуса целлюлозно-бумажного комбината

Здания с нерегулярной объемно-планировочной структурой часто блокируют с одноэтажными зданиями. Встроенные в многоэтажную часть бункера и другие устройства создают значительные статические и даже динамические нагрузки.

Поперечный профиль многоэтажных зданий с нерегулярной объемно-планировочной структурой имеет большие перепады высот. В зависимости от требований технологического процесса на отдельных этажах устанавливают мостовые краны. Размеры пролетов 6, 9, 18 м, а шаг рам каркаса 3 и 6 м. Высота этажей может достигать 20 м и более.

На рис. 14.8, а приведено объемно-планировочное решение агломерационной фабрики. Главный корпус

представляет собой прямоугольное многопролетное шестиэтажное здание размером в плане 98×90 м, оборудованное мостовыми кранами грузоподъемностью 10 и 20/5 т, расположенными на разных уровнях.

На первом этаже размещены эксгаустерное отделение и вспомогательные помещения; на отметках 1,3 и 5 м — циклоны, конвейеры подачи возврата и барабаны охлаждения; на отметке 13,2 м — агломерационные машины; на отметке 18 м — отделение агломерации и конвейеры для подачи шихты; на отметке 25,6 м — отделение первичного смешивания — установка для образования комков руды, дымососная и циклоны; на отметке 34,15 м — приемное отделение шихты и топлива.

На рис. 14.8, б показан поперечный разрез главного корпуса целлюлозно-бумажного комбината, который блокирован с одноэтажным трехпролетным зданием.

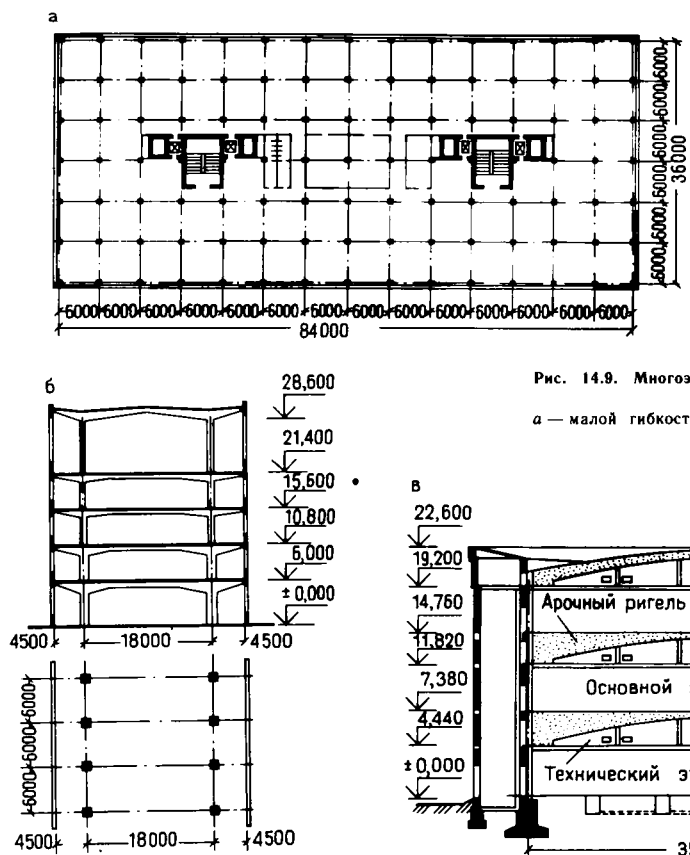


Рис. 14.9. Многоэтажные универсальные промышленные здания

а — малой гибкости; б — средней гибкости; в — большой гибкости

Многоэтажные промышленные здания могут быть малой, средней и большой гибкости. Их объемно-планировочное решение выполняют по ячейковому принципу с квадратной сеткой колонн или по типу однопролетного здания без промежуточных колонн с техническими этажами.

Здания малой гибкости имеют, как правило, ячейковое построение плана с сеткой колонн 6×6 м. Здание состоит из типовых секций размером 36×42 м (рис. 14.9, а). В средней зоне секции размещают лестничную клетку, два лифта, две шахты для коммуникаций, вспомогательные и складские помещения. Под производство отводят площадь по периметру здания, освещаемую естественным светом. При необходимости средние пролеты могут быть освобождены от обслуживающих помещений и использованы под производственные нужды. На первом этаже размещают административно-хозяйст-

венные помещения, пищевой блок, медицинский пункт, склады готовой продукции и полуфабрикатов.

Многоэтажные промышленные здания малой гибкости чаще всего проектируют для производств, выпускающих малогабаритные изделия на оборудовании небольших размеров.

Здания средней гибкости применяют в производствах, выпускающих средне- и крупногабаритные изделия легкого веса (например, автомобили) или имеющих крупногабаритное, но легкое оборудование (например, ткацкие станки). Сетка колонн в этих зданиях может быть 12×12 , 18×18 или 12×6 , 18×6 м.

При квадратной сетке колонн междуэтажные перекрытия делают кессонными или безбалочными. На рис. 14.9, б показано объемно-планировочное решение универсального здания средней гибкости с сеткой колонн 18×6 м, каркас здания имеет двухкон-

сольные ригели, загруженные по концам наружными стенами, что позволяет уменьшить величину изгибающего момента в пролете. Высота ригелей (1,2—1,5 м), перекрывающих пролеты 12 и 18 м, дает возможность устроить в межригельном пространстве технический этаж и разместить в нем технологические коммуникации. В зданиях средней гибкости за счет укрупненной сетки колонн достигают экономии рабочей площади на 6—8%.

Здания большой гибкости проектируют с пролетами 24, 30 и даже 36 м. Высота несущих конструкций междуэтажных перекрытий (2,4—3 м) позволяет в целях рационального использования объема здания в пространстве между ними делать технические этажи и располагать в них вспомогательные помещения.

Таким образом, здание большой гибкости состоит из чередующихся по высоте основных производственных и технических этажей. В технических этажах размещают подсобные и вспомогательные производства, склады сырья, полуфабрикатов и готовых изделий, бытовые и административные помещения, помещения, связанные с техническим обслуживанием здания. На рис. 14.9, в приведен поперечный разрез многоэтажного здания большой гибкости, междуэтажные перекрытия которого поддерживают предварительно напряженные арки переменного сечения пролетом 35 м.

Сопоставление объемно-планировочных решений зданий малой и большой гибкости показывает, что кроме повышения в последних степени универсальности достигается и существенное увеличение вспомогательных площадей за счет технических этажей.

Производственные здания с герметизированными помещениями могут быть многоэтажными и одноэтажными. В них размещают различные производства, требующие строго кондиционированного температурно-влажностного режима и высокой степени чистоты воздуха (прецизионные производства, радиопромышленность, приборостроение и др.). В производственных помещениях кроме обеспе-

чения специальных условий в отношении характеристик воздушной среды учитывают специальные требования к освещенности рабочих мест, звуко- и виброизоляции, а также некоторые особые требования (локализация электромагнитных излучений, биологическая защита и др.).

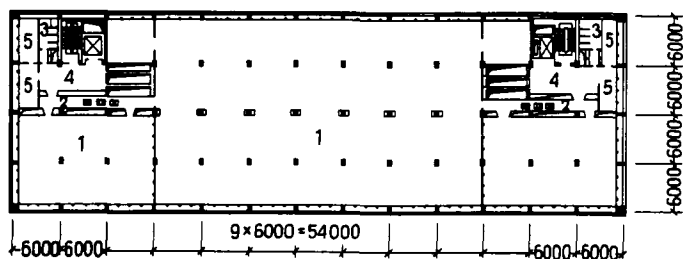
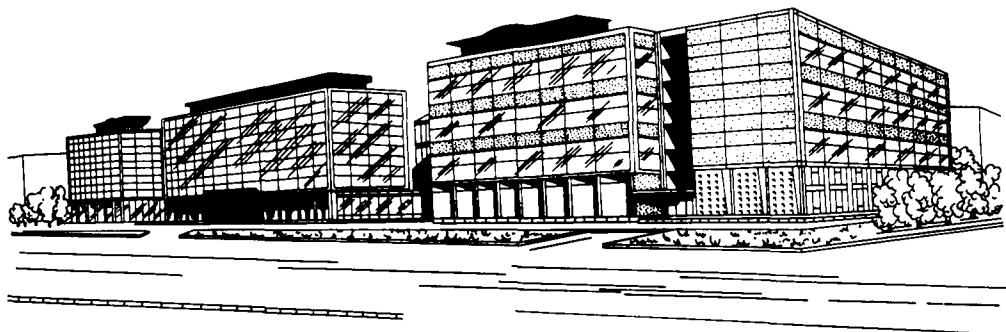
Герметизированные помещения защищают от возможного попадания в них пыли и других загрязнений, проникающих снаружи через неплотности в строительных конструкциях (главное в оконных и дверных проемах), через вентиляционные системы, пыли на одежде и обуви работающих, пыли, проникающей с деталями, узлами, полуфабрикатами, инструментом, оборудованием, тарой и др.

Производственные герметизированные цехи, участки и отделения по технологическим и эксплуатационным требованиям делят на три класса: I, II и III и пять подклассов: Ia, Ib, Ib, IIa, IIб.

Подкласс определяет метеорологические условия в рабочей зоне герметизированных помещений. Например, к подклассу помещений Ia относят сборочные цехи, лаборатории, отделения очистки и консервации узлов и приборов особо высокой точности, в которых производственные процессы требуют особенно надежной очистки воздуха и строгого температурно-влажностного режима.

В таких помещениях максимальный размер частиц пыли должен быть не более 0,3 мк, а ее концентрация не должна превышать 0,001 мг/м³. Температура внутреннего воздуха в помещении должна быть 20°C, а относительная влажность воздуха 40%. Колебания температуры могут быть лишь в пределах $\pm 0,5^\circ\text{C}$, а влажности $\pm 5\%$, движение воздуха может быть со скоростью не более 0,2 м/с.

Герметизированные цехи этого класса проектируют с системами кондиционирования воздуха, создающими в помещении избыточное давление воздуха, препятствующее прониканию пыли; с искусственным освещением; с расположением инженерных коммуникаций в технических этажах и уст-



ройством входных шлюзов в цехи в целях создания постоянного требуемого светового режима и повышения надежности герметизации ограждений за счет отказа от устройства окон.

Бытовые помещения имеют в своем составе пропускник, в котором работающие, прежде чем попасть в цех, проходят специальную обработку и надевают обеспыленную одежду. Специальная отделка помещений, затрудняющая накопление пыли, скрытые технологические проводки и вакуумная пылеборка способствуют обеспечению требуемого режима.

Производственные здания с герметизированными помещениями при должном технико-экономическом обосновании можно проектировать с естественным освещением, принимая специальные меры для обеспечения надежной герметизации светопроемов (тройное остекление, глухие переплеты и т. п.). Применяя естественное освещение, следует иметь в виду, что при этом не только ухудшаются условия герметизации, но и могут возрастать теплопотери в холодный период года и теплопоступления от солнечной радиации в теплый период, что осложняет и удорожает устройство системы

Рис. 14.10. Комплекс многоэтажных герметизированных промышленных зданий. Общий вид, план типового этажа
1 — производственные помещения; 2 — шлюз для обеспыливающей продувки одежды работающих; 3 — санитарный узел; 4 — холл; 5 — служебные помещения

кондиционирования воздуха. Поэтому, предусматривая естественное освещение, не следует увлекаться избыточными остекленными поверхностями, хотя они и дают определенный эффект с архитектурно-художественной точки зрения.

В Советском Союзе осуществляют строительство как одноэтажных, так и многоэтажных герметизированных промышленных зданий. На рис. 14.10 показан комплекс многоэтажных герметизированных промышленных зданий. Здания четырехэтажные длиной 78 м и шириной 24 м с техническими этажами. Основное производство расположено на втором, третьем и четвертом этажах, образующих герметизированную часть корпуса. На первом этаже размещены производства, не требующие герметизации. На антресолях над первым этажом помещены все бытовые помещения стерильной зоны.

Здание имеет сборный железобетонный каркас. Стеновые панели заполнены стеклблоками. Такое решение позволило обеспечить гермети-

зацию здания и вместе с тем максимально использовать естественный свет в помещениях. Для улучшения теплоизоляционных свойств стен с внутренней стороны стекложелезобетонных панелей установлено одинарное остекление в алюминиевых переплетах, способствующее повышению герметизации здания и снижению теплотерьер. Герметизированные производственные помещения оборудованы централизованной системой уборки пыли и устройством кондиционирования воздуха.

§ 15. ПОНЯТИЕ ОБ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Наука и архитектура тесно связаны между собой. Архитектура как область искусства опирается не только на художественные закономерности, но и на закономерности функционально-технологические и технические, играющие огромную роль в формировании производений промышленной архитектуры.

Технические закономерности, относящиеся к конструктивному решению здания, опираются на обширный арсенал научных знаний. Функционально-технологические закономерности, которым в значительной степени подчинены объемно-планировочные решения зданий, и особенно промышленных, раскрыты недостаточно полно. Поэтому в практике объемно-планировочные решения в основном базируются на опыте проектировщиков, на их способности охватить все большее число факторов, влияющих на рациональное решение здания, проанализировать степень влияния каждого из них, суметь найти такое компромиссное решение, при котором в наилучшей степени согласовывались бы различные, нередко противоречивые требования.

Развитие науки позволяет перейти к новым объективным методам решения некоторых многокритериальных задач, зависящих от ряда различных факторов, к числу которых, например, относятся объемно-планировочные решения промышленных зданий, выбор территории для строи-

тельства, выбор оптимального конструктивного решения здания, решение транспортной сети города, отыскание оптимальных мест для размещения центров тяготения людских потоков (например, торговых центров, транспортных узлов) и пр.

Таким образом, в руки специалиста даются новые методы и новые средства, с помощью которых он может найти надежные, обоснованные решения зданий, сооружений и их комплексов. К числу этих методов и средств следует отнести математические методы, современную электронно-вычислительную технику, комплексные автоматизированные системы. Научные методы и технические средства не выхолащивают творческое начало в архитектурной деятельности, более того, они делают более широкими возможности архитектурного творчества, позволяют получать более совершенные решения по функционально-технологическим, техническим и экономическим показателям.

Для различных отраслей народного хозяйства нашей страны в настоящее время разработана межотраслевая единая **«Система автоматизации проектно-конструкторских работ и технологической подготовки производства» (САПР)**.

Для строительства разработана подсистема САПР, которая получила наименование САПР-С (рис. 15.1), включающая: автоматизированную систему проектирования объектов строительства АСПОС; автоматизированную систему проектирования возведения объектов АСПВ; автоматизированную систему проектирования управления строительством АСПУС.

Система АСПОС позволяет решать проблемы в таких специализированных областях архитектурно-строительного проектирования, как градостроительство, районная планировка, генеральные планы промышленных и гражданских объектов, строительные конструкции и др.

Структурно АСПОС разделяют на подсистемы, которые располагают в порядке подчиненности элементов систем по рангам (рис. 15.2).



Рис. 15.1. Функциональная схема автоматизированной системы проектирования

Подсистемы первого ранга, которые входят в АСПОС, образованы по видам объектов строительства: «Регион», «Город», «Комплекс», «Здание» и т. д.

Подсистемы второго ранга специализированы по типам объектов строительства: например, в подсистему первого ранга «Здание» входят подсистемы второго ранга «Жилой дом»,

«Общественное здание», «Промышленное здание» и т. д.

В подсистемах третьего ранга рассматриваются части объектов строительства. Так, в подсистеме второго ранга «Промышленное здание» можно выделить подсистемы третьего ранга: «Строительная часть», «Технологическая часть», «Сантехническая часть» и т. д.

В каждой подсистеме решают задачи размещения и компоновки объектов строительства, конструирования и инженерного оборудования, получения цифровой или графической документации.

В качестве примера работ, выполненных для подсистем второго ранга, рассмотрим методику компоновки планировочного решения одноэтажного промышленного здания.

Методика разработана на кафедре архитектуры МИСИ¹. Методика проектирования промышленного здания с помощью ЭВМ предусматривает на первоначальной стадии работ фор-

¹ Нагинская В. С. Оптимизация компоновочных решений одноэтажных промышленных зданий: Автореф. дис. на соиск. ученой степени канд. техн. наук. М., 1971, с. 12. Нагинская В. С. Основы и методы вариантного проектирования промышленных зданий: Автореф. дис. на соиск. ученой степени д-ра техн. наук. М., 1983, с. 44.



Рис. 15.2. Структура автоматизированной системы проектирования объектов строительства

мирование и оценку вариантов компоновочных решений. Эффективность получаемых вариантов оценивают по ряду критериев, которые отражают функциональные и пространственные требования к объекту.

В качестве **критериев оптимальности** объемно-планировочного решения одноэтажного промышленного здания для отраслей промышленности машиностроения и химии (производство искусственного волокна) были приняты:

критерий связи — предусматривает минимальность длины транспортных коммуникаций, объединяющих различные производственные и вспомогательные помещения с учетом их стоимости и грузонапряженности;

критерий зонирования — предполагает наилучшую организацию производственного процесса за счет размещения цехов и участков в удобных зонах, имеющих необходимую взаимосвязь;

критерий компактности: здание в плане — прямоугольное, с площадью или объемом (в случае перепада высот), равным сумме площадей или объемов составляющих его цехов, участков или групп помещений;

критерий людских потоков — цехи с большим числом работающих должны располагаться ближе к бытовым помещениям;

критерий гибкости — протяженность внутренних стен и перегородок должна быть минимальной. Это обеспечивает легкость перепланировки при модернизации производства.

Физический смысл каждого критерия записывают математически. Запись основной идеи, содержащейся в критерии, в виде формулы представляет собой «функцию цели» по этому критерию.

Например, математическое выражение функции цели по критерию связи ($F_{св}$) имеет следующий вид:

$$F_{св} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=i+1}^{n+m+u} W_{ij} l_{ij}, \quad (15.1)$$

где n — общее число размещаемых компонентов; m — число фиксированных компонентов; u — число входов коммуникаций; l — длина связи между компонентами i и j ; W_{ij} — весовое значение метра связи компонентов i и j , выражающееся в приведенных затратах.

Поскольку рассматриваемую задачу решают по ряду критериев, ее относят к многокритериальным задачам, и функция цели для таких задач должна быть обобщенной.

Обобщенная функция $F_{об}$ выглядит следующим образом:

$$F_{об} = \sum_{i=1}^n K_i \frac{F_i - F_{in}}{F_{in}}, \quad (15.2)$$

где K_i — коэффициент значимости; F_i — значение функции цели по данному критерию; F_{in} — эталонное значение функции цели.

Для таких задач невозможно достигнуть строго оптимальных решений, поскольку критерии часто противоречивы. К тому же при их решении возникает ряд проблем, связанных с получением комплексного показателя эффективности проектных решений. Одна из таких проблем — определение значимости критериев. Решение ее может быть достигнуто путем опроса специалистов высокой квалификации (**метод экспертных оценок**). При этом для всех критериев оптимальности выявляют коэффициенты значимости (табл. 15.1).

Под компонентами понимают цехи, помещения или технологические участки.

Автоматизированное формирование и выбор оптимального варианта компоновочного решения промышленного здания основывают на разделении функций человека и машины в процессе поиска вариантов.

Специалист решает вопросы творческого характера, связанные с анализом задания на проектирование, подготавливает исходные данные, т. е. устанавливает перечень и габариты основных цехов, помещений или их групп, заданные пропорции здания в плане с сеткой колонн (может быть несколько вариантов); все условия

ТАБЛИЦА 15.1. ЗАВИСИМОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТОВ ЗНАЧИМОСТИ ОТ ОТРАСЛИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Отрасль промышленности	Коэффициенты значимости				
	К связи	К зонирования	К компактности	К людских потоков	гибкости
Машиностроение	0,46	0,17	0,14	0,12	0,11
Химия (производство искусственного волокна)	0,49	0,16	0,22	0,06	0,07

и ограничения (расположение бытовых помещений, повышенных пролетов, расположение основных цехов, помещений или их групп, минимальные или максимальные расстояния между ними и входами и т. д.); группировку цехов, помещений или их групп в случае необходимости перепеда по высоте; заданные значения коэффициентов весовых значений целевых функций; составленные данные по функциям цели (принципиальная функционально-технологическая схема производства, таблица весовых значений связей, матрицы совместимости и гибкости, таблицы численности работающих).

Составленные исходные данные вводят в ЭВМ, которая по соответствующей программе осуществляет многовариантный поиск с количественной оценкой проектных решений по критериям оптимальности, а также дает компромиссное решение.

Окончательную оценку и выбор варианта объемно-планировочного решения промышленного здания производит проектировщик.

Применение указанной методики для компоновки планировочных решений одноэтажных промышленных зданий показало возможность получения более экономичных решений (на 10% и более) по сравнению с решениями, полученными традиционным методом.

В настоящее время работы по дальнейшей разработке АСПОС ведутся по следующим основным направлениям:

общесистемные проблемы АСПОС (создание проблемно-ориентированных языков и крупных программных комплексов, разработка технических устройств, их математического обеспечения для машинной графики и т. д.);

использование ЭВМ для решения задач размещения и компоновки объектов строительства (математическая постановка и обеспечение задач, формирование критериев оценки и т. д.);

автоматизация проектирования зданий и сооружений (разработка фрагментов подсистемы «Здание» и технологических линий автоматизированного проектирования одноэтажных промышленных зданий, автоматизация составления смет и др.);

автоматизация инженерных расчетов при проектировании строительных конструкций (разработка алгоритмов и математического расчета и конструирования железобетонных и металлических конструкций).

Несомненно, что в ближайшем будущем, когда автоматизированные системы в строительном проектировании будут полностью отработаны, они займут преобладающее положение.

§ 16. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ И КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЯ

Экономичность объемно-планировочных и конструктивных решений промышленных, как и гражданских зданий, устанавливают по показателю экономической эффективности капитальных вложений, которым служат приведенные затраты P :

$$P = K + T_n C, \quad (16.1)$$

где K — единовременные затраты на строительство, определяемые сметной стоимостью здания; C — годовые затраты на эксплуатационное содержание здания; T_n — нормативный срок окупаемости капитальных вложений, причем

$$T_n = \frac{1}{E_n} \text{ лет,} \quad (16.2)$$

где E_n — нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений, устанавливаемый нормами (для всех отраслей промышленности $E_n = 0,12$).

Полученное значение приведенных затрат P сравнивают с P_3 т. е. с эталонным значением приведенных затрат, полученным на основании решений, признанных относительно лучшими.

Тогда **экономический эффект** $\mathcal{E}$ предлагаемого решения составит

$$\mathcal{E} = P_3 - P. \quad (16.3)$$

Следовательно, чтобы решение здания получилось экономичным, необходимо стремиться к возможному снижению значений K и C в выражении (16.1). В этих целях в процессе проектирования производят технико-экономическую оценку принимаемых решений путем выявления ряда показателей по данным проекта и сметы и их сравнения с эталонными показателями.

Наиболее общим, комплексным технико-экономическим показателем, учитывающим как технологическую, так и строительную часть проекта, является **количество выпускаемой продукции с 1 м² производственной площади здания**.

Очевидно, что чем больше этот показатель, тем эффективнее использована площадь и тем производительнее применено технологическое оборудование.

Для технико-экономической оценки, характеризующей объемно-планировочное решение промышленного здания, расчетными единицами являются: **1 м² площади застройки, 1 м² полезной площади и 1 м³ объема**.

Площадь застройки определяют по внешнему периметру здания на уровне цоколя по внешнему обводу стен. Площадь застройки состоит из **полезной и конструктивной**.

Полезная площадь представляет собой сумму площадей помещений

всех этажей в чистоте, т. е. измеренных в пределах внутренних поверхностей ограждений. В полезную площадь включают также площади вспомогательных помещений, антресолей, обслуживающих площадок, этажеров, галерей и эстакад.

Конструктивную площадь определяют поэтажно, как сумму площадей, занимаемых лестничными клетками, внутренними стенами, колоннами, перегородками, шахтами и проемами в перекрытиях этажей (предназначаемых для пропуска оборудования, его монтажа и демонтажа, а также для аэрации).

Полезная площадь состоит из рабочих, подсобной и складской.

Рабочую площадь определяют как сумму площадей помещений, предназначенных для изготовления продукции. Сюда включают площади для размещения промежуточных складов для полуфабрикатов. Рабочую площадь, связанную с основным технологическим процессом, учитывают не только на основных этажах здания, но также на антресолях, площадках, этажерах и в других помещениях, используемых для размещения оборудования, связанного с технологическим процессом.

Подсобную площадь определяют как сумму площадей помещений, отводимую для транспорта и санитарно-технического и энергетического оборудования. Площадь коридоров, тамбуров, переходов, помещений технического назначения (например, площади технических этажей, предназначенных для размещения коммуникаций) и встроенных вспомогательных помещений относят также к подсобной площади.

Складскую площадь вычисляют как сумму площадей, которую назначают для хранения сырья, различных материалов и изделий, необходимых для производства продукции и ремонта технологического, санитарно-технического, энергетического оборудования, коммуникаций, а также для хранения готовой продукции.

Разделение полезной площади здания на рабочую, подсобную и

складскую проводят после завершения технологической части проекта. Поэтому показатели на 1 м^2 **рабочей площади** по стоимости, трудоемкости, расходу основных материалов дают комплексную оценку экономичности как технологической, так и строительной части проекта.

В процессе эксплуатации промышленных зданий технологические процессы модернизируют, и соотношения между рабочими, подсобными и складскими площадями изменяются. Поэтому для оценки экономичности строительной части целесообразно принимать 1 м^2 **полезной (общей) площади** здания или 1 м^2 **площади застройки**.

Строительный объем здания определяют умножением площади застройки на высоту от уровня первого этажа до верха чердачного перекрытия или до верхней отметки кровли при бесчердачных покрытиях. В объем здания включают объем фонарей и подвалов. Объемы пристроек в виде дебаркадеров, навесов, эстакад, конвейерных галерей и других пристроек не включают.

Объем здания, имеющего скатное покрытие, определяют умножением площади поперечного сечения здания на его длину.

Строительный объем здания имеет большое значение для оценки экономичности расходов, связанных с эксплуатацией зданий.

Оценку экономичности объемно-планировочного и конструктивного решения здания и сопоставление с лучшими существующими решениями выполняют по следующим технико-экономическим показателям:

а) **по затрате денежных средств** определяют сметную стоимость строительства, отнесенную к 1 м^2 и к 1 м^3 проектируемого промышленного здания. В сметную стоимость строительства включают только строительно-монтажные работы, т. е. без стоимости технологического оборудования и внешнего благоустройства. При этом в объем здания объем подвала не включают. При утверждении стоимости строительства эти показатели яв-

ляются основными. Ориентировочно средняя стоимость 1 м^3 одноэтажного промышленного здания составляет 5—6 руб., многоэтажного — 8—9 руб.;

б) **по застройке территории предприятия** в целом — **плотность застройки** P_z определяют путем деления общей площади застройки (суммы площадей застройки всех зданий) на площадь территории предприятия.

Нормами установлена наименьшая плотность застройки предприятий. Например, для предприятий основной химии $P_z = 30\%$; металлургических заводов $P_z = 28—35\%$; текстильного, нефтяного и химического машиностроения $P_z = 50\%$; нерудных строительных материалов $P_z = 25\%$; хлопчатобумажных и шелковых тканей $P_z = 60\%$; хлебозаводов $P_z = 50\%$ и т. д. Плотность застройки — наиболее существенный показатель экономичности решения генерального плана предприятия. Малый процент застройки приводит к удлинению коммуникаций и дорог, излишним затратам по планировке и благоустройству территории и повышению эксплуатационных расходов;

в) **по качеству объемно-планировочного решения** показатель определяют путем установления значений коэффициентов K_1 , K_2 , K_3 : K_1 — отношение рабочей площади к полезной и K_2 — отношение объема здания к рабочей площади. Очевидно, что чем выше значение K_1 и чем ниже значение K_2 , тем рациональнее использование площадей и объема здания. Коэффициент K_3 — отношение площади поверхности ограждающих конструкций к полезной площади. Чем ниже значение K_3 , тем объемно-планировочное решение целесообразнее по компактности и расходу тепла.

Перечисленные коэффициенты K_1 , K_2 , K_3 дают возможность в процессе проектирования сопоставлять различные варианты решения между собой и с эталонными проектами и нормативными данными по той или иной отрасли народного хозяйства (если последние имеются). Следует отметить, что в условиях ускоряющегося научно-технического прогресса норма-

тивные значения этих коэффициентов могут меняться. Поэтому при оценке проектных решений промышленных зданий, особенно с модернизированными или новыми технологическими процессами, следует целесообразность объемно-планировочного решения проанализировать по существу и установить причину отклонения коэффициентов от средних значений, если они будут;

г) по расходу основных строительных материалов (стали, цемента и др.) определяют путем установления удельных расходов материалов на 1 м^3 здания или на единицу полезной площади;

д) по трудоемкости возведения здания определяют посредством установления удельной трудоемкости на 1 м^3 здания или на единицу полезной площади;

е) по весу здания устанавливают путем определения удельных показателей на 1 м^3 здания или на единицу полезной площади. Показатели по расходу материалов, трудоемкости и весу зависят от принятых конструктивных решений. Поэтому при анализе проекта их рассматривают, как правило, совокупно. Очевидно также, что целесообразное решение будет при невысоких значениях этих показателей.

Следует иметь в виду, что применение облегченных конструкций снижает и вес здания, и, часто, трудоемкость возведения, и транспортные расходы, связанные с доставкой изделий на строительную площадку;

ж) по показателям, характеризующим степень унификации сборных элементов выявляют, насколько принятое конструктивное решение отвечает требованиям индустриализации строительства.

К этим показателям относят общее число сборных элементов, число их типоразмеров, марок, максимальную массу сборного элемента, среднюю массу сборного элемента.

Устанавливают отношение числа сборных элементов к единице стоимости, определяющее степень сборности здания, и отношение средней массы сборного элемента к массе

наиболее тяжелого элемента. Последнее называют коэффициентом технологичности или унификации. Чем ближе он к единице, тем выше степень унификации сборных элементов и тем эффективнее будут использованы механизмы на строительстве.

После того как указанные выше показатели проектного решения получили значения, удовлетворяющие поставленным требованиям, определяют окончательную сметную стоимость здания K [см. выражение (16.1)].

Показатели, характеризующие эксплуатацию здания, включают годовые расходы, идущие на эксплуатацию санитарно-технических систем, на освещение, санитарно-гигиенические работы, ремонт, а также на амортизационные отчисления. При этом на стадии проектирования амортизационные отчисления учитывают на основании отраслевых нормативных данных. Расходы на эксплуатацию санитарно-технических систем и санитарно-гигиенические работы (уборка и др.) могут быть определены укрупненно по приближенным формулам.

Стоимость освещения учитывают только в тех случаях, когда при проектировании здания возникают варианты, позволяющие использовать наряду с искусственным освещением и естественное. Применение для устройства несущих и ограждающих конструкций тех или иных строительных материалов, обладающих различными свойствами, а следовательно, и различной долговечностью, определяет условия их работы в здании, необходимость их периодических ремонтов.

Иногда бывает целесообразно пойти на несколько большие единовременные затраты и получить долговечную конструкцию, чем впоследствии затрачивать большие средства на частые ремонтные работы. Получив таким образом годовые эксплуатационные расходы, вычисляется значение C в выражении (16.1).

Определив приведенные затраты по проекту, производят их сравнение с затратами по эталонам.

Кроме оценки проекта по приведенным затратам, как указано выше, во время разработки проекта целесообразно проводить оценку экономичности отдельных факторов или элементов проекта здания. Такая оценка помогает правильно выбрать некоторые параметры здания, например сетку колонн, пролет, оценить с экономической точки зрения применяемые конструкции и в конечном итоге повлиять в благоприятном смысле на величину приведенных затрат.

Вместе с тем, производя в процессе проектирования оценку отдельных элементов здания, надо иметь в виду, что не всегда меньшая стоимость определяет лучшее решение. Например, в целях повышения универсальности промышленных зданий применение шага 12 м средних рядов колонн признано целесообразным для всех многопролетных бескрановых зданий вне зависимости от высоты, хотя при небольших высотах шаг 6 м дает меньшую стоимость.

Принятые в проекте решения конструктивных элементов сопоставляются с эталонными типовыми конструкциями, которые проверены практикой. Оценка экономичности проводят для всех конструктивных элементов здания. Однако, чтобы получить возможно больший эффект, целесообразно в первую очередь уделять внимание конструкциям, занимающим в общей стоимости здания наибольший удельный вес (табл. 16.1).

Из табл. 16.1 видно, что в одноэтажных промышленных зданиях самый дорогой элемент — покрытие (несущая и ограждающая часть), а в многоэтажных — междуэтажные перекрытия. Следовательно, стремясь к снижению стоимости здания, прежде всего следует рассмотреть возможность снижения стоимости этих конструкций.

В некоторых случаях целесообразно оценивать не отдельные конструкции, а комплекс конструктивных элементов. Например, покрытие промышленного здания, которое состоит из основных несущих конструкций (ферм, балок), несущих конструкций

ТАБЛИЦА 16.1. ОРИЕНТИРОВОЧНАЯ СТОИМОСТЬ ОСНОВНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ, % ОТ ОБЩЕЙ СТОИМОСТИ ОБЩЕСТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Элементы зданий	Стоимость, % для зданий		
	Одноэтажных при про-		Много- этажных
	12—18 м без кранов	18—24 м с кранами	
Основания и фунда- менты	4—5	6—8	7—8
Колонны	4—5	6—6,5	3—4
Подкрановые бал- ки (при грузо- подъемности кранов 15—20 т)	—	10—12	—
Несущие элемен- ты покрытий	10—14	7—9	4—6
Фонари	8—12	7—10	—
Междуэтажные перекрытия с ригелями	—	—	26—28
Наружные несущие стены	10—11	11—12	18—20
Ограждающие элементы покры- тий и кровли	21—35	26—30	6—7
Полы	14—15	12—14	13—14
Окна, двери, воро- та	5—6	5—6	12—13
Перегородки	4—5	3—4	1
Лестницы	—	—	1—1,5
Лифты	—	—	2—3
Прочие элементы и работы	5—7	6—8	8—9

ограждающей части (плит, прогонов) и самой ограждающей конструкции (пароизоляции, термизоляции, кровли и др.).

При сопоставлении технико-экономических показателей проектируемого здания или его элементов с эталонными показателями крайне важно обеспечить так называемую сопоставимость. Например, сопоставляемые конструкции должны иметь однородные назначения, нагрузки, степень законченности. При сравнении необходимо учитывать возможное изменение решения конструктивных элементов, связанных с рассматриваемой конструкцией. Расчетными единицами измерения, к которым относят технико-экономические показатели, могут быть отдельная конструкция, погонный или квадратный метр длины или площади конструкции.

Конструкции сравнивают по расходу материалов, затратам труда,

ТАБЛИЦА 16.2. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ПОКРЫТИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ (ВЗЯТО ИЗ РАСЧЕТА НА 1 ШТ.)

Характеристика конструкции	под расчет- ную нагруз- ку, H/m^2 (кг/м ²)	Основные параметры			Расход материалов		Затраты труда на кон- стройпло- щадке, чел.— день	Стоимость конструк- ции в де- ше, руб.	Масса, т
		Пролет	Ширина	Высота	Объем бетона марки 400, м ³	Сталь, кг			
Железобетонная балка с параллельными поясами для плоских покрытий, предварительно-напряженная с проволочной арматурой, установленная с шагом 6 м	7500 (750)	18	0,36	1,5	4,8	678,9	4,56	437,45	12
Железобетонная ферма с параллельными поясами и закладной решеткой для плоских покрытий, предвари-тельно-напряженная с проволочной армату-рой, установленная с шагом 6 м.	7500 (750)	18	0,24	2,7	3,2	619,1	2,64	295,11	8

массе и стоимости. Однако в качестве решающего показателя для оценки эффективности применения тех или иных вариантов конструктивных решений принимают **приведенные затраты**. Остальные показатели позволяют выявить факторы, которые влияют на сравнительную эффективность вариантов и намечают пути совершенствования конструкции.

В табл. 16.2 приведено технико-экономическое сравнение несущих конструкций покрытий промышленного здания без учета капиталовложений в строительство предприятий по производству конструкций и материалов и эксплуатационных расходов.

§ 17. ПОНЯТИЕ О ГЕНЕРАЛЬНОМ ПЛАНЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Промышленные предприятия — важная составная часть современных городов, которая в большинстве случаев определяет их возникновение и развитие. Следовательно, одна из основных задач в области промышленного строительства — задача, связанная с оптимальными градостроительными решениями промышленных объектов и их комплексов.

Размещение промышленных пред-

приятий производят на основе схем или проектов районной планировки, которые составляют на перспективу для всех экономических районов страны, что позволяет обоснованно осуществить выбор строительной площадки (при этом учитывают генеральный план существующего населенного пункта и проект планировки промышленного района). При этом следует помнить, что под **районной планировкой** подразумевают проектирование комплексного территориально-хозяйственного устройства экономического или административного района и формирование его планировочной структуры, обеспечивающей оптимальное развитие и рациональное размещение отраслей народного хозяйства, городов и сельских поселений, создание условий труда, быта и отдыха населения.

В Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года, утвержденных XXVII съездом КПСС, указано: «Совершенствовать территориальную структуру общественного производства, обеспечивать рациональное сочетание экономического и социального

развития в каждой союзной республике и каждом экономическом районе, улучшать их взаимодействие в **едином народнохозяйственном комплексе страны** и далее: «Расширять и совершенствовать практику формирования **территориально-производственных комплексов и промышленных узлов**».¹ То есть в целях повышения отдачи капитальных вложений группу предприятий объединяют в единый производственный район, который называют промышленным узлом (рис. 17.1), а группы промышленных узлов и агропромышленных комплексов образуют территориально-производственный комплекс.

В этом случае возможно более полно использовать сырьевую базу, осуществить кооперирование предприятий между собой и предприятий с городским хозяйством (энерго-снабжение, инженерные сети, транспортные и вспомогательные здания), иметь единую производственно-строительную базу и жилой фонд, рационально использовать отходы производства. По сравнению со строительством обособленных предприятий достигают экономию капитальных вло-

жений 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.

Промышленные узлы в зависимости от вида производства и степени выделения производственных вредностей можно размещать вне города вдали от селитебной территории, на периферии селитебной территории, в ее пределах, т.е. внутри города (рис. 17.2).

Промышленные предприятия размещают в соответствии с положениями, предусмотренными СНиП II-89-80

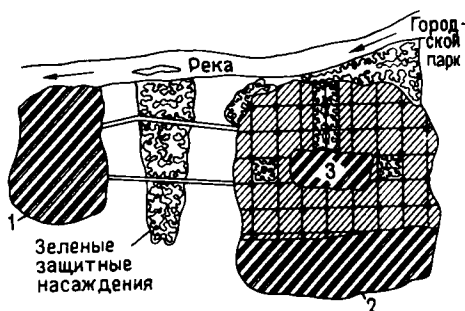


Рис. 17.2. Размещение промышленных узлов

1 — вне города; 2 — на периферии селитебной территории; 3 — в пределах города

¹ 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.

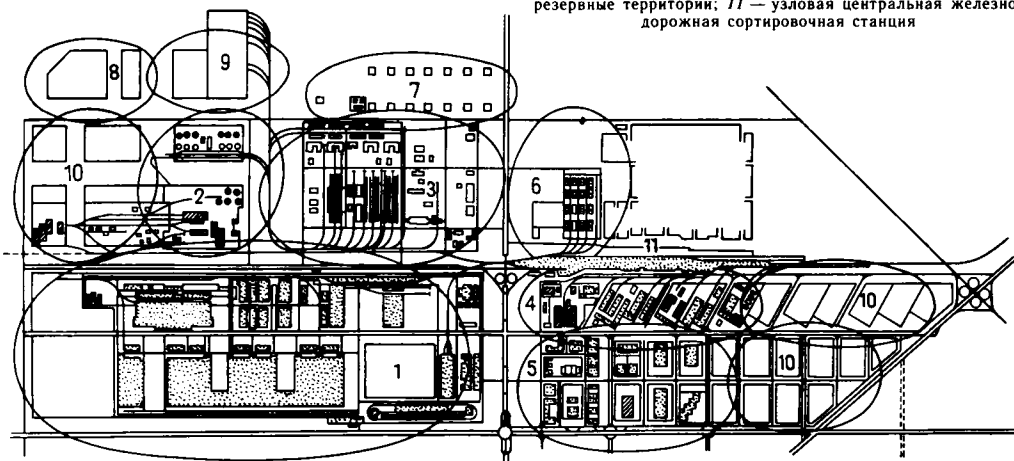


Рис. 17.1. Схема генерального плана промышленного узла автомобилестроения (Промстройпроект)

1 — автомобильный завод; 2 — ТЭЦ; 3 — строительная база; 4 — пищевые предприятия; 5 — транспортное хозяйство и базы коммунального обслуживания; 6 — районные электростанции и станция перекачки; 7 — водоразборная скважина; 8 — шламоаккумуляторы и шламоотстойники; 9 — мусороперерабатывающий и асфальтобетонный заводы; 10 — резервные территории; 11 — узловая центральная железнодорожная сортировочная станция

«Генеральные планы промышленных предприятий».

При размещении промышленных узлов учитывают организацию внешних производственных, транспортных и других связей с окружающими предприятиями и существующие инженерные сети, связи с селитебной территорией; расположение мест для отвалов, водоразборных и очистных сооружений; наличие транспортных, инженерных и других объектов, связанных с производственной деятельностью предприятий; перспективу развития отдельных предприятий и района в целом.

При проектировании промышленных узлов принимают во внимание природные особенности района строительства: температуру воздуха, преобладающее направление ветра, наличие вечномёрзлых грунтов и возможные изменения их режима, снеготаносимость, сейсмичность, наличие рек и водоемов, ценных сельскохозяйственных угодий и др.

Строительство промышленных предприятий или их групп не допускают на территориях, где находится залегание полезных ископаемых; имеются отвалы породы угольных и сланцевых шахт или обогатительных фабрик; обнаружены явления активного карста, зоны оползней, селевых потоков, снежных лавин; расположены зоны памятников истории архитектуры, искусств, археологии; проходят защитные зоны городов и т. п.

В городе могут быть размещены один или несколько промышленных районов.

Планировка промышленных районов может быть **ленточная** (вдоль селитебной территории) и **глубинная** (рис. 17.3) Ленточную планировку промышленного района применяют при расположении производственных предприятий, имеющих по санитарной классификации одинаковый или близкий класс, глубинную — при различном классе.

Промышленный район или территорию промышленного предприятия делят проездами и магистралями на кварталы. Объединение нескольких

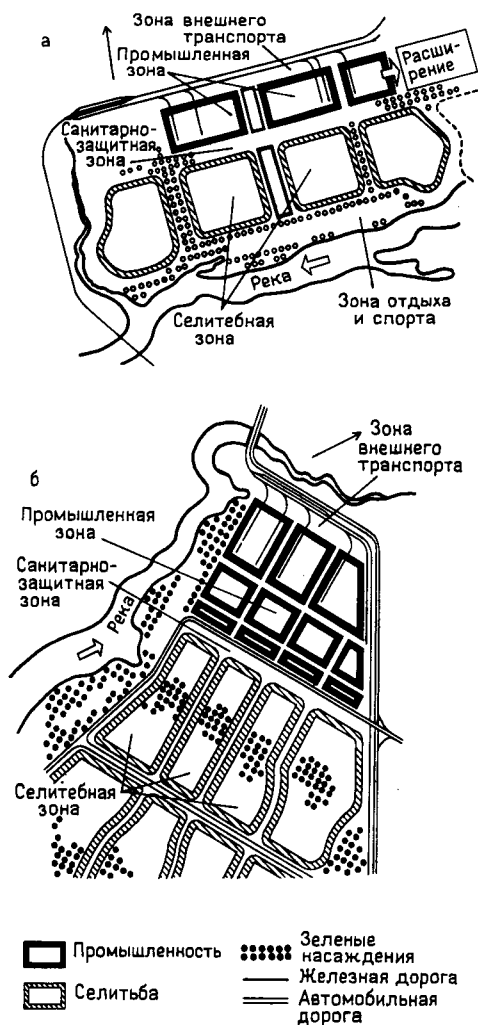


Рис. 17.3. Планировка промышленных районов
а — ленточная; б — глубинная

кварталов между продольными проездами образует **панель**, и застройку называют **квартально-панельной**. Объединение в блок кварталов промышленного предприятия с законченной частью технологического процесса позволяет создать 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 проекти-

руют промышленный район или промышленное предприятие. Например, в таких отраслях промышленности, как машиностроение и металлообработка, его принимают исходя из размеров унифицированных типовых панелей, т. е. равным 72 м, для отрасли химической и нефтехимической промышленности 100 м. Так, по данным ЦНИИпромзданий, размеры кварталов для нефтезаводов приняты 300×400 м, для объектов нефтехимии — 400×400 м. В связи с блокированием производства наметилась тенденция укрупнения кварталов в зависимости от местных условий до 10, 12, 16 и 20 га.

Промышленный район обычно имеет один или несколько общественных центров с радиусом обслуживания 1,5—2 км. В каждом центре располагают учреждения административного, культурно-бытового, научно-технического и спортивного обслуживания общерайонного значения.

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

При проектировании генеральных планов промышленных районов и отдельных предприятий большое внимание уделяют **зонированию** территории, которое осуществляют по производственному функциональному (технологическому) признаку.

Всю производственную территорию промышленного предприятия или района подразделяют на четыре зоны: первую — **предзаводскую**, включающую заводские вспомогательные здания, предназначенные для размещения администрации, медицинских учреждений, учебных помещений, помещений для общественных организаций и культурного обслуживания, лабораторий, научно-исследовательских подразделений; проходных, стоянок для пассажирского транспорта, предзаводские площади и др.; вторую — **производственную**, в которой сосредоточивают произ-

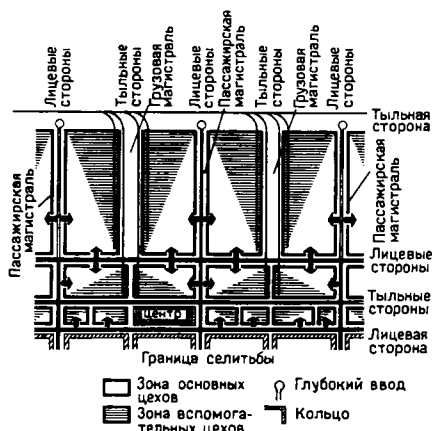


Рис. 17.4. Схема распределения людских и грузовых потоков на территории промышленного района

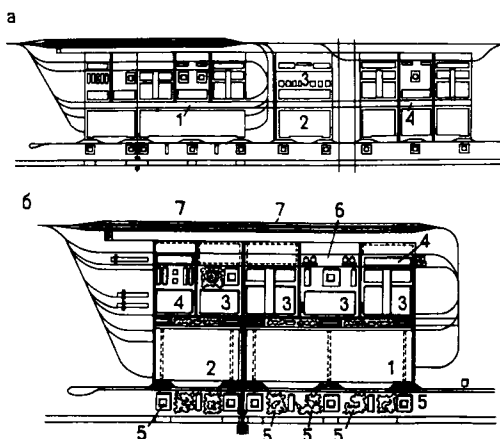


Рис. 17.5. Примеры решения генеральных планов

а — схема генерального плана промышленного района: 1 — вагоностроительный завод; 2 — ремонтно-механический завод; 3 — ТЭЦ; 4 — завод по переработке цветных металлов; 6 — схема генерального плана вагоностроительного завода, входящего в состав промышленного района: 1 — главный корпус; 2 — корпус вспомогательных цехов; 3 — подготовительные цехи; 4 — склады; 5 — объекты обслуживания работающих и управления производством; 6 — графины; 7 — сортировочная железнодорожная станция

водственные цехи основного и вспомогательного назначения; третью — **подсобную**, в которой располагают энергетические объекты, наземные и подземные инженерные коммуникации и т. п.; четвертую — **складскую**, в которой располагают здания для хранения материалов, полуфабрикатов и готовой продукции, а также транспортные здания и сооружения (гаражи, депо, сортировочные станции и т. д.).

При проектировании компоновку генерального плана предприятия осу-

ществляют так, чтобы связь между отдельными зонами соответствовала технологическому процессу, а производственный поток имел бы наименьшую протяженность без встречных и возвратных направлений.

На предприятии и между предприятием и селитебной территорией должны быть обеспечены рациональные производственные, транспортные и инженерные связи.

При зонировании территории промышленного предприятия большое внимание уделяют проблеме, связанной с передвижением людских и грузовых потоков (зонирование по степени трудоемкости цехов).

Для рабочих и служащих создают пассажирские и пешеходные пути сообщения, которые позволяют безопасно и с наименьшей затратой времени передвигаться по предприятию (рис. 17.4). Людские потоки должны быть изолированы от грузовых, путь следования как людей, так и грузов должен быть минимальным. Пересечения людских и грузовых потоков располагают на разных уровнях.

При проектировании генеральных планов промышленных предприятий и районов выработался определенный порядок расположения зон, при котором может быть достигнуто четкое разделение людских и грузовых потоков от селитебной территории: первая — предзаводская; вторая — производственная (основные и вспомогательные цехи); третья — складская; четвертая — подсобная.

Проводят также санитарное и противопожарное зонирование территории по степени вредности и пожарной опасности отдельных производств. В этих целях цехи группируют по количеству выделяемых вредностей, производственному шуму, взрыво- и огнеопасности.

Кроме **горизонтального зонирования** промышленных территорий осу-

ществляют и **вертикальное**. В последнем случае различают три зоны: **наземную** (пути передвижения людей и грузов), **надземную** (основные производственные цехи и другие здания) и **подземную** (склады и некоторые вспомогательные цехи).

При проектировании **генеральных планов** стремятся к компактности застройки, что главным образом обеспечивается блокированием производственных зданий. На перспективу с целью дальнейшего расширения и реконструкции предприятия оставляют резервные территории как на промышленной площадке, так и за ее пределами. При решении генерального плана промышленной территории учитывают очередность застройки и ввода в действие отдельных частей предприятия при условии архитектурной законченности каждого этапа строительства.

Плотность застройки промышленных площадок принимают в пределах, предусмотренных нормами; в зависимости от отрасли промышленности площадь застройки составляет 30—60% общей площади территории промышленного предприятия.

СНиП II-89-80 «Генеральные планы промышленных предприятий» регламентируют размещение зданий и сооружений, въездов, проездов, расстояния между зданиями и сооружениями, вертикальную планировку, благоустройство, озеленение и размещение инженерных сетей.

Проект генерального плана обосновывают соответствующими технико-экономическими показателями, по которым устанавливают эффективность использования площадки и принятых решений. Методика определения технико-экономических показателей рассмотрена в § 16. Примеры решения генеральных планов промышленного района и предприятия приведены на рис. 17.5.

Глава IV

Вспомогательные здания и помещения промышленных предприятий

§ 18. КЛАССИФИКАЦИЯ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ЗДАНИЙ И ПОМЕЩЕНИЙ

Забота об охране здоровья человека, условиях его труда, повышении мастерства и культурного уровня стала неотъемлемой чертой развитого социалистического образа жизни.

Качество культурно-бытового обслуживания на промышленных предприятиях в значительной степени влияет на формирование кадров предприятий, постоянство их состава, состояние здоровья работающих, их настроение и другие факторы, совокупность которых заметно повышает производительность труда рабочих и культуру производства. В вспомогательных зданиях промышленных предприятий обычно размещают следующие помещения: санитарно-бытового, культурного и спортивного, коммунально-бытового, административно-технического, торгового и технического обслуживания, а также здравоохранения, общественного питания, для профессионально-технического обучения и общественных организаций.

Система культурно-бытового обслуживания на промышленных предприятиях имеет четкую ступенчатую организацию.

I ступень охватывает **внутрицеховые помещения и устройства** повседневного местного обслуживания, которые наиболее приближены к рабочим местам и многократно используются в течение рабочего времени. К ним относятся уборные, курительные, питьевые устройства, торговые киоски и автоматы, помещения для отдыха, т. е. **объекты первичного систематического обслуживания** (радиус обслуживания 75—100 м).

II ступень обслуживания охватывает **цеховые и межцеховые** (на несколько цехов) **помещения и устройства**, которыми пользуются ежедневно в обеденный перерыв, а также до и после работы. Это гардеробные, душевые и

умывальные, столовые-догоотовочные и буфеты, фельдшерские здравпункты, помещения общественных организаций и др., т. е., **объекты повседневного обслуживания** (радиус обслуживания 300—400 м).

III ступень обслуживания охватывает **заводские или общезаводские** (на группу предприятий) **объекты и учреждения**. К ним относят общезаводские врачебные здравпункты, филиалы поликлиник, столовые — заготовочные, заводские спортивные залы и клубы, т. е. **объекты периодического обслуживания** (радиус обслуживания 800—1000 м).

IV ступень обслуживания охватывает **объекты районного значения**. Объекты этой ступени кооперируют с объектами обслуживания жилой зоны, а также с аналогичными учреждениями других промышленных предприятий, располагаемых в одном промышленном узле. К ним относятся заготовительные предприятия общественного питания, поликлиники, медико-санитарные части, Дворцы культуры, инженерные центры, АСУ производством и др., т. е., как правило, **объекты периодического или эпизодического обслуживания** (радиус обслуживания 1500—2000 м).

По назначению вспомогательные помещения подразделяют на следующие основные группы:

Санитарно-бытовые помещения могут быть **общие и специальные**. К общим относят: гардеробные, умывальные, уборные, курительные, помещения для кормления грудных детей и др. К специальным — душевые, помещения для стирки, химической чистки, сушки, обеспыливания, обезвреживания и ремонта специальной одежды и обуви; помещения и устройства для обогрева или охлаждения работающих; для расположения оборудования ножных ванн или полудушей; помещения с устройствами для питьевого водо-

снабжения, респираторные, кладовые для чистой и грязной одежды и др.

Предприятия общественного питания (общее, диетическое, а в необходимых случаях лечебно-профилактическое) предусматривают: столовые-заготовочные, столовые-догоотовочные, буфеты, комнаты приема пищи, а в отдельных случаях рестораны, кафе, закусочные, передвижные буфеты, помещения для размещения торговых автоматов, киоски и др.

Помещения для профессионально-технического обучения включают: учебные помещения для общеобразовательной подготовки (школы рабочей молодежи), учебные рабочие места, учебные участки, классы, помещения для производственного обучения (помещения для учебных занятий и здания для производственного обучения), помещения для специального технического образования (профессионально-технические училища, отделения вечерних техникумов и вузов).

Помещения здравоохранения: больницы (стационары), амбулатории, поликлиники, профилактории, здравпункты, ингалятории¹, фотарии², маникюрные³, помещения для личной гигиены женщин, помещения для ручных ванн, аптеки, санитарно-эпидемиологические станции, подстанции скорой помощи и др.

Помещения культурного и спортивного обслуживания: культурно-просветительные учреждения (красные уголки, библиотеки, кабинеты политического просвещения, музеи заводов, залы собраний, клубы, Дома и Дворцы куль-

туры); объекты для занятий спортом (площадки для спортивных игр и для занятий спортивной гимнастикой, стадионы, спортивные залы, спортивные центры, методические кабинеты по спортивно-массовой работе); помещения и места для кратковременного отдыха в рабочее время и в обеденный перерыв.

Коммунально-бытовые и торговые помещения включают: помещения комплексных приемных пунктов (химчистка, прачечная, ателье, ремонтные мастерские), комбинаты бытового обслуживания (парикмахерские, косметические кабинеты), столы заказов, гостиницы, общежития для приезжих. Помещения для выездных распродаж, пункты торговли на общественных началах (продажа книг в цехах), универсамы (магазины по продаже продовольственных и промышленных товаров повседневного спроса).

Помещения административно-технического назначения и общественных организаций включают: рабочие комнаты сотрудников различных служб, залы совещаний, кабинеты инженерно-технического персонала, секретариаты, машинописные бюро, выставочные помещения, помещения для творчества общественных изобретателей и рационализаторов, лаборатории, научно-технические библиотеки, научно-исследовательские институты и их филиалы. В состав помещений общественных организаций входят кабинеты и комнаты для партийной, комсомольской и профсоюзной организаций, редакций многотиражной газеты и радиовещания и др.

Помещения технического обслуживания включают: счетно-вычислительные станции, вычислительные центры, автоматические телефонные станции, радиоузлы, фотолаборатории, копировальные, архивы, а также помещения для устройств инженерного оборудования зданий: водопроводного и теплового вводов, бойлерной, приточных, вытяжных и вентиляционных камер и кондиционеров, помещения охраны предприятий, проходные, пожарные депо, газоспасательные станции.

По этажности вспомогательные

¹ Ингалятории — аэрозольные установки групповой ингаляции — устраивают при производственных процессах, связанных со значительными выделениями пыли или газов раздражающего действия.

² Фотарии — светолечебные кабинеты для группового облучения тепловыми и ультрафиолетовыми лучами. Устраивают в профилактических целях на промышленных предприятиях, где производственные помещения не имеют естественного освещения.

³ Маникюрные устраивают на предприятиях пищевой промышленности, а также на производствах, связанных с выпуском стерильных материалов.

здания подразделяют на одноэтажные и многоэтажные — не более девяти этажей. При определении числа этажей учитывают надземные этажи, включая технические, а также цокольный этаж, если верх его перекрытия выше планировочной отметки земли на 2 м и более.

Однако во всех случаях вспомогательные помещения различного назначения размещают в одном здании, если это не противоречит Строительным нормам и правилам и Санитарным нормам проектирования промышленных предприятий. Вспомогательные здания и помещения располагают в местах с наименьшим воздействием шума, вибрации и других вредных факторов, исходя из максимального приближения их к рабочим местам, при этом учитывают, что работающие не должны проходить через производственные помещения с вредными выделениями и взрывопожароопасными производствами категорий А, Б и с взрывоопасными производствами категорий Е, если они в этих помещениях не работают.

Вспомогательные здания проектируют, как правило, II класса с улучшенной отделкой и расчетным сроком службы 50—100 лет. Степень огнестойкости здания зависит от числа этажей и площади этажа между привопожарными стенами. Ее назначают согласно СНиП II-92-76 Вспомогательные здания и помещения промышленных предприятий.

Степень огнестойкости вспомогательных зданий, в которых размещены залы собраний, совещаний, столовых, зависит от вместимости зала и от этажа здания, на котором зал располагают, и принимают согласно тем же нормам.

Вспомогательные здания также подразделяют по времени их использования на объекты, используемые в течение рабочего дня, и объекты, используемые до или после рабочего дня.

По конструктивной схеме вспомогательные здания подразделяют на две группы — **каркасные** и **здания с несущими стенами**. Переход к строительству вспомогательных зданий с несущими стенами из крупных панелей

(с одновременным снижением высоты этажа с 3,3 м до 2,8 или 3 м) вместо каркасных дает существенный технико-экономический эффект.

Общая полезная площадь вспомогательных зданий и помещений составляет обычно 20—30% от общей полезной площади промышленного здания. Площадь обслуживающих помещений, приходящуюся на одного работающего по списочному составу, принимают равной 4 м².

Для предприятий обрабатывающих отраслей промышленности, для вспомогательных зданий, относящихся к I, II, III ступеням, площадь по видам бытового обслуживания распределяют в % на объекты: санитарно-бытового обслуживания — 65; общественного питания — 25; медицинского обслуживания — 2 и культурного обслуживания — 8.

Вспомогательные здания и помещения должны создавать оптимальные условия для осуществления тех функциональных процессов, для которых они предназначены. Это значит, что такие помещения должны быть удобными, в них должен быть создан надлежащий санитарно-гигиенический режим и проведен весь комплекс мероприятий в соответствии с требованиями, которые предъявляются к помещениям того или иного назначения.

Для инженерно-технического и вспомогательного персонала кроме соответствующих бытовых и санитарно-гигиенических удобств должны быть созданы наилучшие условия проведения работ, связанных с руководством и обеспечением производственного процесса (подготовкой, управлением, анализом и т. п.).

Создание во вспомогательных зданиях и помещениях условий для полноценного отдыха работающих во время перерывов и после окончания смены снижает их утомляемость, улучшает психологическое состояние, сохраняет здоровье и создает условия для повышения производительности труда.

При размещении общезаводских вспомогательных зданий на территории промышленного предприятия, используя принципы **блокирования** и

кооперирования, следует стремиться к образованию административных, научно-исследовательских, учебных и общественных центров. При этом улучшаются условия обслуживания, уменьшается дублирование помещений и снижается стоимость строительства.

Цеховые вспомогательные здания обычно располагают на основных магистралях предприятий с таким расчетом, чтобы они были максимально приближены к производственным цехам. Объемно-планировочное решение вспомогательных зданий и помещений должно быть четким и соответствовать протекающим в них функциональным процессам. Необходимый состав помещений, их размеры и оборудование определяют в зависимости от числа работающих и санитарно-гигиенических условий производственных процессов (см. СНиП II-92-76).

Проектирование вспомогательных зданий и помещений осуществляют с учетом климатических особенностей района строительства, санитарно-гигиенических, противопожарных и других перечисленных в § 4 требований. Вспомогательные здания или помещения должны иметь привлекательный облик, который следует достигать простыми, но выразительными средствами.

Необходимо учитывать также, что комплекс вспомогательных зданий существенно влияет на формирование архитектурной композиции всего промышленного предприятия, поэтому при проектировании должно быть обеспечено архитектурно-композиционное единство основных производственных и вспомогательных зданий. Наконец, объемно-планировочные и конструктивные решения вспомогательных зданий и помещений должны быть экономичными.

Вспомогательные помещения могут располагаться в отдельно стоящих зданиях, в специальных пристройках к производственным зданиям, т. е. «пристроенных вспомогательных зданиях», а также внутри производственного здания, т. е. быть «встроенными вспомогательными помещениями». Выбор того или иного решения зависит от санитарной характеристики техноло-

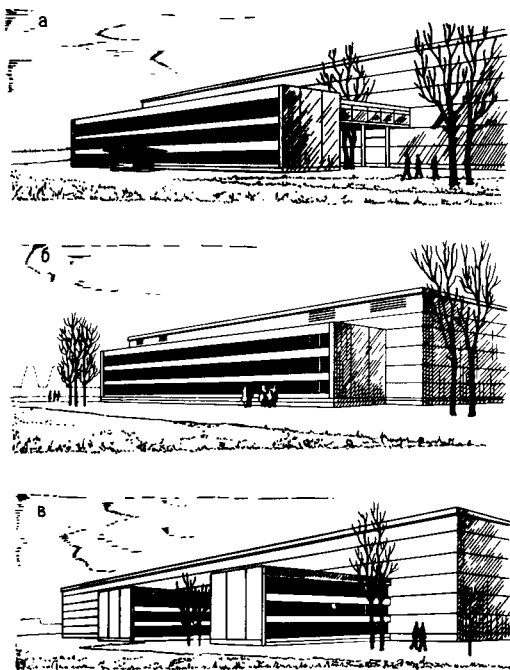


Рис. 18.1. Схемы расположения вспомогательных зданий относительно производственных цехов

а — отдельно стоящие; б — пристроенные продольной стороной; в — пристроенные торцевой стороной

гического процесса, размеров территории промышленного предприятия, числа работающих и других факторов.

Отдельно стоящие вспомогательные здания располагают близ обслуживаемых ими производственных зданий или сооружений (рис. 18.1, а). Связь между ними и с производственными помещениями осуществляют по подземным или надземным переходам или, если допустимо по условиям безопасности и санитарно-техническим требованиям, непосредственно по территории. Расстояния между отдельно стоящими вспомогательными и производственными зданиями назначают согласно нормам проектирования данной отрасли промышленности. Цеховые отдельно стоящие вспомогательные здания проектируют при горячих и других цехах, производственный режим которых, например по состоянию воздушной среды, по шуму, вредностям, требует надежной изоляции вспомогательных помещений.

Пристроенные вспомогательные здания располагают вдоль продольных

или торцевых стен производственного здания. Их можно пристраивать к ним продольной или торцевой стеной (рис. 18.1, б, в).

Расположение пристроенных вспомогательных зданий относительно производственного корпуса выбирают с таким расчетом, чтобы потоки работающих не мешали технологическому процессу и цеховому напольному транспорту и были наиболее короткими. Следует иметь в виду, что расположение пристроек торцевой или продольной стороной к торцу производственного здания позволяет направлять людские потоки вдоль пролетов к местам работы, а после окончания ее направлять в пристройку. В этом случае людские потоки не пересекают все пролеты или помещения цеха. Однако при этом, как правило, возрастает длина пути.

Пристроенное вспомогательное здание не должно, по возможности, ухудшать естественное освещение производственного здания и снижать его аэрационные возможности.

С этой точки зрения примыкание пристройки торцом к продольной или торцевой стене цеха позволяет минимально сократить световой и аэрационный фронт, но несколько увеличивает территорию предприятия.

Пристроенные вспомогательные здания наиболее часто применяют на предприятиях легкой промышленности, машиностроения, приборостроения и радиоэлектроники.

Сравнивая отдельно стоящие и пристроенные вспомогательные здания, можно отметить, что первые создают лучший санитарно-гигиенический режим, надежно изолирующий людей от влияния производственных вредностей, имеют более простое конструктивное решение и более компактную планировку. Отдельно стоящие вспомогательные здания предоставляют возможность реконструкции или расширения производственных зданий. Вместе с тем они повышают стоимость (за счет устройства перехода), создают менее плотную застройку территории и большую удаленность помещений от рабочих мест.

Встроенные вспомогательные по-

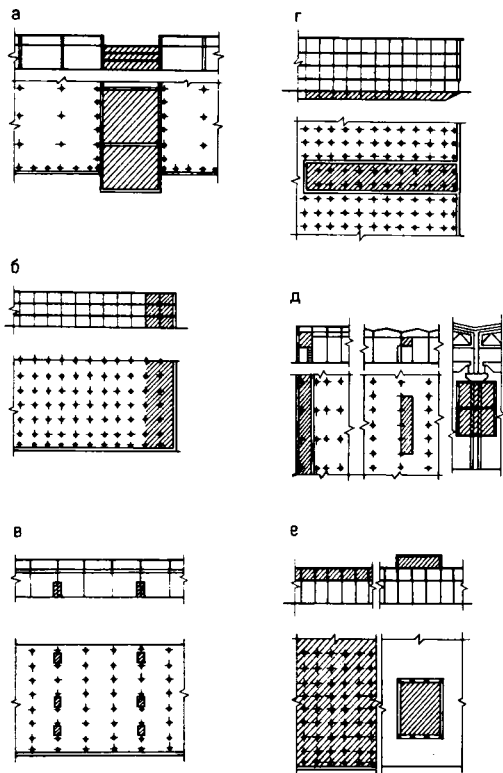


Рис. 18.2. Схемы расположения встроенных вспомогательных помещений

а — во вставках между цехами; б — в крайних пролетах цеха; в — на свободных площадках цехов (островное расположение); г — в подвале производственного здания, д — на антресолях в цехе; е — в межферменном пространстве и на покрытии цеха

мещения устраивают в производственных зданиях, объемно-планировочные и конструктивные решения, а также производственный режим которых допускают непосредственное размещение вспомогательных помещений вместе с цехами (приборостроительные и другие подобные предприятия).

Встроенные вспомогательные помещения размещают на выделенных для этой цели участках производственного здания, в цокольных этажах, на антресолях, в технических этажах многоэтажных зданий (в межферменном пространстве или на покрытии) (рис. 18.2). Встроенные вспомогательные помещения можно расположить близко к рабочим местам, что повышает удобства для работающих. Однако они усложняют планировку производственного здания, часто мешают модернизации технологических процессов.

ТАБЛИЦА 18.1. СОПОСТАВЛЕНИЕ ПО КАЧЕСТВУ
ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ РАЗЛИЧНОГО
ТИПА

Качество	Вспомогательные помещения		
	Отдель- но стоя- щие	Прист- роенные	Встро- енные
1. Сокращение расстояний до рабочих мест	—	±	+
2. Сокращение площади застройки	—	±	+
3. Изоляция от производственных вредностей	+	—	—
4. Условия для модернизации технологических процессов и расширения производства	+	±	—
5. Четкость объемно-планировочного и конструктивного решения (функциональное разделение работ конструкций)	+	±	±
6. Обеспечение наилучших условий естественного освещения, инсоляции, естественной вентиляции вспомогательных помещений	+	±	±

Примечание. знаки обозначают качество вспомогательных помещений при разном их решении: «+» обеспечивается; «±» частично обеспечивается; «—» не обеспечивается.

На производствах, технологический процесс которых сопровождается выделением значительного количества тепла, влаги, газов и других вредностей, а также на производствах пищевой промышленности или на предприятиях, требующих соблюдения особого санитарного режима, размещение вспомогательных помещений в производственных зданиях недопустимо. Однако такие помещения, как, например, цеховые туалеты, курительные и т. п., следует делать встроенными при любом характере производства.

В табл. 18.1 приведено сопоставление по качеству различного типа вспомогательных помещений. Из таблицы следует, что если нет жестких условий, препятствующих применению отдельно стоящих зданий, им следует отдавать предпочтение. Во всяком случае выбор типа вспомогательных помещений следует производить с учетом всех возможных факторов влияния. Так как к основным функциональным процессам вспомогательных зданий и поме-

щений относят бытовое, медицинское и культурное обслуживание, общественное питание, управление предприятием, работу общественных организаций и т. п., то возможно **функционально зонировать** объем и площадь вспомогательного здания или помещений.

Функциональное зонирование предполагает подразделение помещений на группы. При этом рационально решать распределение людских потоков, обеспечивать освещенность помещений естественным светом, выделяют вредные в санитарно-гигиеническом отношении помещения, производят компоновку помещений с одинаковым температурно-влажностным режимом.

На рис. 18.3 показано функциональное зонирование вспомогательного цехового здания. Объем здания расчленен на два этажа. На первом этаже расположены зоны помещений, которые посещают ежедневно и даже по нескольку раз в день все работающие в цехе. Поэтому в целях экономии времени предусмотрены наиболее короткие пути. Связь между зонами достигается при помощи коммуникационных помещений (вестибюля и коридоров.) Три лестничные клетки связывают первый этаж со вторым. На втором этаже размещены помещения, которые ежедневно посещают меньшее число людей.

Состав вспомогательных помещений зависит от ряда факторов и в том числе от числа работающих на производстве, которых подразделяют на следующие категории: рабочие производственные и вспомогательные, инженерно-технический состав, счетно-конторско-хозяйственный и младший обслуживающий персонал.

Численность производственных и вспомогательных рабочих, инженерно-технического и другого персонала, в свою очередь, зависит от характера производства, его автоматизации и других факторов и определяется согласно технологическим нормам данного вида производства.

Для проектирования вспомогательных помещений необходимо установить списочное число работающих во всех сменах и так называемое явочное

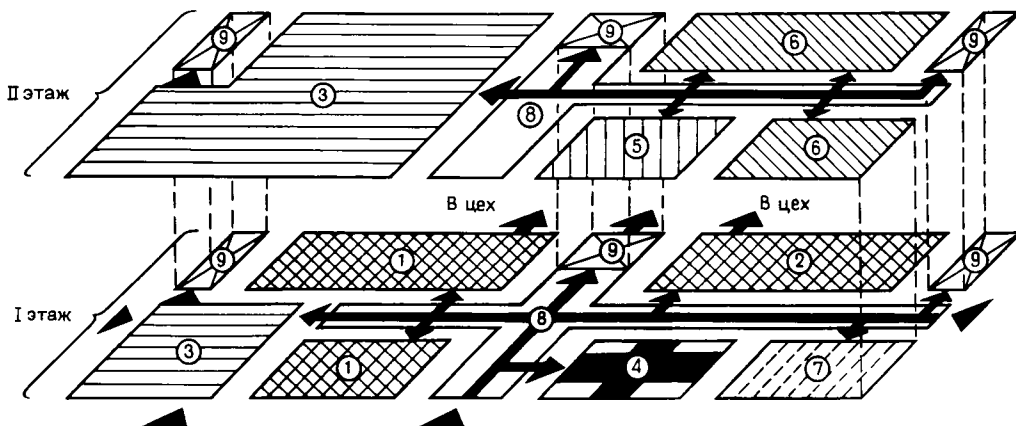


Рис. 18.3. Схема функционального зонирования вспомогательного здания, пристроенного к цеху

1 — мужские бытовые помещения; 2 — женские бытовые помещения; 3 — столовая; 4 — медицинский пункт; 5 — помещения для инженерно-технического персонала; 6 — помещения для конструкторских бюро, учебных занятий и общественных организаций; 7 — помещения культурного обслуживания; 8 — вестибюль, холл 2-го этажа и коридоры; 9 — лестницы

число работающих в наибольшей смене. По списочному числу определяют общую площадь помещений, количество гардеробного оборудования и пр., а по явочному — число посадочных мест в столовых, число уборных, душевых, площади помещений общественных организаций и т. п.

Одновременно при составлении функциональной схемы вспомогательного здания или помещений намечают его объемно-планировочную и конструктивную схемы. Задача проектировщика — найти такое объемно-планировочное и конструктивное решение, которое наилучшим образом отвечало бы функциональным, техническим, архитектурным и экономическим требованиям. Должны быть также установлены функциональные взаимосвязи между помещениями, образующими зону. Так, например, состав бытовых помещений определяют в зависимости от санитарной характеристики производственных процессов, протекающих в промышленном здании.

Согласно СНиП II-92-76 на проектирование вспомогательных зданий производственные процессы по санитарным характеристикам подразделяют на четыре группы:

групп I подразделена на три подгруппы: а, б, в — характеризует произ-

водственные процессы, протекающие при нормальных условиях и при отсутствии вредных газов;

группа II в составе пяти подгрупп: а, б, в, г, д — характеризует производственные процессы, протекающие при неблагоприятных метеорологических условиях, или процессы, связанные с выделением пыли или с напряженной физической работой;

группа III, имеющая четыре подгруппы: а, б, в, г — характеризует производственные процессы, протекающие с резко выраженными факторами вредностей и с загрязнением рабочей одежды;

группа IV с тремя подгруппами: а, б, в — характеризует производственные процессы, требующие особого режима для обеспечения качества продукции.

Обычно гардеробные, душевые и умывальные объединяют в так называемые «гардеробные блоки». Гардеробные предназначены для хранения уличной, домашней и специальной одежды. При производственных процессах групп I, II а — гардеробные блоки устраивают общими для всех видов одежды, а для остальных — отдельными для каждой из этих групп (рис. 18.4). При производственных процессах групп II (за исключением II а), III и IV предусматривают отдельные гардеробные для специальной одежды. Гардеробные специальной одежды при производственных процессах групп II г (при числе работающих в наиболее многочисленной смене более 30), III а,

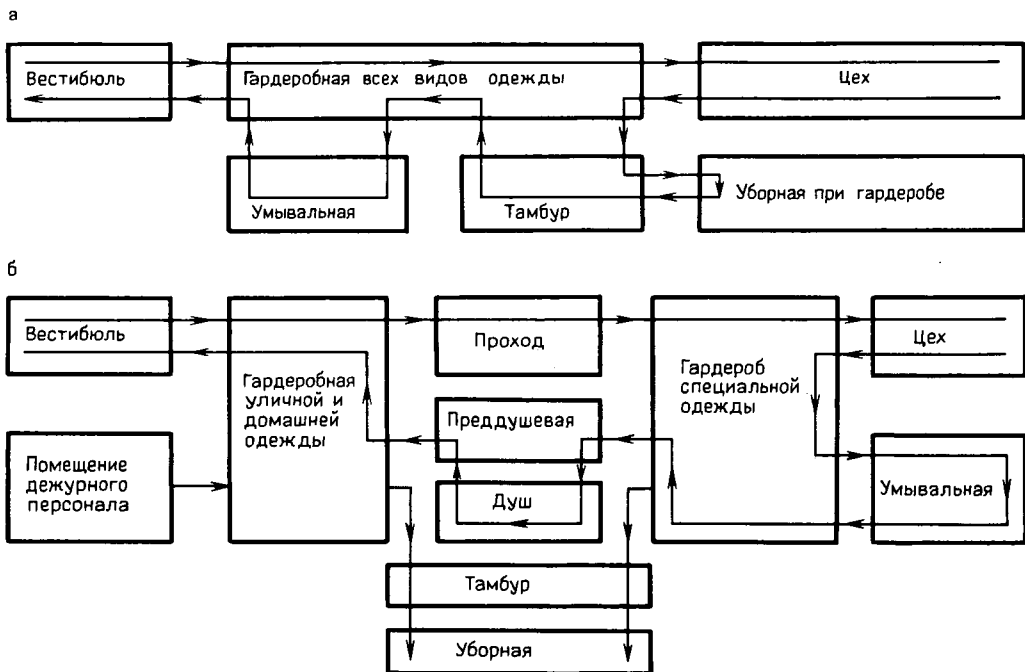


Рис. 18.4. Функциональные схемы взаимосвязи бытовых помещений
а — с общим гардеробом; б — с раздельным гардеробом

III б, III г и IV б должны быть отдельными для каждой из указанных групп. Гардеробные уличной, а также уличной и домашней одежды во всех случаях могут быть общими для всех групп производственных процессов. Отдельные гардеробные для специальной одежды предусматривают также при производственных процессах группы I в, если по условиям работы возникает необходимость в полном (включая белье) переодевании. Общие гардеробные для всех видов одежды предусматривают при производственных процессах групп II, III б и IV, если по условиям работы не возникает необходимости в полном (включая белье) переодевании.

Умывальную располагают смежно с гардеробными специальной одежды, общими гардеробными или на предусматриваемой для этой цели площади в указанных гардеробах. Душевые размещают смежно с гардеробными. При душевых предусматривают преддушевые, которые предназначены для вытирания тела, а при душевых в гарде-

робных для совместного хранения всех видов одежды — также и места для переодевания. В этом случае, когда гардеробные уличной и домашней одежды и гардеробные специальной одежды располагают в отдельных помещениях, между ними располагают душевые и преддушевые помещения. Рабочие, идущие на работу, проходят из гардероба уличной и домашней одежды в гардероб специальной одежды через проход, минуя преддушевую; при возвращении с работы они проходят через преддушевую и душевую.

Для производственных процессов групп II и III возникает потребность в отдельных бытовых помещениях, связанных с сушкой специальной одежды, ее обеспыливанием, хранением чистого и грязного белья, респираторов и др.

Таким образом, при проектировании гардеробных блоков основой планировочного решения должно быть четкое разделение людских потоков, идущих на работу и с работы, возможное сокращение контактов между людьми, проходящими разные этапы обслуживания (одетыми и раздетыми, прошедшими и не прошедшими душевую и пр.). Кроме того, необходимо стре-

миться к предельно компактным решениям (например, чтобы раздетый человек проходил предельно короткие расстояния или чтобы сократить длину трубопроводов и т. п.). Целесообразно также предусматривать возможность трансформации на случай изменения первоначального соотношения работающих женщин и мужчин.

Основная задача при решении отдельных бытовых помещений — создание таких условий для работающего, которые позволяют в удобной обстановке подготовиться к трудовой деятельности, принять пищу в обеденный перерыв, отдохнуть, привести себя и свою специальную одежду после смены в порядок.

Решая функциональный процесс для отдельного помещения, нужно знать численность работающих и оборудования, площадь, занимаемую одним человеком и комплектом оборудования, а также площади, необходимые для проходов. Кроме того, необходимо обеспечить целесообразную и экономичную компоновку этого оборудования в помещении, а также продумать решение взаимосвязи функционального процесса, происходящего в рассматриваемом помещении, с общим функциональным процессом, характерным для данной зоны помещений.

После разработки функциональных процессов в отдельных помещениях и между помещениями, образующими зону, можно составить функциональную схему взаимосвязи помещений всего вспомогательного здания, которая будет служить основой для объемно-планировочного, конструктивного и архитектурно-художественного решения здания.

§ 19. ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ И КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ЗДАНИЙ И ПОМЕЩЕНИЙ И ИХ ОБОРУДОВАНИЕ

Объемно-планировочные решения вспомогательных зданий, как правило, разрабатывают на основе унифицированных габаритных схем или типовых планировочных элементов (рис. 19.1).

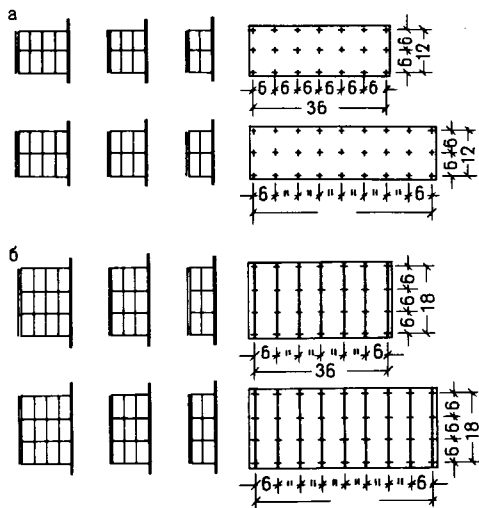


Рис. 19.1. Габаритные схемы вспомогательных зданий
а — каркасных; б — с несущими поперечными стенами из крупных панелей

Унифицированные габаритные схемы чаще всего имеют ширину 12 (для пристроенных) или 18 м (для отдельно стоящих) зданий, при длине 36, 48, 60 м и числе этажей два—четыре.

Нормативная высота этажей вспомогательных зданий в зависимости от назначения помещений может быть 3; 3,3; 3,6; 4,2; 4,8 м.

Высоту этажа 3,6 или 4,2 м принимают, если не менее 60% его площади предназначено для размещения залов столовых, собраний и совещаний площадью более 300 м² или помещений, увеличение высоты которых обусловлено габаритами размещаемого оборудования. Высоту залов собраний или залов совещаний, при которых предусмотрены киноаппаратные, принимают в соответствии с нормами проектирования клубов.

Для ряда вспомогательных зданий (например, административных) целесообразно применение ширины 15 м ($6 + 3 + 6 = 15$ м), а для некоторых и до 24, 36 м и более, что значительно повышает гибкость планировки.

Для небольших зданий административно-технического или бытового обслуживания, как показали исследования, проводимые в ЦНИИПромзданий, более экономично применять конструктивную схему вспомога-

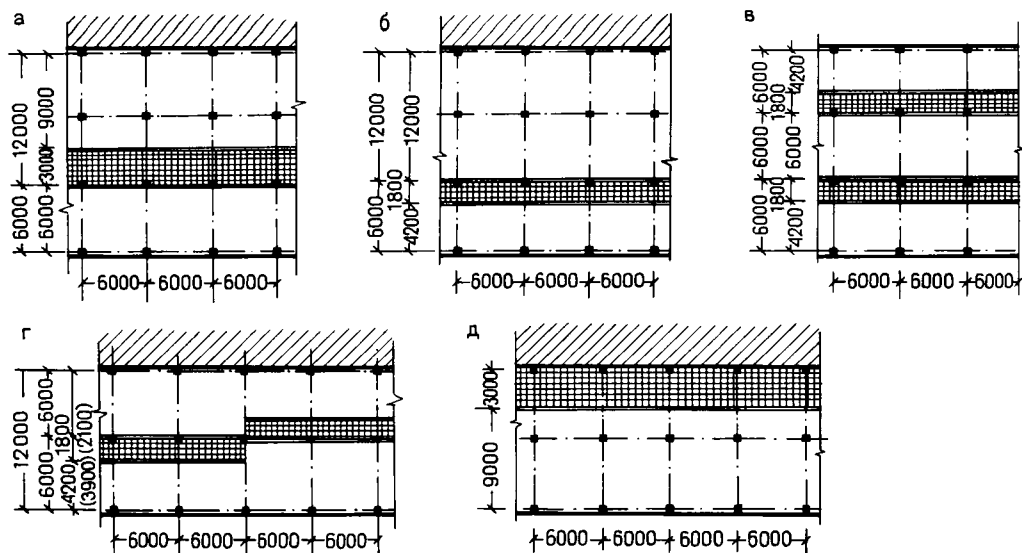


Рис. 19.2. Схемы расположения коридоров и проходов во вспомогательных зданиях

а, б, в — пристроенных и отдельно стоящих; г — отдельно стоящих; д — пристроенных

ного здания с несущими продольными и поперечными стенами из крупных панелей, которые применяют в гражданском строительстве, благодаря чему возможно получить разнообразные решения фасадов.

Для бытовых помещений планировочные элементы даются в пределах одного шага колонн, а для столовых, здравпунктов, проходных и других подсобных помещений — в виде законченного планировочного комплекса.

Вспомогательные здания имеют бескоридорную (зальную) или коридорную систему планировки. В отдельно стоящих зданиях зальной системы планировки вспомогательные помещения, требующие естественного освещения, располагают на всей ширине здания, в пристроенных зданиях — максимально на 2/3 его ширины.

Ширину коридоров и проходов в вспомогательных зданиях целесообразно назначать, пользуясь расчетом вынужденной эвакуации, учитывающей число людей, пользующихся этими помещениями. Однако ширина коридоров и проходов не может быть соответственно меньше 1,4 и 1 м (рис. 19.2).

Согласно СНиП II-92-76 число выходов из вспомогательных зданий по условиям эвакуации должно быть не менее двух. В качестве второго эвакуационного выхода может быть использована наружная пожарная лестница. Однако эту возможность регламентируют нормами в зависимости от степени огнестойкости здания, его этажности и числа подлежащих эвакуации людей. Расстояние от двери наиболее удаленного помещения (кроме уборных, умывальных, курительных, душевых и т. п.) до ближайшего выхода наружу или ближайшей лестничной клетки устанавливают в зависимости от степени огнестойкости зданий. Для помещений, расположенных между лестничными клетками или выходами наружу, оно составляет 20—50 м, а для помещений с выходом в тупиковый коридор 10—25 м*.

На рис. 19.3 показано размещение лестничных клеток во вспомогательном здании у торцевой стены и в середине здания. Удобства для работаю-

* Исследованиями МИСИ, посвященными вопросу об эвакуации людей из вспомогательных помещений, установлено, что расстояние от наиболее удаленного гардеробного шкафа до выхода из помещения должно быть лимитировано, так как времени на движение по помещению на этом этаже затрачивается больше, чем от двери помещения до эвакуационного выхода.

щих и четкость в объемно-планировочных решениях вспомогательных зданий достигают за счет функционального зонирования отдельных групп помещений по ширине, длине и высоте здания. Помещения, которые посещаются работающими особенно часто, например гардеробно-душевой блок, столовая, культурно-массовые помещения, целесообразно размещать с таким расчетом, чтобы подходы к ним были наиболее простыми и короткими.

Вместе с тем не следует забывать об условиях, определяемых характером функционального процесса каждой группы помещений. Например, столовую желательно разместить близ перехода во вспомогательное здание, и, кроме того, обеспечить удобную доставку продуктов или полуфабрикатов. Поэтому желательное размещение столовой — первый этаж или выше, но с подъемами для продуктов. Здравпункт целесообразно размещать на первом этаже.

Культурно-массовые помещения желательно разместить также близ перехода и близ столовой, чтобы их было легко использовать в обеденный перерыв. Гардеробно-душевой блок помещений при небольшом числе работающих размещают близ цеха, обычно на первом этаже.

При большой численности рабочих бытовые помещения возможно располагать на первом и на втором этаже. В этом случае принимают специальную планировку (рис. 19.4). Каждую секцию рассчитывают на определенное число людей с соответствующим необходимым санитарно-техническим оборудованием. При размещении секций на разных этажах душевые, умывальные, уборные располагают по одним вертикалям.

В многоэтажных производственных зданиях в целях максимального приближения бытовых помещений к производственным возможно их поэтажное расположение. Такой прием применяют в пристраиваемых вспомогательных зданиях и при встроенных вспомогательных помещениях.

Применение типовых секций позво-

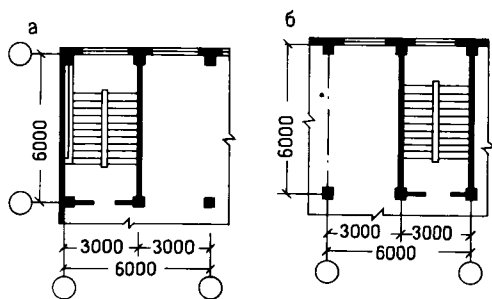


Рис. 19.3. Размещение лестничных клеток во вспомога-
тельном здании.

a — в торце; *b* — в средней части

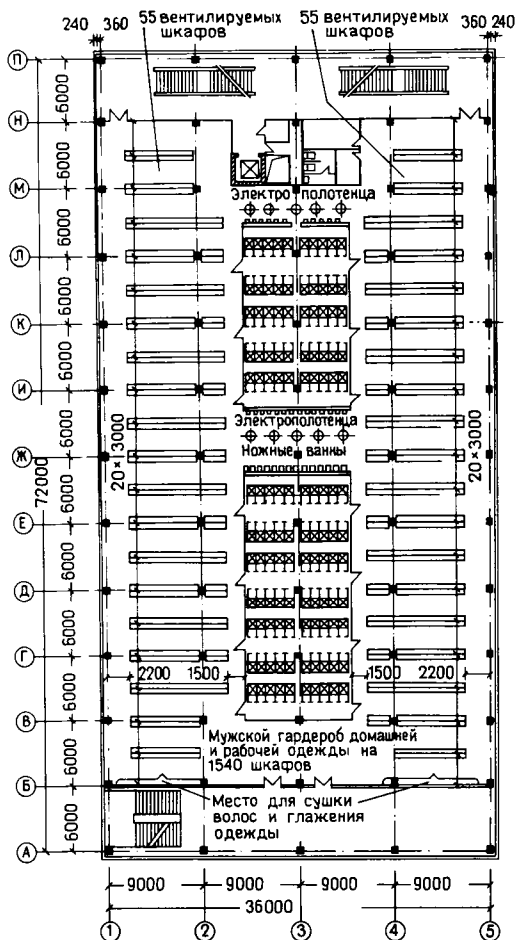


Рис. 19.4. Секционная планировка бытовых помещений
(Камский автомобильный завод)

ляет решить здание с минимальным числом типоразмеров конструкций, сократить сроки, стоимость проектирования и строительства.

За последние годы как в СССР,

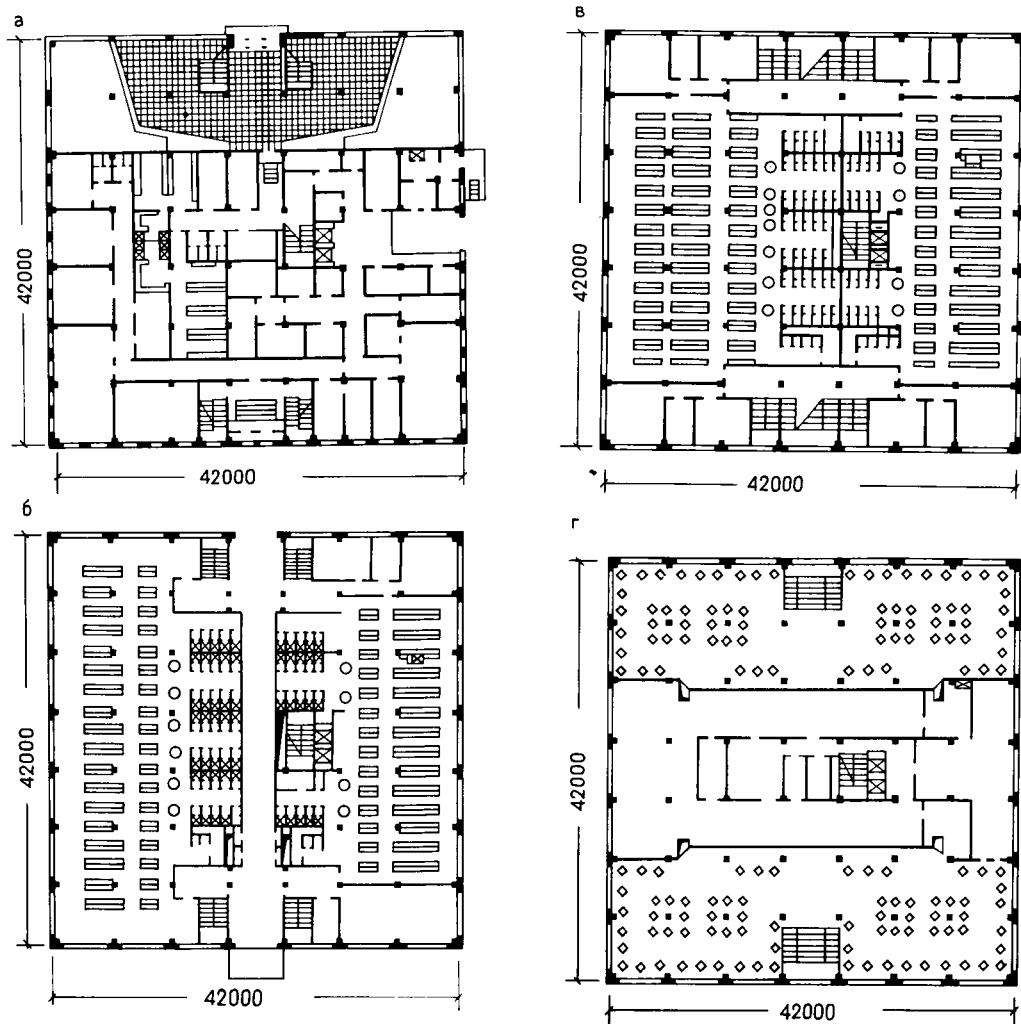


Рис. 19.5. Административно-бытовой корпус Московского завода малолитражных автомобилей им. Ленинского комсомола

а—г — планы соответственно первого — четвертого этажей

так и за рубежом проектируют вспомогательные здания большой ширины, что дает определенный технико-экономический эффект (рис. 19.5). Зная общую объемно-планировочную структуру вспомогательных зданий, рассмотрим планировочные решения отдельных групп помещений.

Гардеробные устраивают для хранения уличной, домашней и специальной одежды. Они занимают часто наибольший объем в составе бытовых помещений. Площадь гардеробных определяют в зависимости от санитарной характеристики технологиче-

ского процесса, требуемого способа хранения одежды, вида оборудования, числа смен и состава работающих (мужчин и женщин).

Санитарная характеристика технологического процесса обуславливает способ хранения одежды, определяемый строительными нормами и правилами на проектирование вспомогательных зданий и помещений. Различают следующие два основных способа: а) **раздельный** — для каждого вида одежды в отдельных помещениях; б) **совмещенный** в одном помещении. Первый применяют в тех случаях, когда производство требует особого режима по чистоте с целью обеспечения качества продукции или когда производство сопровождается загрязнением рабочей одежды, выделением

вредных или сильно пахнущих веществ, т. е. в тех случаях, когда совместное хранение домашней и специальной одежды в одном помещении невозможно.

Хранение одежды может быть открытое на вешалках, закрытое в индивидуальных шкафах, смешанным способом; например, уличная — открыто, домашняя и специальная — закрыто. Следует иметь в виду, что открытое хранение требует меньшей площади, и, следовательно, дает сокращение единовременных затрат на строительство здания, но при этом эксплуатационные расходы сильно возрастают на содержание персонала, обслуживающего гардероб.

Размеры одинарных и двойных вешалок показаны на рис. 19.6. Размеры шкафов для хранения одежды принимают по ГОСТу 22414—77 «Шкафы металлические для хранения одежды в санитарно-бытовых помещениях промышленных предприятий. Общие технические условия»; по ГОСТу 22415—77. «Шкафы деревянные для хранения одежды в санитарно-бытовых помещениях промышленных предприятий. Общие технические условия». (рис. 19.7, а). Шкафы изготовляют односторонними или двухсторонними (с общей задней стенкой), первых трех типов: открытые (без дверки); запираемые и запираемые вентилируемые. Вторые изготовляют двух типов: открытые (без дверки); запираемые (с дверкой и замком). Размеры отделений шкафов (в осях) приняты: глубина 500 мм, высота 1650 мм, ширина 200, 250, 330 и 400 мм, число отделений в шкафу 2, 3, 4, 5. Ширину шкафов назначают в зависимости от группы производственных процессов, вида одежды и их сочетания при хранении по таблице № 5 СНиП II-92-76.

Материал, из которого изготовляют шкафы, должен быть влагостойким. Поэтому их делают из металла, пластмассы, алюминиевых сплавов или из дерева с влагостойкой отделкой. На рис. 19.7, б показано планировочное решение участка плана гардеробной, оборудованной шкафами. В

гардеробных, за исключением гардеробных при производствах с процессами группы Ia, предусматривают скамьи шириной 250 мм, располагаемые у шкафов по всей длине их рядов (рис. 19.7, в). В гардеробных при производствах с процессами групп Ib и IIa скамьи располагают по одной из сторон проходов между шкафами, в остальных случаях — по обеим сторонам проходов. Расстояние между лицевыми поверхностями шкафов принимают: 2 м — при расположении скамей по обеим сторонам проходов; 1,4 м — при расположении скамей только по одной из сторон проходов; 1 м — в гардеробных без скамей.

При оборудовании гардеробных вешалками длину их определяют из расчета 8 плечиков или 6 крючков на 1 м вешалки, а в климатических подрайонах IA, IB и ID — 6 плечиков или 4 крючка на 1 м вешалки. Расстояние между осями рядов вешалок принимают для вешалок со штангами для плечиков (при двухстороннем расположении относительно осей вешалок): 2 м — при обслуживании; 2,4 м — при самообслуживании; для вешалок с крючками: 1,2 м — при обслуживании; 1,5 м — при самообслуживании. Для хранения чистой и загрязненной специальной одежды при гардеробных предусматривают отдельные кладовые, каждая не менее 3 м², из расчета 1,5% площади гардеробной специальной одежды или общей гардеробной.

Умывальные обычно размещают в отдельных, смежных с гардеробными помещениях (рис. 19.8, а) или непосредственно в помещениях гардеробных (рис. 19.8, б). Последний прием в настоящее время преобладает как создающий наибольшие удобства. При этом 40% умывальников можно располагать в производственных цехах, близ рабочих мест. Для административно-канторского персонала умывальники устанавливают в шлюзах при уборных. Применяют индивидуальные, групповые вытянутые лотковые или круглые умывальники. Последние имеют диаметры 0,9 и 1,4 м соответственно на 5 и 10 одновременно моющихся.

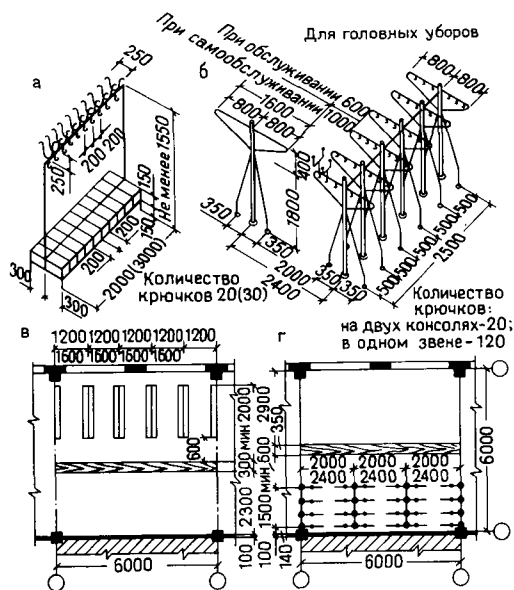
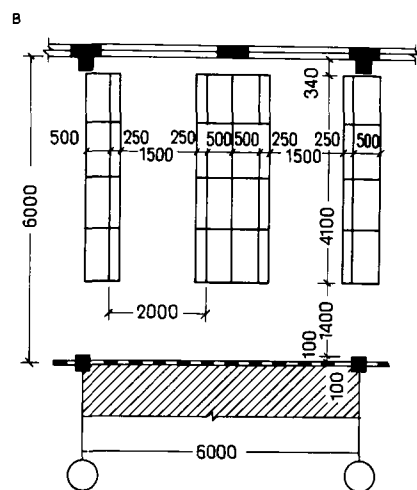
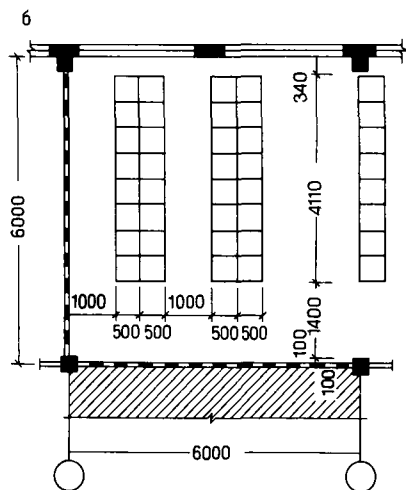
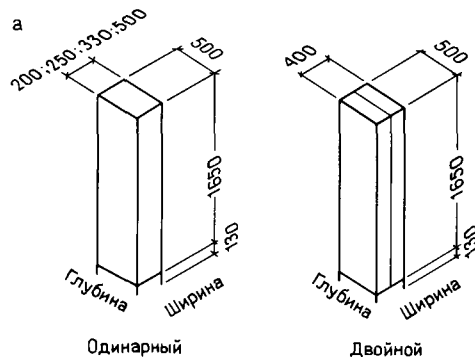


Рис. 19.6. Гардеробные, оборудованные открытыми вешалками

а — одинарная вешалка с гнездами для галosh; *б* — вешалка консольного типа, фрагменты плана, *в* — гардеробная с одинарными вешалками, *г* — гардеробная с вешалками консольного типа

Рис. 19.7. Гардеробные, оборудованные шкафами

а — типы шкафов; *б* — фрагмент плана гардеробной без скамьей; *в* — фрагмент плана гардеробной со скамьями; *г* — интерьер гардеробной в корпусе вспомогательных цехов Волжского автомобильного завода



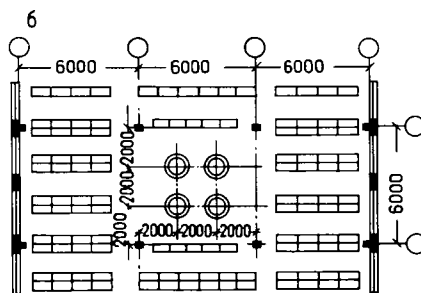
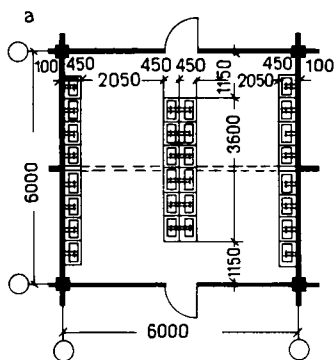


Рис. 19.8. Умывальные
а — планировка умывальных комнат; б — расположение
круглых умывальников в гардеробной

Число кранов определяют в зависимости от характера технологического процесса и числа работающих в наиболее многочисленной смене (см. СНиП II-92-76). При этом число кранов в столовых и уборных не учитывают. Расстояния между кранами принимают не менее 0,65 м. Ширина прохода между рядами умывальников должна быть 2 м и одним рядом умывальников и вертикальными ограждающими конструкциями не менее 1,5 м; при круглых умывальниках соответственно не менее 1,2 и 0,9 м.

Душевые в зависимости от санитарной характеристики технологических процессов устраивают с преддушевыми помещениями (рис. 19.9) типа «санитарного пропуска» (рис. 19.10), предусматривающего обязательный проход через душевую и даже под душем. Последние устраивают в том случае, когда технологический процесс сопровождается выделением вредных для здоровья веществ либо требует особого санитарного режима. В зависимости от санитарных требований душевые могут быть объединены с другими обслуживаемыми помещениями (санузлами, гардеробами и пр.) в так называемые гардеробно-душевые блоки. Обычно душевые размещают в смежных помещениях с гардеробами (между гардеробами специальной и домашней одежды).

Число душевых сеток в помещении душевой устанавливают в зависимости от характера технологического процесса и числа работающих в наиболее многочисленную смену (см. СНиП II-

92-76). Однако в одном помещении душевой может быть установлено не более 30 душевых сеток. На рис. 19.9, а показаны габариты душевой кабины на одну сетку. Возможна установка групповых кабин на четыре душевые сетки (рис. 19.9, б). Применяют также кабины с индивидуальными местами для переодевания (10% по отношению к общему числу душей). Эти кабины необходимы для лиц, имеющих физические недостатки.

На некоторых крупных промышленных предприятиях, построенных в последние годы, все души оборудованы индивидуальными местами для переодевания. Для некоторых категорий работающих предусматривают устройство специальных ванн для рук или для ног.

Ширину проходов в душевых принимают из расчета свободного прохода людей так, чтобы не задевать друг друга, и на необходимом удалении от кабин, например, проход между рядами душевых кабин принимают 2 м — при числе кабин в ряду более 6 и 1,5 м — при числе кабин в ряду 6 и менее, а ширину прохода между рядом кабин и стеной или перегородкой принимают: 1,5 м при числе кабин в ряду более 6 и 1 м при числе кабин в ряду 6 и менее. Преддушевые оборудуют скамьями шириной 0,3 м и длиной на одно место 0,4 м при расстоянии между рядами скамей не менее 1 м.

Санитарные узлы (уборные) располагают как в комплексе бытовых помещений, так и непосредственно в цехах с таким расчетом, чтобы рас-

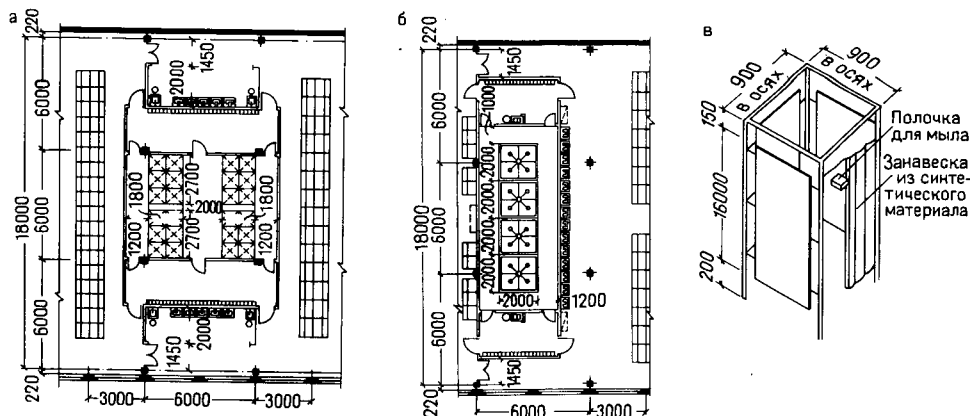


Рис. 19.9. Душевые

а — планировка душевых с кабинами на одну сетку; б — планировка душевых с групповыми кабинами; в — габариты кабины на одну сетку

стояние от самых удаленных рабочих мест не превышало 75 м, а от рабочих мест на площадке предприятия не более 150 м. В многоэтажных производственных зданиях санитарные узлы располагают на каждом этаже. Если на двух смежных этажах число рабочих мест не превышает тридцати, то устраивают санитарные узлы через этаж.

Санитарный узел состоит из тамбура (шлюза), в котором устанавливают умывальники¹, и помещения уборной, в котором располагают кабины с напольными чашами или унитазами, а в мужских уборных еще и писсуары² (рис. 19.11). Расчет проводят по наиболее многочисленной смене. В одной уборной обычно располагают не более 16 напольных чаш или унитазов и писсуаров. Писсуары применяют настенные индивидуальные или лотковые из расчета 0,6 м на одного пользующегося.

Размеры проходов между двумя рядами кабин и писсуаров принимают равными 2 м при числе кабин или писсуаров в ряду шесть и более, 1,5 м при меньшем числе. Ширину прохода между рядом кабин или писсуаров и сте-

ной или перегородкой принимают 1,3 м.

В отдельно стоящих и пристроенных вспомогательных зданиях санитарные узлы, обслуживающие производственные помещения, располагают на первом этаже. Если вспомогательное здание многоэтажное, санитарные узлы располагают поэтажно по одной вертикали. В случае размещения санитарных узлов непосредственно в объеме одноэтажного производственного здания их располагают в выгороженных и закрытых помещениях на уровне первого этажа, на антресолях или в подвале. В многоэтажных промышленных зданиях санитарные узлы чаще всего располагают у лестничных клеток.

Помещения для личной гигиены женщин устраивают в том случае, когда число работающих женщин в наиболее многочисленной смене составляет 15 и более человек (рис. 19.12). Обычно эти помещения располагают в женских уборных или смежно с ними. Однако правильнее располагать их в комплексе с здравпунктом. В помещениях для личной гигиены женщин предусматривают места для раздевания (из расчета $0,7 \text{ м}^2$ на одного человека в наиболее многочисленной смене, но не менее 4 м^2), а также индивидуальные кабины для процедур, оборудованные гигиеническими душами размером $1,8 \times 1,2 \text{ м}$. Число кабин принимают из расчета одна кабина на каждые 100 женщин, работающих в наиболее многочисленной смене.

Здравпункты относят к основной первичной обязательной форме меди-

¹ Один умывальник на четыре кабины, а при меньшем числе кабин один умывальник на уборную.

² Один унитаз (или напольная чаша), писсуар, т. е. один санитарный прибор на 15 чел.

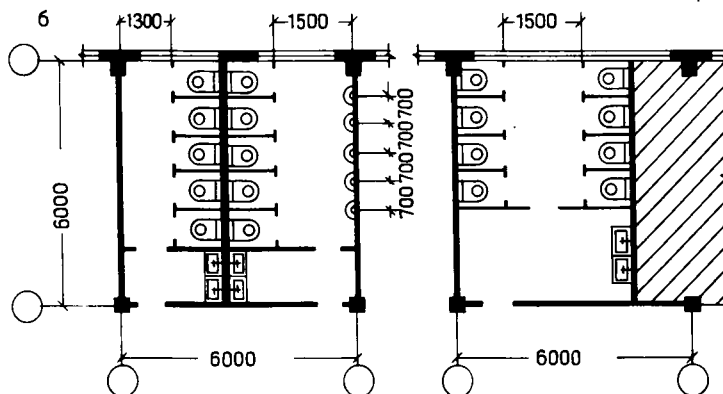
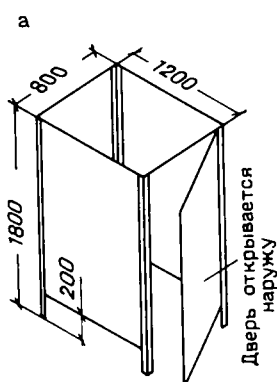
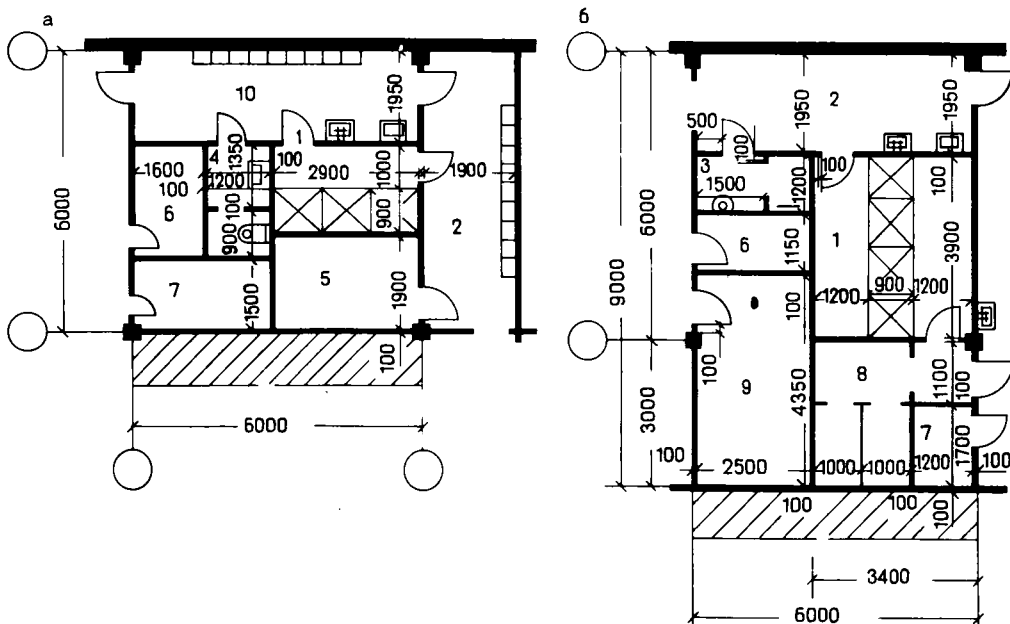


Рис. 19.10. Санитарные пропускники

а — с проходом через душевую; б — с проходом под душем.
1 — душевая; 2 — преддушевая; 3 — мужской санитарный узел; 4 — женский санитарный узел; 5 — кладовая грязного белья; 6 — кладовая чистого белья; 7 — служебное помещение; 8 — сушка и обеспыливание одежды; 9 — маникюрная; 10 — умывальная

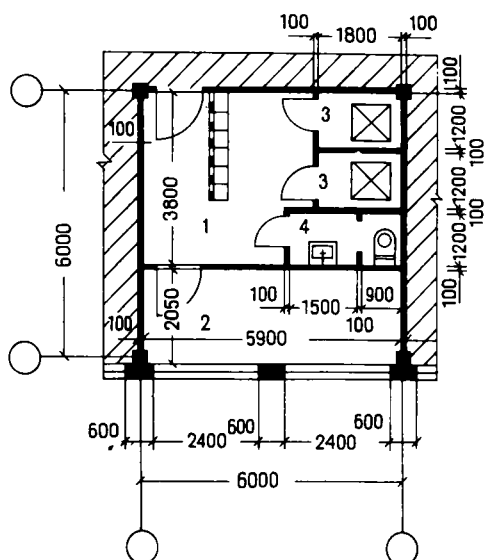


Рис. 19.11. Санитарные узлы

а — габариты кабины; б — планировочные решения

19,10
19,11
19,12

Рис. 19.12. Помещения для личной гигиены женщин

1 — приемная; 2 — комната отдыха; 3 — кабина с восходящим душем; 4 — санитарный узел

цинского обслуживания работающих на промышленных предприятиях. В них проводят лечебно-профилактическую работу и оказывают первую помощь при внезапных заболеваниях, травмах, острых отравлениях, а также проводят учет заболеваний рабочих, обеспечивают диспансеризацию, организуют периодические и целевые осмотры работающих. В здравпунктах проводят медицинские процедуры, связанные с предупреждением профессиональных заболеваний. В здравпунктах осуществляют также контроль за выполнением санитарных правил по содержанию производственных помещений, столовых, за соблюдением законодательства по охране труда и проводят санитарно-просветительную работу на предприятиях.

Фельдшерские здравпункты устраивают на промышленных предприятиях со списочным числом работающих более 300 чел. Число фельдшерских здравпунктов определяют по численности списочного состава работающих на предприятии из расчета обслуживания одним здравпунктом: на предприятиях химической, горно-рудной, угольной и нефтеперерабатывающей промышленности — 1500 чел., на предприятиях остальных отраслей промышленности — 2000 чел., при подземных работах — 500 чел. На реконструируемых промышленных предприятиях со списочным числом работающих до 4000 чел. по согласованию с местными органами здравоохранения допускается предусматривать обще заводские врачебные здравпункты. Обще заводские здравпункты подразделяют на три категории:

1 — оживальная; 2 — регистра тура, 3 — перевозочная гонная; 4 — перевозочная чистая; 5 — кабинет врача; 6 — автолавная; 7 — процедурная; 8 — кабинет заведующего; 9 — комната дежурного персонала; 10 — физиотерапия; 11 — гардероб; 12 — комната временного пребывания больных; 13 — санитарный узел; 14 — тамбур; 15 — коридор

I категория — врачебный здравпункт с 3—4 врачами — назначают при списочном числе работающих 3000—4000 чел.;

II категория — врачебный здравпункт с двумя врачами при числе работающих 2000—3000 чел.;

III категория — врачебный здравпункт с одним врачом при числе работающих 1200—2000 чел.

вают в профилактических целях на промышленных предприятиях, где производственные помещения не имеют, либо имеют недостаточное естественное освещение.

Фотарии предусматривают на производствах, располагаемых: севернее Северного полярного круга; севернее 45° северной широты; при подземных работах; при работах, проводимых в помещениях без естественного освещения или с коэффициентом естественной освещенности менее 0,1%. Фотарии оборудуют установками для ультрафиолетового облучения. Фотарии могут быть **кабинные** — для индивидуального облучения в кабинах; **проходные** с установками для облучения людей, движущихся в огражденном специальном проходе, который может быть прямым или с поворотом; **маячные** — для облучения людей, расположенных вокруг источника излучения.

Фотарии устраивают отдельно для мужчин и женщин. Для расчета числа пользующихся фотарием принимают 80% мужчин и 70% женщин, работающих в наиболее многочисленной смене. Фотарии обычно размещают в гардеробных домашней (уличной и домашней) одежды или в гардеробной для хранения всех видов одежды. Состав, площади, размеры помещений и устройств фотариев определяют согласно СНиП II-92-76.

Предприятия общественного питания. На промышленных предприятиях предусматривают помещения для обеспечения всех работающих общественным питанием: общим, диетическим, а в необходимых случаях и лечебно-профилактическим. Предприятия общественного питания устраивают следующих типов: столовые-заготовочные, работающие на сырье; столовые-догоотовочные, работающие на полуфабрикатах; столовые-раздаточные — буфеты; комнаты приема пищи.

Столовые-заготовочные, обслуживающие столовые-догоотовочные, проектируют мощностью не менее 8 т сырья в сутки с числом мест в зале 250—1000.

Столовые—догоотовочные проектируют с залами вместимостью 50—2000 мест, при числе работающих в наиболее многочисленной смене 200 чел. и более.

Буфеты или столовые-раздаточные используют при числе работающих в наиболее многочисленной смене менее 200 чел. и устраивают с отпуском горячих блюд, доставляемых из столовых-заготовочных или договорочных. Цеховые буфеты обычно имеют 24—50 посадочных мест, а при вместимости 8—24 их располагают в обеденных залах столовых.

Комнаты приема пищи предусматривают для рабочих, которые приносят пищу из дома при численности работающих в наиболее многочисленной смене менее 30 чел. Их располагают в специальных помещениях рядом с цехами. На крупных промышленных предприятиях можно устраивать одновременно все виды помещений общественного питания. Расстояние от рабочих мест до столовых не должно превышать 300 м. На производствах с непрерывными технологическими процессами расстояние от рабочих мест до столовой или буфета не должно превышать 75 м, поскольку перерыв для приема пищи осуществляется с подменой работающего на возможно меньшее время.

Число посадочных мест в помещениях общественного питания устанавливают заданием на проектирование. Оно зависит от числа работающих в самой многочисленной смене, от числа пользующихся питанием в столовой или буфете, а также от числа людей, получающих лечебно-профилактическое или дополнительное питание. Продолжительность пребывания рабочих в столовой принимают 20 мин, а в буфете — 12 мин. Пункты питания размещают как в отдельно стоящих зданиях, так и во вспомогательных или в производственных зданиях, за исключением зданий с производствами, связанными с обработкой или применением ядовитых веществ или материалов.

При расчетах сети питания принимают, что 60% всех работающих в



Рис. 19.14. Планировочное решение буфета на 24 места

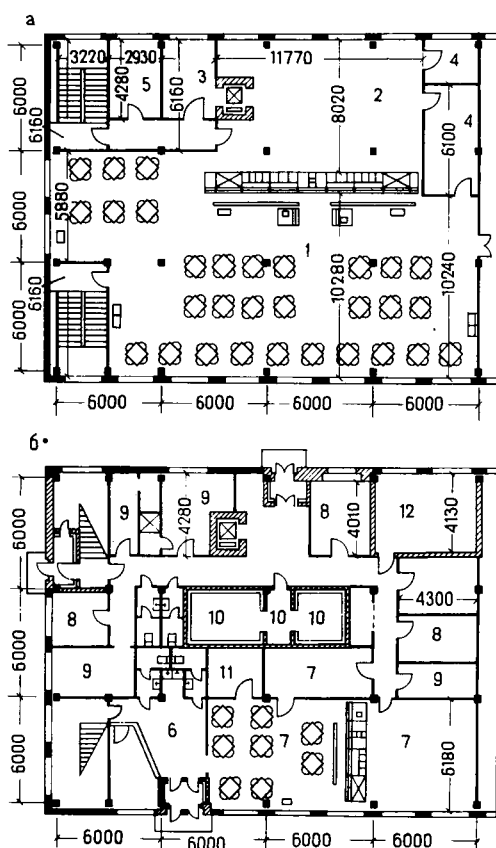


Рис. 19.15. Столовая-догоотовочная на 150 мест

а — план второго этажа; б — план первого этажа: 1 — обеденный зал; 2 — кухня; 3 — доготовочная; 4 — мойка; 5 — помещение шеф-повара; 6 — вестибюль; 7 — диетический зал; 8 — кладовые; 9 — конторы, комнаты персонала; 10 — камеры охлаждения; 11 — кабинет врача; 12 — вентиляционная камера

многочисленной смене пользуются столовыми, 20% — буфетами, 10% — комнатами приема пищи и 10% находятся в отпусках или отсутствуют по другим причинам. При расчете мест

учитывают, что для смены может быть организовано не более четырех посадок. В настоящее время на отдельных производствах устраивают один перерыв на обед. В этих случаях число посадочных мест в помещениях общественного питания принимают равным явочному составу смены.

Организацию питания строят на принципе самообслуживания.

Для лучшей организации питания предпочтительнее иметь большее число буфетов, чем буфетов с большим числом мест. В состав помещений буфета входят торговый зал, доготовочная, моечная, кладовая и тарная (рис. 19.14).

В состав помещений столовых-догоотовочных входят следующие группы помещений: торговая, производственная, складская, административно-бытовая и техническая. Столовые-догоотовочные с большим количеством мест можно размещать на двух этажах вспомогательного здания (рис. 19.15).

Для сокращения затрат времени работающих на приобретение обедов в столовых промышленных предприятий используют высокопроизводительные конвейерные линии комплектования и выдачи обедов типа «Поток», «Эффект» и «Стойка-накопитель комплексных обедов» (СНКО-1600, СНКО-1700). Предприятия общественного питания проектируют согласно СНиП II-Л.8-71.

Помещения для управления. В состав этих помещений входят рабочие комнаты для управлений и контор, кабинеты руководящего персонала (начальника цеха, главного инженера, главного технолога и др.), залы совещаний и собраний, кулуары при залах, вестибюли, гардеробные, помещения конструкторских бюро, для учебных занятий и общественных организаций.

На основании анализа функциональных процессов в помещениях вспомогательных зданий и накопленного опыта проектирования установлены оптимальные размеры их площадей. В нормах проектирования приводятся данные потребности в площади из расчета на одного человека или на одно рабочее место. Так,

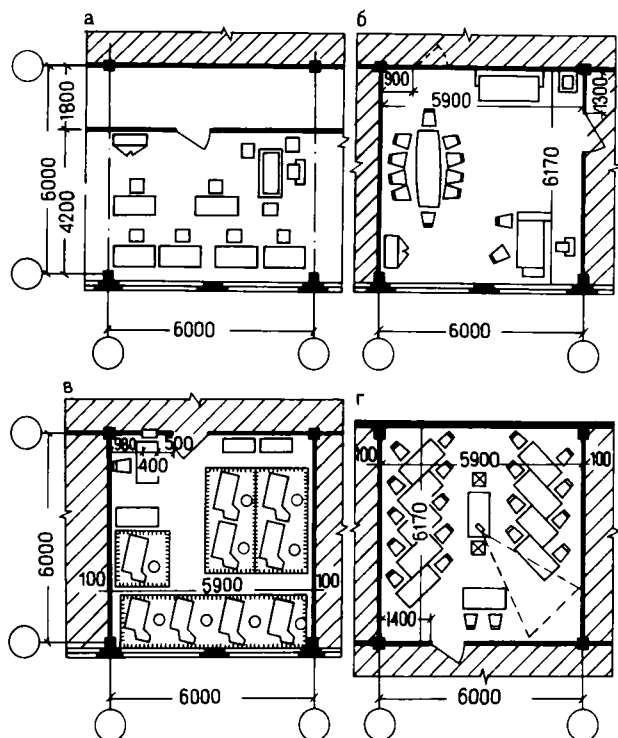


Рис. 19.16. Планировочные решения административно-конторских помещений

а — конторское помещение; б — кабинет; в — машинное бюро, г — зал для совещаний

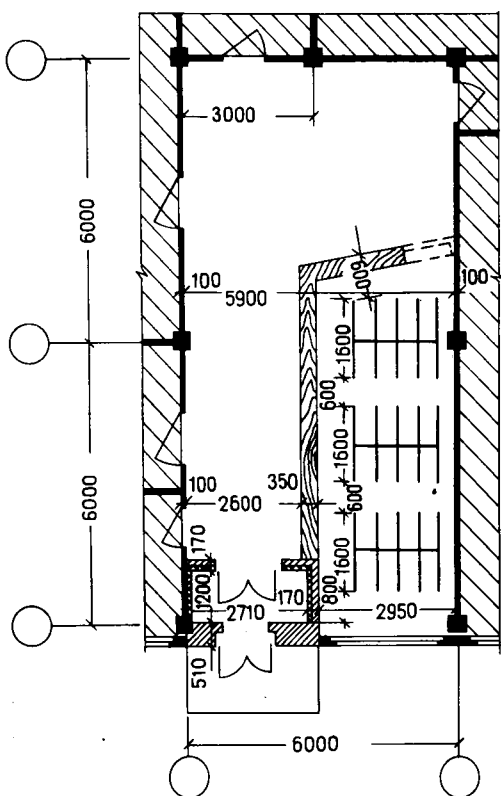
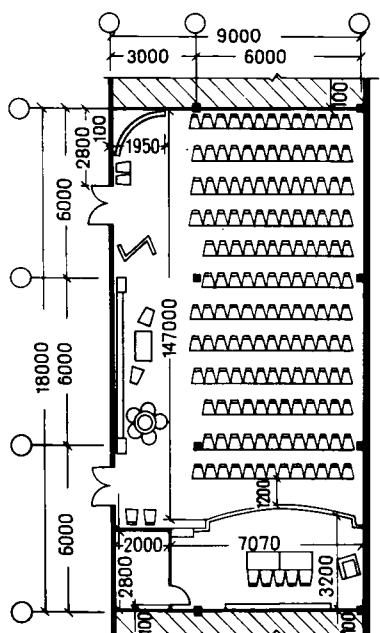
Рис. 19.17. Планировочное решение зала заседаний на 150 мест

Рис. 19.18. Планировочное решение вестибюля с гардеробом на 300 крючков

площади помещений для рабочих комнат управлений и контор принимают из расчета 4 м^2 на одного служащего, для рабочих комнат конструкторских бюро — 6 м^2 на один чертежный стол, для помещений учебных занятий $1,75 \text{ м}^2$ на одно ученическое место.

Площадь кабинетов руководящего состава зависит от площади рабочих комнат (10—15%, т. е. в зависимости от числа служащих). В состав помещений управления входят кабинеты и комнаты для общественных организаций, комнаты для кружковой работы, кабинет по технике безопасности и т. п. Их площади также назначают в зависимости от числа работающих на предприятии.

При проектировании этих помещений главное внимание уделяют удоб-



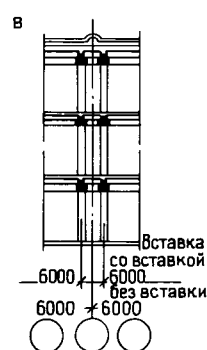
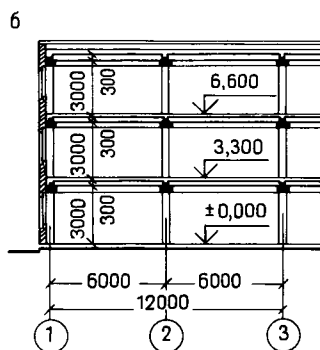
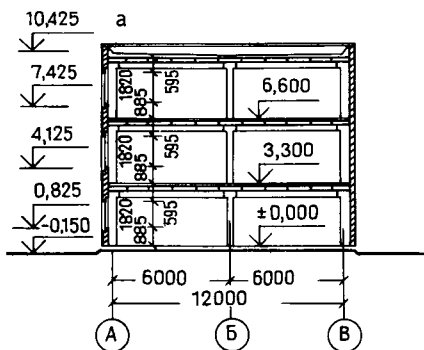


Рис. 19.19. Каркасная конструктивная схема вспомогательного здания

а — поперечный разрез; б — продольный разрез; в — продольный разрез по температурному шву

Рис. 19.20. Схема привязки колонн каркаса вспомогательного здания к разбивочным осям

а — фрагмент плана отдельно стоящего здания; б — фрагмент плана пристроенного здания у температурного шва; в — фрагмент плана пристроенного здания у торцевой стены

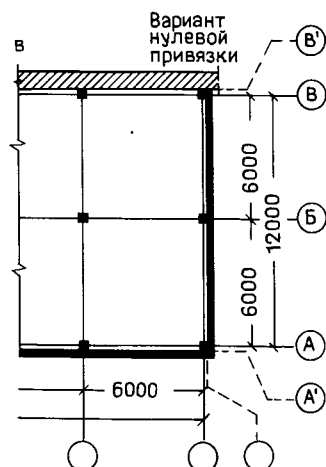
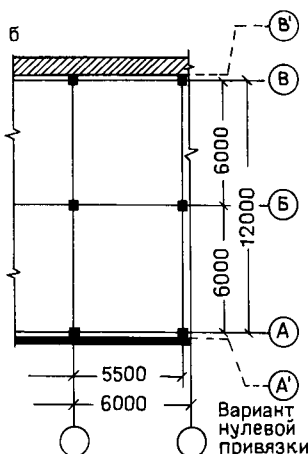
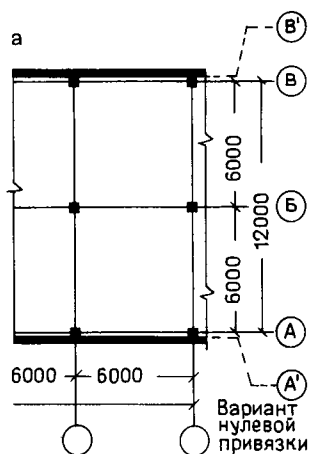
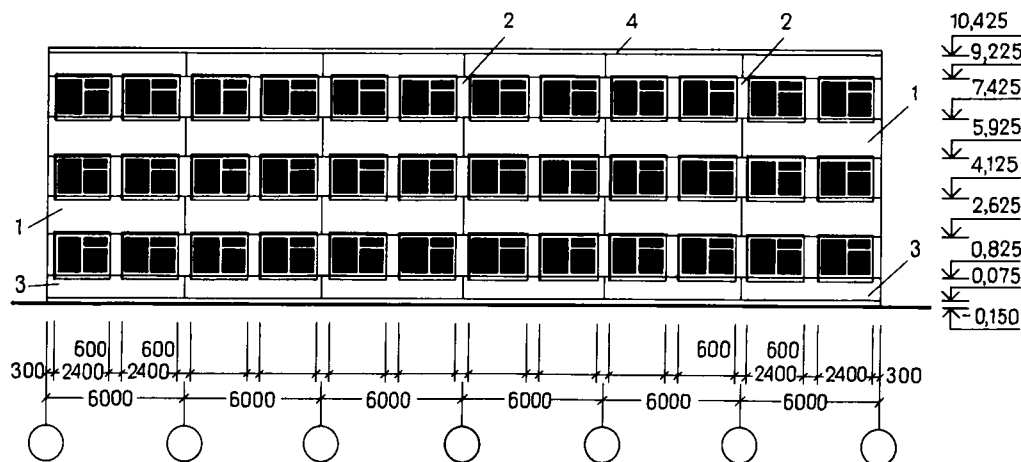


Рис. 19.21. Схема раскладки стеновых панелей на фрагменте фасада вспомогательного здания

1 — этажные панели; 2 — панели-ништы; 3 — цокольные панели; 4 — фризные панели



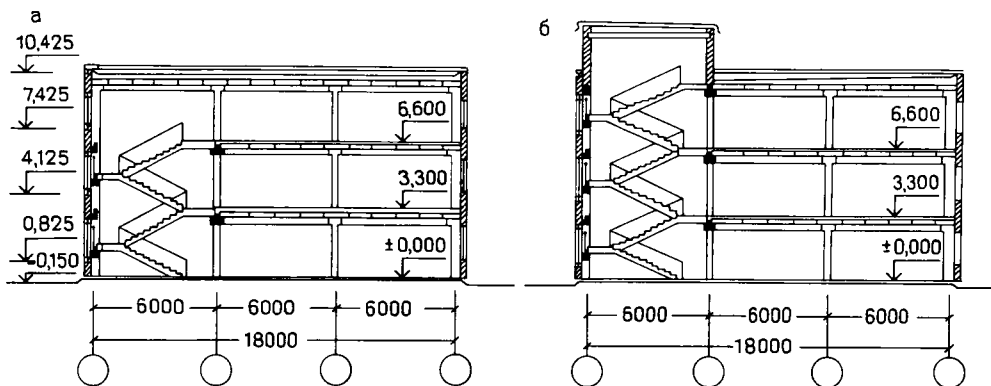


Рис. 19.22. Поперечные разрезы вспомогательного здания по лестничной клетке
а — без устройства выхода на покрытие; б — с устройством выхода на покрытие

ному расположению оборудования, хорошему естественному освещению рабочих мест и архитектурно-художественному облику интерьера (рис. 19.16).

Залы собраний проектируют из расчета $1,2 \text{ м}^2$ на одно место при вместимости до 100 чел. и по $0,9 \text{ м}^2$ на каждое место свыше 100 чел. (рис. 19.17); площадь кулуаров при этих залах определяют из расчета $0,4 \text{ м}^2$ на каждое место в зале. При зале, если число работающих в наиболее многочисленной смене составляет более 800 чел., устраивают киноаппаратную со стационарной аппаратурой. Помещения управлений проектируют согласно СНиП II-84-78.

Вестибюли с гардеробами для уличной одежды (рис. 19.18) могут быть двух типов. Первый предназначается только для инженерно-технического и административно-конторского персонала вспомогательного здания. Второй тип — вспомогательного назначения, где гардеробом для уличной одежды пользуются и работающие в цехах.

К конструктивным решениям вспомогательных зданий предъявляют такие же требования, как и к производственным зданиям. Вместе с тем для вспомогательных зданий могут быть использованы типовые конструкции, которые применяют для зданий культурно-бытового и общест-

венного назначения массового строительства.

Наиболее распространенная конструктивная схема вспомогательного здания — каркасная при сетке колонн $6 \times 6 \text{ м}$, т. е. серия конструкций универсального назначения ИИ-04, которая имеет две модификации для одно—четырёх или пяти—двенадцатиэтажных зданий. В настоящее время в строительстве переходят на новую серию конструкций 1.020-1, разработанную на основе серии ИИ-04. Чаще всего применяют полный каркас с продольными или поперечными ригелями и крупноразмерными панелями перекрытий (рис. 19.19).

Все элементы сборного каркаса (фундаменты, колонны, ригели, панели перекрытий и покрытия) железобетонные. Элементы сборных колонн применяют высотой в один или два этажа с постоянным поперечным сечением $300 \times 300 \text{ мм}$. Узел сопряжения ригеля с колонной выполняют «со скрытой консолью» и с жестким защемлением. Такое решение улучшает интерьеры помещений (по сравнению с открытой консолью под ригелем) и более экономично. Ригели таврового сечения высотой 400 мм имеют полки, на которые опирают сборные железобетонные панели перекрытия и покрытия. Все соединения осуществляют на сварке закладных стальных деталей с последующим замоноличиванием швов. Устойчивость поперечных рам каркаса обеспечивают жесткими узловыми соединениями всех элементов каркаса.

Пристроенные вспомогательные

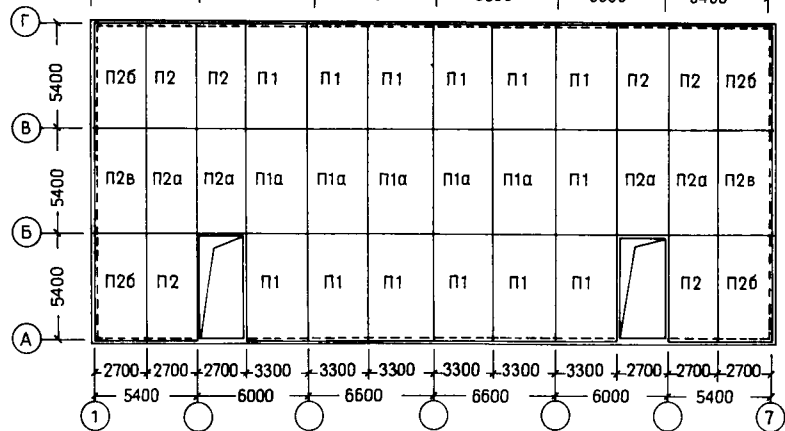
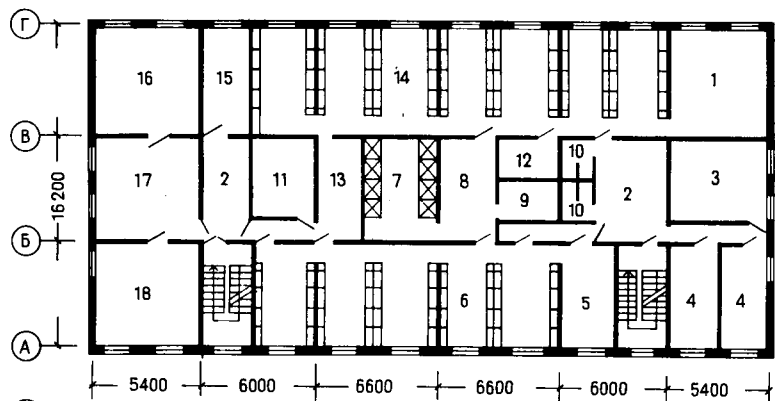
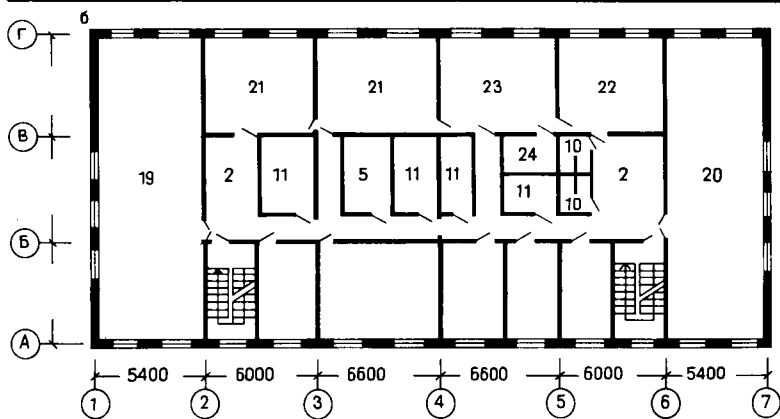
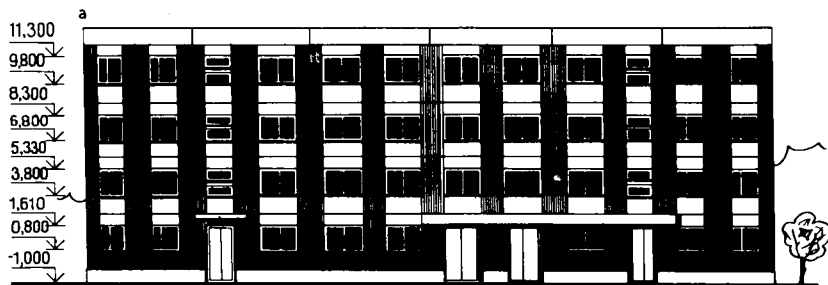


Рис. 19.23. Вспомогательное здание с несущими стенами из крупных панелей

а — фасад; б — план на отметке 9.00; в — план на отметках 3.000 и 6.000; г — план перекрытия на отметках 3.000, 6.000, 9.000; 1 — помещение для глажения одежды; 2 — холл; 3 — камера обеспыливания; 4 — респираторная; 5 — помещение для дежурного персонала; 6 — гардероб специальной одежды; 7 — душевая; 8 — преддушевая; 9 — помещение для ножных ванн; 10 — уборная; 11 — подсобные помещения; 12 — кладовая чистого белья; 13 — умывальная; 14 — гардеробная уличной и домашней одежды; 15 — кабинет врача; 16 — кабинет начальника цеха; 17 — приемная; 18 — кабинет главного инженера цеха; 19 — читальный зал; 20 — зал собраний; 21 — административно-канторское помещение; 22 — партком; 23 — бухгалтерия; 24 — касса

здания отделяют от производственных корпусов деформационными (осадочными) швами. Опирающие несущих конструкций вспомогательных зданий на несущие или ограждающие конструкции производственных цехов не допускается.

Поперечные температурные швы (см. рис. 19.19, в) решают на спаренных колоннах со вставкой или с консолью, выпускаемыми плитами перекрытий.

Привязку колонн каркаса к разбивочным осям выполняют нулевой, т. е. по наружной грани колонны или по центру колонн каркаса (рис. 19.20).

Наружные стены вспомогательных зданий устраивают самонесущими или навесными и выполняют их из крупных панелей. Плоскость стены образуют путем взаимосочетания этажных, цокольных, фризowych и импостных панелей и оконных блоков (рис. 19.21).

Применение крупных панелей позволяет снизить стоимость 1 м² стены по сравнению со стоимостью 1 м² стены из кирпича на 10% и примерно на 40% их собственную массу. Введение в оконных проемах узких вертикальных импостов способствует лучшему примыканию к наружным продольным стенам внутренних поперечных стен здания и вместе с тем незначительно снижает освещенность внутреннего пространства естественным светом.

Наряду с применением полной каркасной конструктивной схемы вспомогательного здания в практике строительства продолжают еще применять конструктивные схемы с непол-

ным каркасом и с несущими кирпичными стенами. При этом несущие ригели располагают вдоль или поперек здания, а панели соответственно поперек здания с опиранием на наружные стены или вдоль здания с опиранием на поперечно размещенные ригели.

Покрытия над вспомогательными зданиями устраивают или бесчердачные с внутренними водостоками, аналогично утепленным покрытиям промышленных зданий, или с чердаком. На покрытии устраивают выход из лестничной клетки (рис. 19.22).

Перегородки во вспомогательных зданиях выполняют из гипсобетонных плит или панелей, а в душевых делают из водостойких материалов: железобетона или стеклоблоков. Перегородки из стеклоблоков можно применять и для помещений, которые освещаются вторым светом.

На рис. 19.23 показано объемно-планировочное и конструктивное решение четырехэтажного вспомогательного здания, выполненного с несущими продольными и поперечными стенами из крупных панелей. Высота этажа здания 3 м. Несущие внутренние панели перегородки решены высотой «на этаж» из тяжелого железобетона марки 200 толщиной 140 мм. Панели перекрытия, опертые по контуру, однослойные, из тяжелого бетона марки 200 толщиной 120 мм. Наружные стены — однорядной разрезки, высотой «на этаж», однослойные, толщиной 300 мм, из керамзитобетона марки 100.

Снижение высоты этажа с 3,3 м до 3 м и переход к строительству вспомогательных зданий с несущими стенами из крупных панелей вместо каркасных дает существенный технико-экономический эффект. По данным ЦНИИПромзданий, применение такого решения за один год дает экономию стали свыше 26 тыс. т, цемента 1,6 тыс. т, снижает стоимость строительства на 20,4 млн. руб., трудоемкость работ на 1,2 млн. чел./дн.

Глава V

Архитектурно-композиционные решения промышленных зданий

§ 20. АРХИТЕКТУРНЫЙ ОБЛИК ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ

В Программе КПСС, утвержденной XXVII съездом КПСС говорится: «Более высокие требования будут предъявляться к архитектуре, эстетическому оформлению и благоустройству городских и сельских поселений. Населенные пункты должны представлять собой рационально организованные комплексы производственных зон, жилых районов, сети общественных, культурных и учебно-воспитательных учреждений, торговых и бытовых предприятий, спортивных сооружений, общественного транспорта, обеспечивающие наилучшие условия для труда быта и отдыха людей.» В. И. Ленин указывал, что «электрификация всех фабрик и железных дорог сделает условия труда более гигиеничными, избавит миллионы рабочих от дыма, пыли и грязи, ускорит превращение грязных отвратительных мастерских в чистые, светлые, достойные человека лаборатории¹».

Функциональные условия неизбежно влияют на архитектурные характеристики, в том числе на облик промышленных предприятий и отдельных промышленных зданий. Забота о человеке, стремление создать среду, обеспечивающую здоровые условия труда, является одним из главных факторов, определяющих архитектурные решения современных промышленных зданий и их комплексов в отечественной проектной и строительной практике (рис. 20.1).

Создание на предприятиях гигиенических, безвредных для здоровья условий труда путем усовершенствования технологических процессов, локализации и обезвреживания производственных выбросов в атмосферу позволяет приближать промышленные предприятия к селитебным районам

города или населенного места и, более того, если нет железнодорожного ввода на территорию, располагать их в системе жилой застройки. Возникает новый тип городского района, так называемый **производственно-селитебный район**, где жилье максимально приближено к местам приложения труда, где работающие в значительной степени экономят силы и время, затрачиваемые на дорогу от дома к месту работы и обратно.

В этих случаях большое влияние на формирование облика промышленного предприятия или здания оказывают градостроительные требования (см. § 4). В условиях застройки типовыми жилыми домами промышленное здание с его контрастирующим объемом, нередко оригинальными формами, характерным силуэтом может стать **акцентом** городской застройки, создать запоминающийся облик улицы, квартала или района (рис. 20.2).

В городской застройке можно располагать, например, предприятия радиоэлектронной промышленности, точной механики, приборостроения, некоторые предприятия пищевой и легкой промышленности и т. п. В настоящее время промышленные здания, сооружаемые для указанных предприятий, по уровню своих архитектурных решений практически не отличаются от некоторых общественных зданий, например административных зданий, научно-исследовательских учреждений и т. п. (рис. 20.3).

Вместе с тем эти близкие качественные признаки не следует смешивать с равнозначностью художественного образа. Промышленные здания имеют свой, характерный для них художественный образ, который формируется под влиянием различных факторов. Прежде всего художественный образ определяется характерными для данного производства технологическими признаками, присущими данному

¹ Ленин В. И. Полн. собр. соч. — Т. 23. — С. 94.

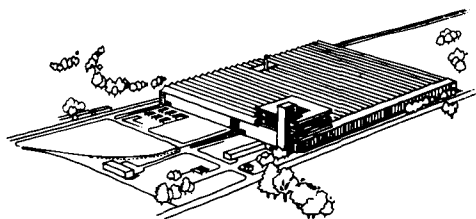
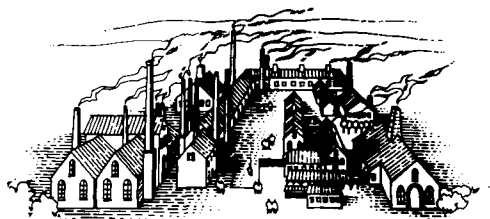


Рис. 20.1. Облик промышленных зданий постройки 1850-х годов и современного здания



Рис. 20.2. Перспектива комплекса зданий машиностроительного завода (слева — центральная проходная и здание конструкторского бюро, справа — корпус прокатного цеха)



Рис. 20.3. Перспектива главного корпуса (справа) и административного здания (слева) Московского завода малолитражных автомобилей им. Ленинского комсомола, расположенного в условиях городской застройки

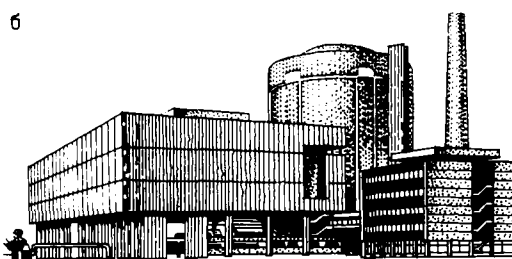
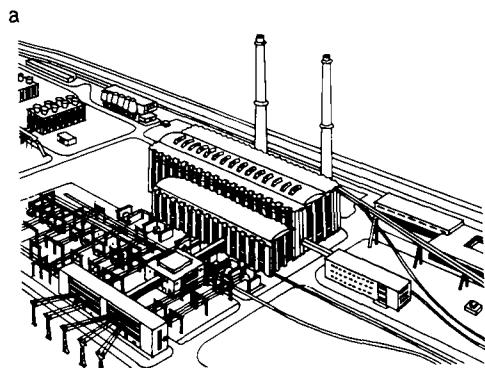


Рис. 20.4. Электростанции
а — тепловая; б — атомная

производственному процессу, неизбежно находящему отражение в объемно-пространственной композиции промышленного здания или группы производственных зданий и сооружений, часто в специфической форме отдельных сооружений и элементов или частей здания.

Рассмотрим несколько примеров. На рис. 20.4 показан комплекс зданий и сооружений современной крупной тепловой электрической станции. Он состоит из одного большого здания, в котором четко выделяются два различных по высоте, примыкающих друг к другу, связанных между собой объема котельного и машинного залов, высоких труб для отвода продуктов горения, наклонных галерей для подачи топлива (если оно твердое), сооружений для охлаждения оборотной воды (например, градирен), открытых трансформаторных подстанций, мачт для подвески проводов и т. п.

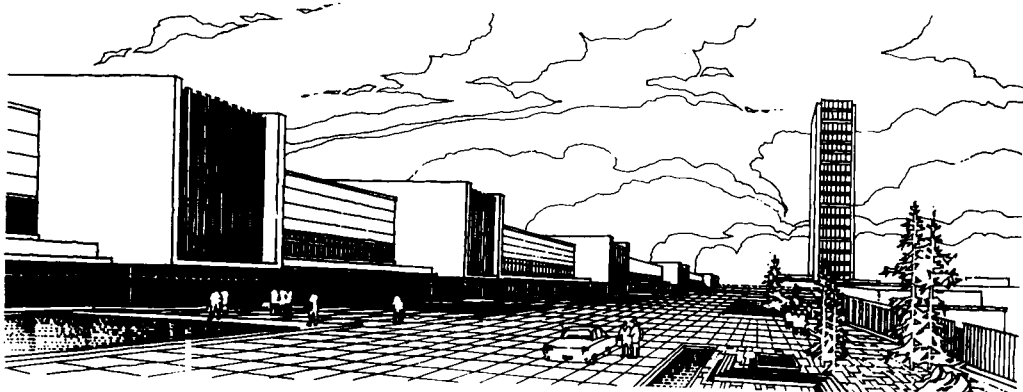
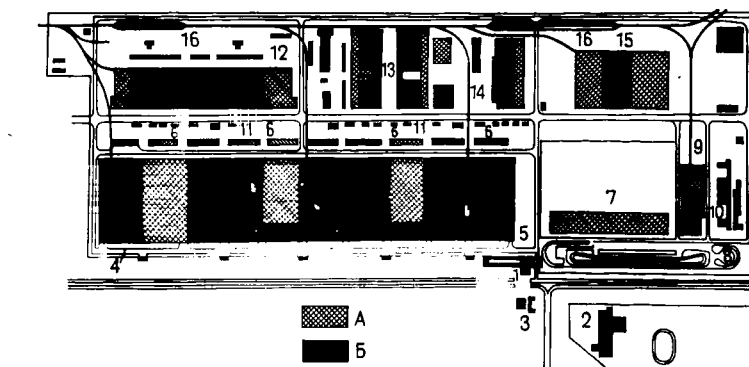
Эти здания и сооружения расположены или скомпонованы в определенном порядке, выработанном большим опытом проектирования и

строительства тепловых электростанций. Выработаны и наиболее рациональные компоновочные схемы самих зданий. Отступление от этих схем возможно, но вряд ли оно будет целесообразно как по технологическим, так и по экономическим соображениям. Весь комплекс этих сооружений и зданий по величине, взаимному размещению, набору объектов создает свой, характерный только для тепловых электростанций образ, отражающий смысл данного комплекса, его типичность.

Однако если изменится технология производства даже при сохранении того же конечного продукта, немедленно в большей или меньшей степени изменятся и внешний облик соору-

Рис. 20.5. Перспектива основной магистрали и схема генерального плана автомобильного завода

1 — заводоуправление; 2 — учебный центр; 3 — медицинский центр; 4 — корпус вспомогательных цехов; 5 — главный корпус; 6 — вспомогательные цехи основного производства; 7 — открытая стойка готовой продукции; 8 — испытательный трек; 9 — экспедиция; 10 — инженерный корпус; 11 — зона объектов инженерного обеспечения; 12 — прессовый корпус; 13 — цехи литейного производства; 14 — цехи кузнечного производства; 15 — производство запасных частей; 16 — объекты железнодорожного транспорта и прирельсовые склады; А — предполагаемое расширение; Б — существующая застройка



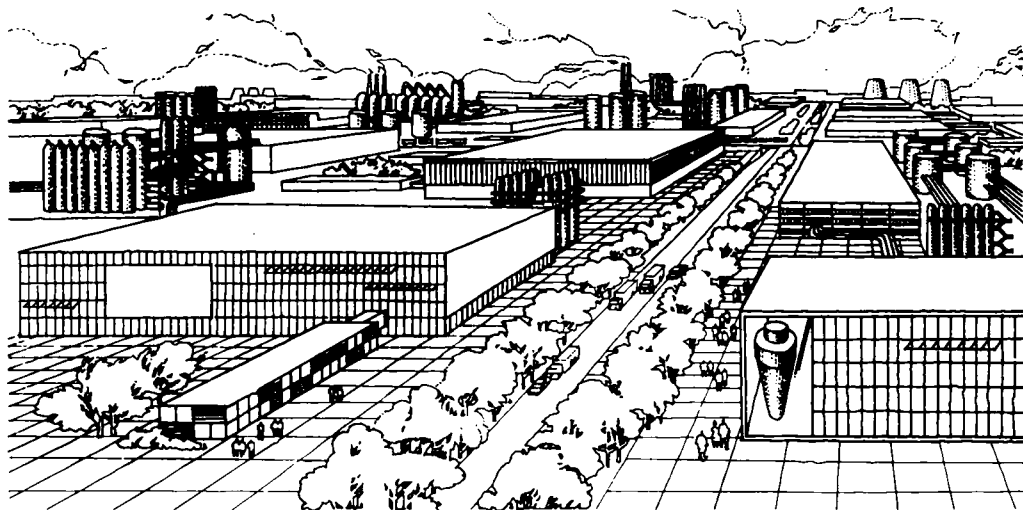


Рис. 20.6. Перспектива современного химического комбината

жения, его образная характеристика. Например, здания атомных электрических станций при сохранении продукта производства (электрической энергии), но при существенном изменении технологического процесса (применение вместо сжигания топлива ядерных реакций) значительно изменили свой облик в результате замены котельного зала помещением для реакторов, требующим надежной изоляции от окружающей среды, отсутствия наклонных галерей, других особенностей взаимного расположения зданий и сооружений и пр. Появился новый тип промышленных зданий со своей, присущей только ему образной характеристикой.

Автоматизация производства, внедрение нового технологического оборудования вызывают изменение объемно-планировочных решений зданий и, следовательно, характеристических признаков внешнего облика. Машиностроительное предприятие, в частности автомобильный завод, имеет совершенно иной, чем тепловая электростанция, облик, другую образную характеристику (рис. 20.5). Доминирующее положение в комплексе предприятия занимает главный корпус — относительно большее здание, в котором сблокированы основные производственные и вспомогательные цехи. На территории предприятия находят-

ся несколько небольших промышленных зданий, где размещены производства, несовместимые по тем или иным признакам, а также обычно многоэтажный административный корпус, столовая и корпус бытовых помещений.

Еще более своеобразный вид имеет предприятие химической промышленности с открытыми технологическими установками (рис. 20.6): резервуары различных форм, ректификационные колонны, причудливое переплетение трубопроводов различного назначения и другие технологические установки, а также промышленные здания для технологических процессов, требующих определенного технологического режима или защиты от внешних воздействий. Все это создает особую образную характеристику промышленного предприятия, присущую только данному виду производства.

Наконец, здания-агрегаты, подобно предыдущему предприятию, имеют облик, определяемый технологическим процессом, которому подчинены размеры и форма здания, ставшего по сути дела составной частью, элементом огромного технологического агрегата.

Из приведенных примеров видно, что **технологический процесс определяет характерные признаки, связанные с архитектурным обликом зданий.**

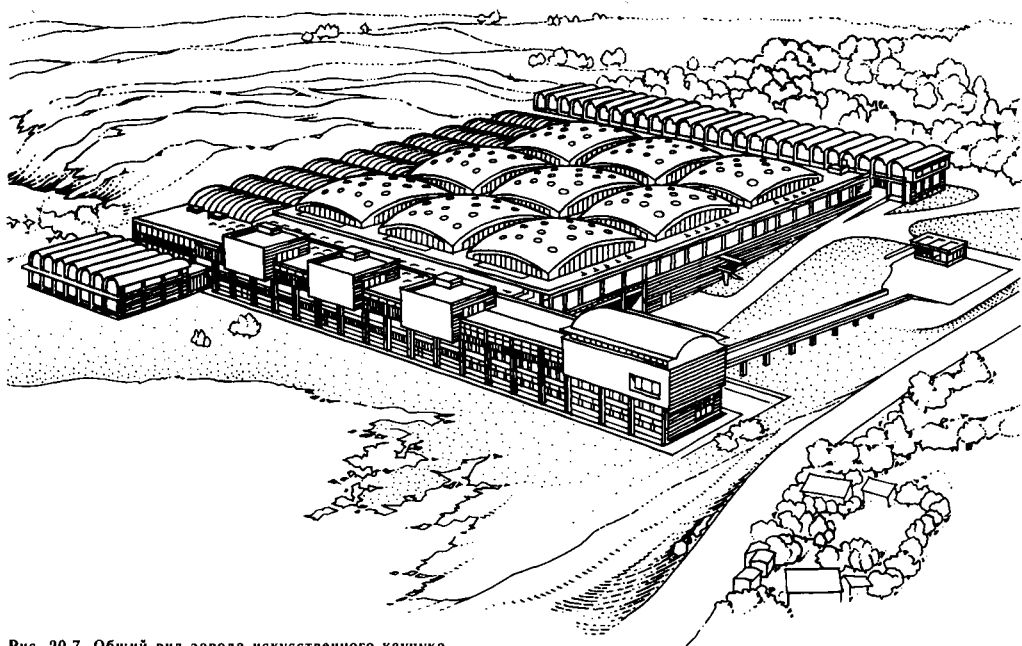


Рис. 20.7. Общий вид завода искусственного каучука

Для одних технологических процессов архитектурное своеобразие выступает более отчетливо (например, тепловая электрическая станция), а для других — менее отчетливо (например, машиностроительный завод), поскольку в аналогичном по облику здании может быть размещено совершенно другое по технологии производство (рис. 20.7).

Однако в таких зданиях, несмотря на различные технологии, сохраняются характерные для промышленных зданий признаки, которые в этом случае более общие. Иначе говоря, сохраняется образная характеристика современного производственного здания благодаря использованию присущих для него элементов, входящих в общую композицию. К ним относятся своеобразные по формам инженерные сооружения, элементы технологического оборудования, характерные профили покрытий одноэтажных промышленных зданий, большие гладкие или остекленные поверхности ограждающих конструкций, подчеркивающие большие объемы, и т. п.

Архитектурный образ промышленного здания, как и любого другого произведения архитектуры, связан с

художественными идеалами своего времени, являющимися отражением общественных интересов жизни народа.

Из истории советской архитектуры известно, например, что в годы первых пятилеток лучшие произведения советской промышленной архитектуры, например Днепровская ГЭС имени В. И. Ленина (Днепрогэс), автомобильный завод им. Лихачева в Москве и др., отражали эстетические принципы того времени — времени первого периода социалистической индустриализации (рис. 20.8).

Известно также, что в нашей стране в первый послевоенный период (1945—1955) в архитектуре многих промышленных зданий и сооружений преобладало направление, основанное на некритическом использовании архитектурных форм прошлого. К таким постройкам, например, можно отнести отдельные сооружения Волго-Донского канала.

В настоящее время — в период поступательного движения к коммунизму, в период научно-технической революции и ускоряющегося научно-технического прогресса — в основе архитектурных решений промышлен-

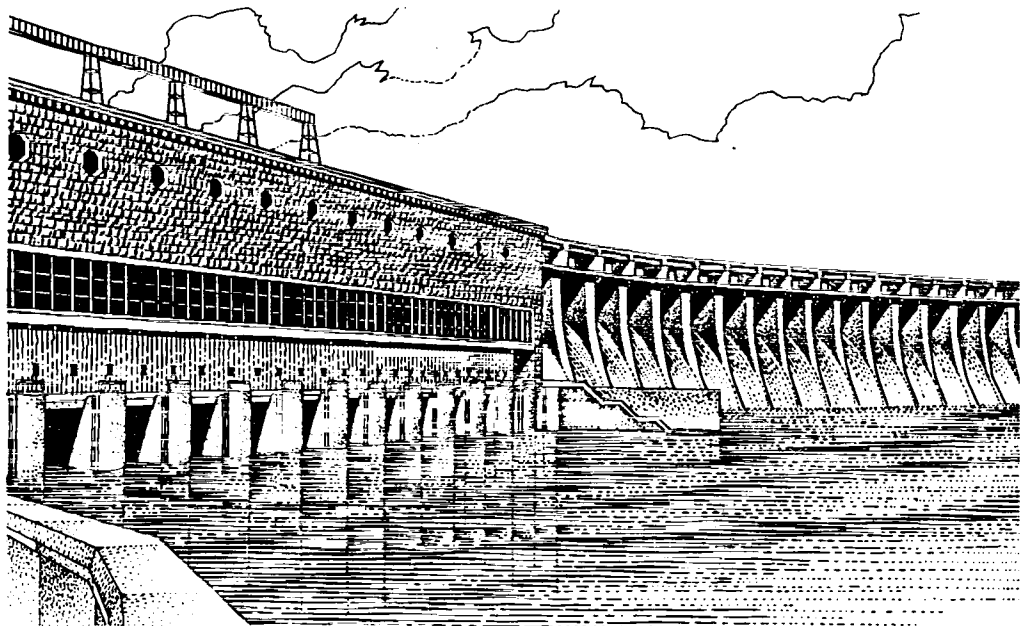
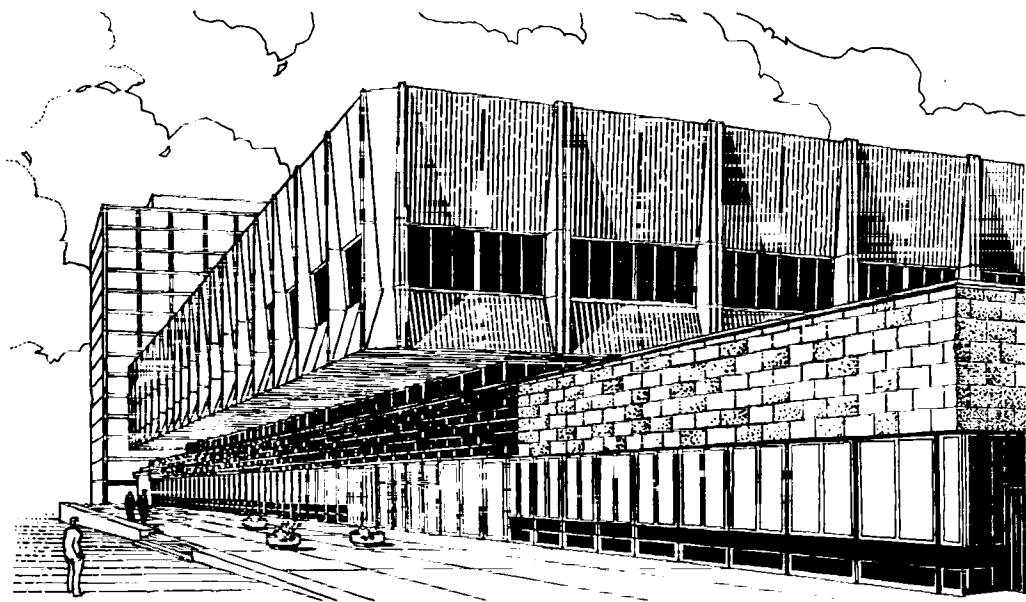


Рис. 20.8. Днепровская ГЭС имени В. И. Ленина (строительство 1927—1932 гг., восстановление 1944—1950 гг.)

Рис. 20.9. Заводской корпус



ных предприятий лежат принципы социалистического гуманизма, находящие отражение в художественных образах современных промышленных зданий, удобных для деятельности человека, технически совершенных и привлекательных по своему внешнему виду, достигнутому не за счет декоративных излишеств, а с помощью

правдивого выражения **тектоники** сооружения и других средств архитектурной композиции (рис. 20.9).

Наконец, на образ промышленного здания, как было сказано ранее, несомненно, влияют градостроительные факторы, определяя степень его художественной выразительности в зависимости от градостроительной

ситуации (промышленное здание как элемент рядовой застройки или как архитектурный акцент, промышленное предприятие как самостоятельный архитектурный ансамбль и т. п.).

§ 21. ПРИЕМЫ АРХИТЕКТУРНЫХ РЕШЕНИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Как указывалось, внешний облик промышленного здания главным образом зависит от протекающего в нем **технологического процесса**. Его влияние распространяется на материал и тип несущих и ограждающих конструкций здания, на решение световых, аэрационных и других проемов в стенах и покрытиях, на профиль покрытия и другие элементы здания.

Однако наиболее существенное влияние на архитектурный облик промышленного здания оказывают инженерные сооружения специального назначения (бункера, эстакады и пр.), выведенные наружу элементы технологического оборудования, конструктивные элементы, назначение и формы которых обусловлены технологическим процессом (рампы, козырьки над ними, места ввода коммуникаций и т. п.).

Промышленные здания могут иметь как **фронтально-симметричные**, так и **фронтально-асимметричные композиции**, причем последние получили наибольшее распространение, поскольку легче согласуются с требованиями технологических процессов. При проектировании следует стремиться к простым, лаконичным и четким композиционным решениям. Для объемно-планировочных и конструктивных решений промышленных зданий, выполненных с учетом требований типизации и унификации, характерны крупные формы элементов несущих и особенно ограждающих конструкций. Крупные элементы фасада, масштабно взятые по отношению к окружающей застройке, нередко позволяют достигнуть выразительной архитектуры здания. Большая протяженность многих промышленных зданий вынуждает в композиции прибегать к многократной повторяемости одного и того же элемента. При решении подобных композиций используют

прием **ритмического, метрического ряда**. Ритмичные членения фасада могут быть образованы чередованием глухих и остекленных участков стены, несущих конструкций покрытия, повторением одинаковых объемов зданий (рис. 21. 1). **Тектоника**¹ архитектурной композиции современных промышленных зданий определяется индустриальными конструктивными решениями — конструктивной схемой здания в целом и конструктивными решениями отдельных элементов, например стен, оконных заполнений, несущих конструкций покрытия. Соблюдение пропорциональных соотношений между отдельными элементами способствует повышению архитектурной выразительности здания.

При пропорционировании учитывают унификацию и модульность конструктивных элементов, образующих промышленное здание. При этом можно использовать **контрастные пропорциональные соотношения**. Например, стандартные стеновые железобетонные панели размером $1,2 \times 6$ и $1,8 \times 6$ м создают пропорциональные соотношения между сторонами панелей $1 : 5$, $1 : 3$, а стеновые панели размером $1,2 \times 12$ и $1,8 \times 12$ м — $1 : 10$, $1 : 7$.

Тектоника конструктивной схемы здания может быть четко выражена на фасаде и стать основным элементом его архитектурной композиции. Членения фасада могут быть вертикальными или горизонтальными (рис. 21. 2). Основной мотив решения может быть создан рисунком каркаса, стойками и ригелями, вынесенными на фасад.

Для современных одноэтажных и многоэтажных промышленных зданий наиболее характерны **горизонтальные членения** фасадов, которые обусловлены применением навесных стен из типовых крупных панелей длиной 6 м, а также устройством ленточных световых проемов и солнцезащитных устройств, придающих композиции динамичный характер. На рис. 21.2, а показан фрагмент фасада цеха горячей прокатки полосовой стали, компо-

¹ Тектоникой называют выявление и использование в художественных целях конструктивного строения архитектурного сооружения.

зиция которого основана на горизонтальных членениях стен лентами остекления и стеновыми панелями.

Композиция фасада, основанная на вертикальных членениях, может достигаться за счет соответствующей формы светопроемов и простенков между ними (рис. 21. 2, б) или при глухих стенах фасада за счет тектонических качеств самой ограждающей конструкции (рис. 21. 2, в), например листового материала.

Статически уравновешенная композиция здания достигается тогда, когда членение стен и составляющих их панелей, а также проемов имеет пропорциональное соотношение, близкое 1 : 1 (рис. 21. 3). Сплошное остекление вызывает впечатление легкости, воздушности, особенно при убывающих соотношениях (5 : 3 и 8 : 5) пропорций стен и членений переплетов. Следует, однако, напомнить, что применение сплошного остекления должно быть обосновано, поскольку с этим сопряжено увеличение единовременных и эксплуатационных затрат и часто ухудшение метеорологического режима здания.

Архитектурное решение фасада промышленного здания во многом зависит от профиля покрытия. Применение покрытий с различным очертанием поверхности (прямолинейное, криволинейное, пилообразное и т. д.) в сочетании с элементами стены позволяет достигать различных композиционных решений фасада (рис. 21. 4). Большая протяженность фасадов промышленных зданий, особенно при ленточном и сплошном остеклении, вызывает впечатление монотонности, однообразия. Поэтому для повышения архитектурной выразительности здания прибегают к **контрастам**, образованным отдельными элементами фасада. Контрастными могут быть решения главного и торцового фасадов производственного и вспомогательного зданий. Могут быть также выделены ворота, жалюзи, вентиляционные шахты и другие технологические элементы. На рис. 21. 5 показан главный корпус тепловой электростанции, который решен с использованием цветового кон-

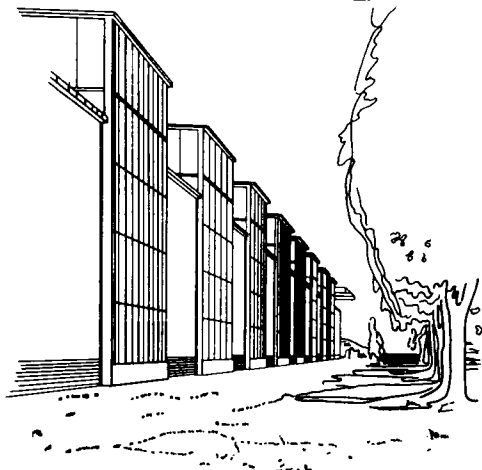
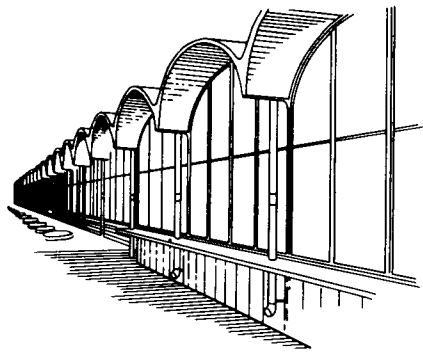


Рис. 21.1. Ритмичное членение фасадов промышленных зданий

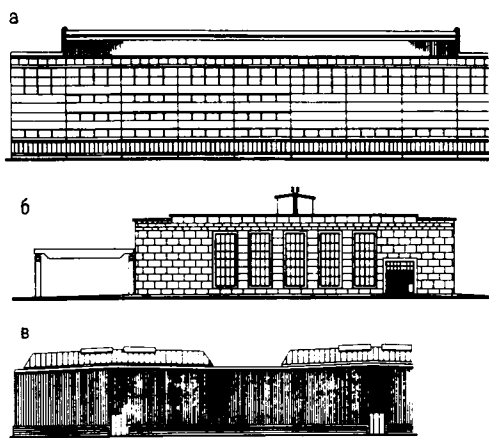


Рис. 21.2. Тектоника стен промышленных зданий

а — из крупных панелей; б — из крупных блоков; в — из штампованного алюминиевого профилированного листа

траста между торцовым и боковым фасадами.

Контрастное выделение отдельных элементов на фасаде промышленного здания дает возможность его зрительной оценки, масштабно сопоставить



Рис. 21.3. Общий вид главного корпуса табачной фабрики со складами (ВНР)

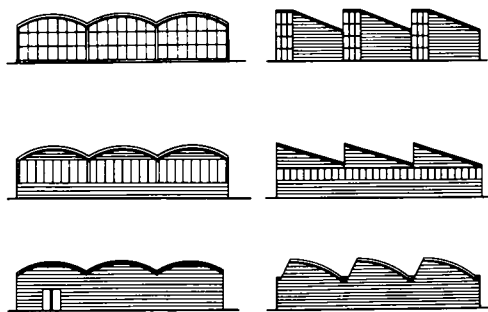
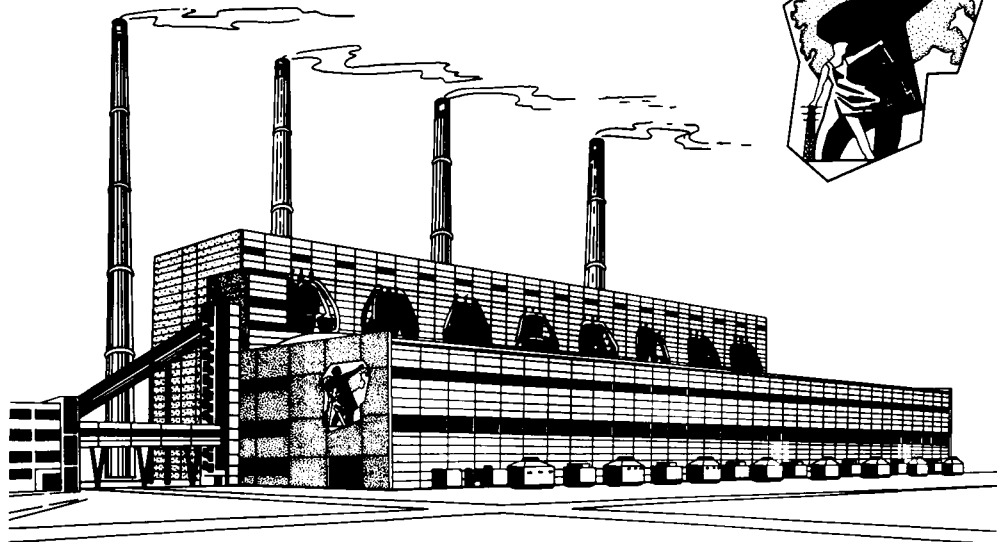


Рис. 21.4. Тектоническая структура наружных стен промышленных зданий

отдельные части здания. Так, например, металлическая наружная лестница или вход могут придать нужную масштабность зданию или сооружению в целом.

Акцент отдельных конструктивных элементов фасада промышленного здания играет существенную роль в его общем композиционном решении. Обычно акцентируют углы здания, перемычки над проемами, козырьки над входами, наружные открытые лестницы. Акцентом могут быть фасады промышленных зданий, в композиции которых удачно использованы технологические элементы: рампы для погрузки или разгрузки изделий, козырьки над ними, позволяющие производить грузовые операции в любую погоду.

Рис. 21.5. Цветовой контраст между продолжными и торцовыми стенами главного корпуса ТЭЦ



Эти элементы выявляют, кроме того, промышленный характер здания.

Архитектурной выразительности промышленных зданий достигают, кроме того, путем использования таких композиционных средств, как **малые архитектурные формы**: светильники, флагштоки и др., а также цвет, **фактура материала** и средств **монументального искусства**.

Большое значение в формировании архитектурно-художественного образа здания играют **новые строительные материалы**. Применение для стеновых панелей и оконных заполнений алюминия, нержавеющей стали, медных сплавов, эмалей, стекла, пластиков и других новых материалов придает внешнему виду здания индивидуаль-

ный характер, особую архитектурную выразительность.

При введении цвета предпочтение следует отдавать естественным цветам различных материалов. В тех случаях, когда стена выполняется из крупных панелей, можно, например, окрашивать спокойным тоном плоскости панелей, а швы между панелями и отдельные функциональные элементы стены выделять другим и, может быть, более ярким тоном.

Произведения **монументальной скульптуры, живописи** не только усиливают архитектурную выразительность промышленных зданий, но и часто подчеркивают идейное содержание решения. Поэтому они все чаще и чаще находят применение в практике строительства. Например, в комплексе сооружений Волжской ГЭС им. XXII съезда КПСС скульптурные и живописные полихромные композиции подчеркивают пафос коммунистического строительства, значение электрификации, покорение человеком сил природы и играют большую роль в формировании общего архитектурного облика сооружения.

Архитектурно-художественная выразительность каждого промышленного здания должна быть композиционно увязана и согласована с архитектурно-художественным решением всех сооружений промышленного предприятия. Достижение **архитектурно-художественного единства** при решении всего промышленного предприятия или промышленного узла в целом — одно из основных требований, предъявляемых к внешнему облику промышленных зданий.

§ 22. ИНТЕРЬЕРЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ И ЗНАЧЕНИЕ ЦВЕТА

При решении интерьера промышленных зданий определяющим является выполнение функциональных, технических, архитектурных и экономических требований путем использования достижений современной науки, техники, искусства.

Рост производительности труда, повышение качества продукции,

уменьшение утомляемости работающих, сокращение случаев производственного травматизма во многом зависят от архитектурного решения интерьера. Архитектура интерьера тесно связана с общим архитектурно-конструктивным обликом промышленного здания и зависит от технологического процесса, метеорологического режима помещений, санитарно-гигиенических требований, климатического района строительства.

Возможными приемами архитектурной организации интерьера промышленных зданий являются единство внутреннего пространства, связь производственных помещений с внешним пространством, использование строительных конструкций, технологического оборудования, а в отдельных случаях — и выпускаемой продукции в качестве активных элементов внутренней композиции, комплексное использование света и цвета.

При проектировании одноэтажных и многоэтажных промышленных зданий принцип **единства внутреннего пространства** получает в последнее время все большее признание. Отказ от излишних внутренних стен и перегородок позволяет применять более крупное оборудование, упрощает работы, связанные с модернизацией производственного процесса. Крупная сетка колонн придает объемно-планировочному решению производственного здания универсальность с совершенно новыми качествами интерьера.

Как указывалось, вместо многоэтажных производственных зданий в химической промышленности стали применять здания павильонного типа с размещением технологического оборудования на сборно-разборных этажерках. Такое решение резко изменило интерьер зданий химической промышленности. Вместо замкнутых, перегруженных оборудованием, низких с искусственным светом этажей возникли просторные, высокие, полные света и воздуха залы (рис. 22.1).

Архитектурное выражение единства внутреннего пространства еще более усиливается, когда плоскости пола и потолка, проходя через весь зал,

имеют одинаковые колористические (т. е. цветовые) и конструктивные решения в разных помещениях, разделенных стеклянными перегородками. Зрительный отрыв при помощи цвета колонн каркаса от несущих конструкций создает иллюзию, что единое пространство цеха перекрыто большепролетными конструкциями.

Связь производственных помещений с внешним пространством осуществляется (там, где это рационально) устройством ленточного или сплошного остекления. Зрительное слияние интерьера и природного окружения (см. рис. 22.1) благоприятно воздействует на психологическое состояние работающих, снижает их утомляемость. Ввод в здание некоторых наружных элементов (козырьков, газонов, облицовки стен и др.) способствует взаимосвязи внешнего и внутреннего пространства.

В зданиях сплошной застройки неприятное чувство замкнутости может быть смягчено с помощью светопрозрачных элементов покрытия здания, а также путем декоративного озеленения интерьера. Художественный и психологический эффект достигается также введением в композицию интерьера ложных светопроемов, пейзажных световых витражей и т. п.

Пространственное восприятие интерьера зависит от **конструктивного решения здания**. Строительные конструкции и технологическое оборудование — активные элементы архитектурной композиции.

Ритм, форма, пропорции, масштаб, фактура, цвет и освещение конструктивных элементов и технологического оборудования, находящихся внутри промышленного здания, — все это существенно влияет на архитектурный образ интерьера.

Одноэтажные промышленные здания сплошной застройки с укрупненной сеткой колонн, с единым внутренним пространством сводят на нет композиционное значение стен в интерьере. Главную роль в одноэтажных зданиях играют несущие конструкции покрытий и конструкции подвесных потолков, а в многоэтажных —

несущие конструкции перекрытий.

Так, в настоящее время с успехом находят применение большепролетные железобетонные коробчатые балки (рис. 22.2, а), которые одновременно являются несущими конструкциями и, кроме того, выполняют вторую функцию — функцию вентиляционных коробов. Для перекрытия больших пролетов применяют своды, оболочки и другие пространственные несущие конструкции. Их эффективные формы придают легкость и выразительность архитектуре интерьера.

Из рис. 22.2 видно, что меняется пространственное восприятие интерьера в случае применения пилообразного покрытия (см. рис. 22.2. б), покрытия в виде коноидов (см. рис. 22.2, в). Получившие большое распространение сборные железобетонные конструкции покрытий (балки и фермы) значительно менее целесообразны с архитектурной точки зрения. Они тяжелы, массивны и зрительно угрожают интерьеру (рис. 22.3).

Технологическое оборудование часто сильно влияет на композицию интерьера, а в некоторых производствах становится доминирующим фактором композиции, например, на производствах металлургической, ткацкой, химической промышленности (рис. 22.4, а).

Система размещения оборудования и коммуникаций может способствовать улучшению архитектурной выразительности интерьера, равно как и выпускаемая продукция может придавать производственному интерьеру новые архитектурные качества. Например, в литейных цехах расплавленный металл создает основной акцент в пространственной композиции интерьера. В сборочных цехах тракторных, комбайновых, автомобильных, самолетостроительных предприятий композиционные доминанты — конвейерные линии по сборке машин (рис. 22.4, б).

Выразительность интерьера подчеркивается **естественным или искусственным освещением**, которое усиливает или ослабляет объемность и рельефность его форм. Осветительная арматура — важный элемент компози-

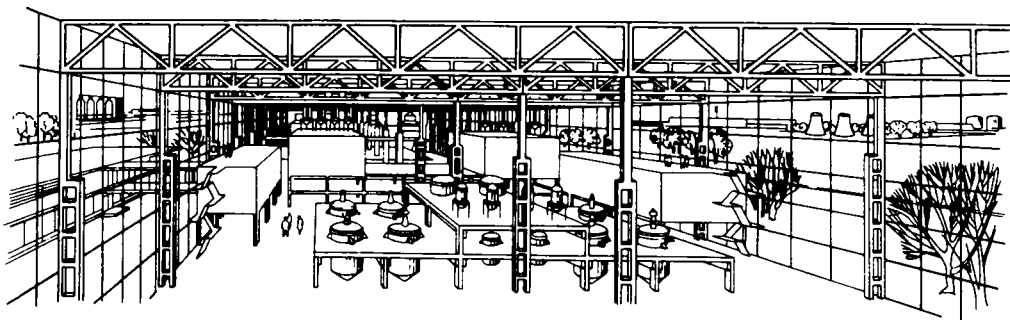


Рис. 22.1. Интерьер производственного здания павильонного типа (химическая промышленность)

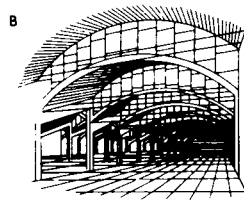
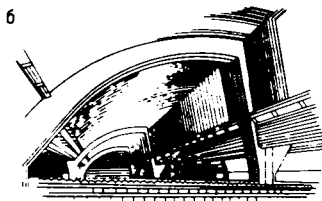
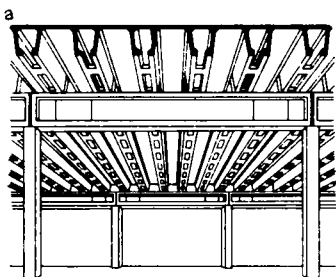
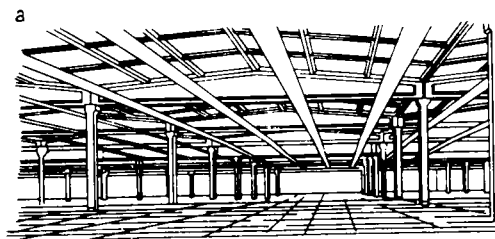


Рис. 22.2. Влияние типа несущих конструкций покрытия здания на пространственное восприятие интерьера

а — при корычатых балках; б — при пилообразных рамах; в — при оболочках-коноидах

Рис. 22.3. Традиционные конструкции покрытий одноэтажных промышленных зданий

а — железобетонные балки; б — железобетонные фермы



ции интерьера. Форма светильников искусственного освещения промышленных зданий не должна диссонировать с общим композиционным решением.

Рациональное световое и цветовое решение интерьера помещений улучшает самочувствие и настроение рабочих, создает благоприятную психологическую среду на промышленных предприятиях.

«Цвет способен на все, он может родить свет, успокоение или возбуждение. Он может создать гармонию или вызвать потрясение, от него можно ждать много чудес, но он может вызвать и катастрофу» [21, с. 78].

Цвет в производственной среде рассматривается как средство композиции, как фактор психологического комфорта и как средство информации (рис. 22.5).

К цветовой среде интерьера предъявляют как функциональные, так и архитектурно-художественные требования. К функциональным относят требования, выполнение которых гарантирует создание оптимальных условий труда на рабочем месте, способствующих снижению производственного травматизма, сохранению здоровья работающих, повышению их внимательности, улучшению работы органов зрения.

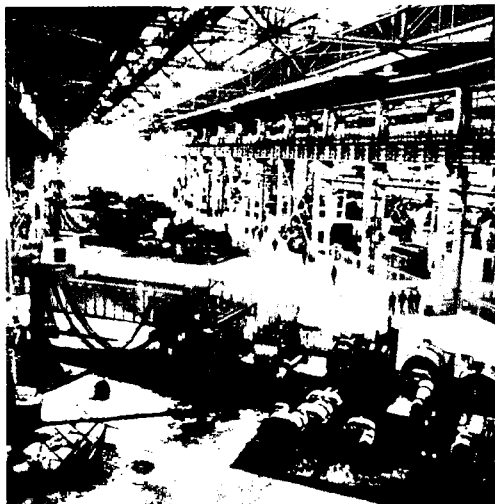


Рис. 22.4. Влияние производственного оборудования и выпускаемой продукции на композицию интерьера
а — трубозлектросварочный цех Волгоградского трубного завода (слева); б — цех сборки Горьковского автомобильного завода (справа)

Архитектурно-художественные требования к цветовой среде состоят в том, чтобы объемно-планировочное и цветное решение внутреннего пространства здания были увязаны друг с другом и цветовая архитектурно-художественная композиция интерьера производила нужное эмоциональное воздействие на работающих.

Комплексное рассмотрение функциональных и архитектурно-художественных требований позволяет определить сочетание цветов в помещении, т. е. решить его «цветовой климат».

Цвет характеризуется:

тоном — доминирующей длиной волны, по которой цвету присваивается соответствующее название;

насыщенностью — чистотой по отношению к белому (чистый цвет или с примесью белого);

светлотой — яркостью, т. е. количеством светового отражения или излучения.

Цвета, видимые человеческим глазом, располагаются в ряд: красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий, фиолетовый. Эта группа цветов называется хроматической. К хроматическим также относятся белый, черный и серый, они отличаются друг от друга только светлотой. На рис.

22.6 приведен цветовой круг, в котором по окружности расположены хроматические цвета. К основным цветам относят синий, желтый и красный; остальные цвета получают от смешения основных.

Взаимодополняющими называют цвета, которые в цветовом круге расположены диаметрально противоположно. Цвета в зависимости от восприятия их человеком условно подразделяют на холодные (зеленый, голубой, синий, фиолетовый) и теплые (красный, оранжевый, желтый).

Обычно при решении интерьера применяют совокупность цветов, которую называют **цветовой гаммой**. Она может быть холодной, теплой, смешанной или нейтральной в зависимости от преобладания соответствующих цветов.

Влияние на восприятие цвета оказывают освещение, цветовая среда, расположение здания относительно стран света и время года.

При освещении определенных поверхностей искусственными источниками света учитывают, что цвет поверхности может восприниматься по-разному в зависимости от его спектрального состава, т. е. будет зависеть от типа применяемых ламп. Освещение

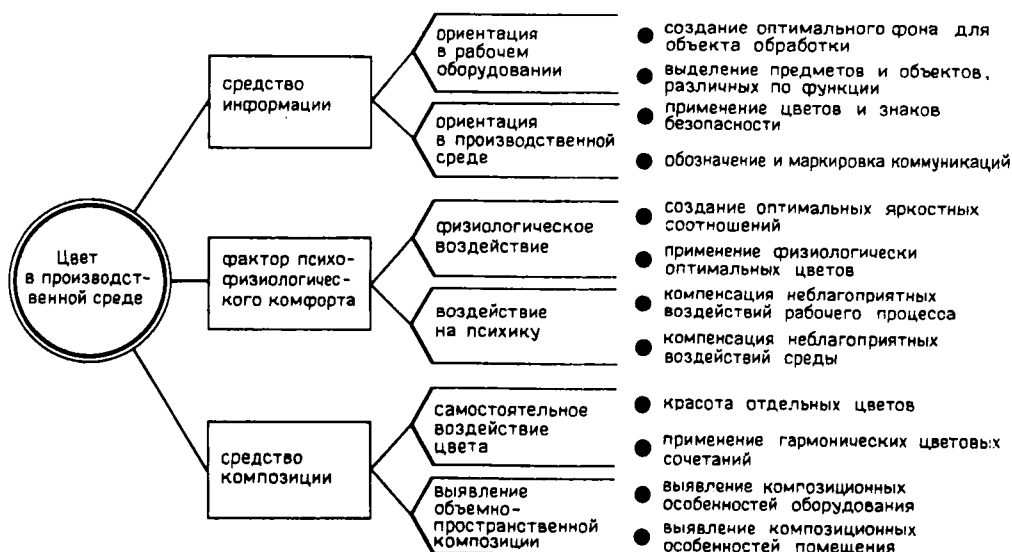


Рис. 22.5. Роль цвета в производственной среде

люминесцентными лампами дает наиболее правильную цветопередачу, так как их спектральный состав наиболее близок к солнечному свету.

При решении производственного интерьера существуют два направления применения цвета: первое основано на использовании **ярких контрастных сочетаний цветов**, второе — на использовании **тональных цветовых сочетаний**. Яркие, контрастные цветовые композиции применяют в таких производствах, где число работающих незначительно, где люди пребывают кратковременно и, следовательно, колористические решения интерьера в меньшей степени подчинены психофизиологическим требованиям.

На предприятиях с большим числом работающих, когда рабочие находятся в цехе в течение всей смены, применяют тональные сочетания без ярких цветовых акцентов. Благодаря этому создаются наилучшие в физиологическом отношении условия для работы, особенно на предприятиях, где требуется правильно различать оттенки цветов или где необходимо длительное напряжение зрения работающих.

Колористическая окраска строительных конструкций, станков и оборудования с применением оптимальных цветов и яркая контрастная окраска

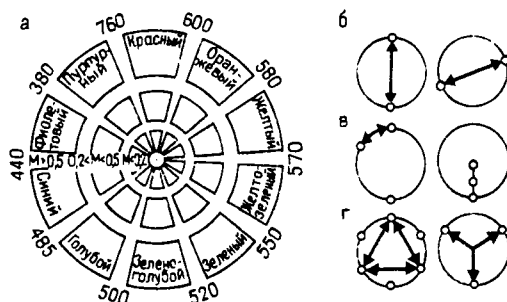


Рис. 22.6. Цветовой круг и схемы цветовых гармоний

а — цветовой круг; б — контрастная цветовая гармония; в — аналогная цветовая гармония; г — цветовые триады. Цифры, расположенные по периметру цветового круга, показывают длину волны в миллимикронах (мкм) и служат мерилем для восприятия цвета глазами человека; М — насыщенность цвета. Определяется процентным содержанием по массе (весу) чистого цветного пигмента в красочном составе. $M < 0,2$ — малая, $0,2 < M < 0,5$ — средняя, $M > 0,5$ — большая

трубопроводов и элементов наглядной агитации придают архитектурное разнообразие интерьерам промышленных зданий этой группы.

Технологический процесс производства и климатический район места строительства в значительной мере влияют на цветовой климат производственных помещений. Обычно **теплую гамму** цветов применяют в неотапливаемых цехах, в помещениях без естественного освещения и в производственных зданиях, расположенных в холодном климате; **холодную гамму** — в производственных помещениях с большими тепловыделениями

предприятий в любом климате или на предприятиях, расположенных в жарком климате. Трудовая деятельность человека играет основную роль при выборе цветовой гаммы интерьера. Так, холодную гамму цветов применяют при умственной работе, требующей постоянной сосредоточенности, а теплую — при высоких темпах ручного труда или при работах, требующих периодически большой умственной или физической нагрузки. В шумных помещениях следует отдавать предпочтение спокойным цветам: зеленым или синим, так как они нейтрализуют возбуждение человека.

При решении интерьера цеха все окрашиваемые элементы производственной среды подразделяют на группы: I — строительные конструкции; II — технологическое оборудование; III — подъемно-транспортное оборудование; IV — инженерные коммуникации; V — цеховая графика (наглядные информация и агитация). Каждой группе соответствует свое цветовое решение.

Максимальную площадь цветowych поверхностей занимают строительные конструкции — стены, потолок, перегородки, пол. При правильном выборе цветовой гаммы интерьера производственного помещения можно достичь лучшей освещенности цеха и рабочего места за счет использования отраженного света от окрашенных поверхностей, улучшить зрительное восприятие пропорций помещения, создать благоприятный фон для обрабатываемых деталей.

Размеры, конфигурация и конструктивная схема здания имеют существенное значение при цветовом решении интерьера. Учитывая динамические свойства цвета, путем оптического обмана можно исправлять диспропорции помещений. Длинные и узкие помещения могут казаться шире и короче, если торцевые стены окрасить в интенсивный теплый, а боковые в светлый холодный тон. При окраске потолка в теплый интенсивный цвет высота помещения зрительно снижается, а при окраске в светлый холодный цвет — повышается.

Особенности архитектурной композиции интерьера можно подчеркнуть путем соответствующего подбора цветовой гаммы. Это достигается либо введением **цветовых ритмических композиций**, либо выявлением **тектонической структуры** здания, либо изменением **масштабности интерьера**.

При решении архитектурной композиции интерьера часто применяют системы **метрического и нарастающего ритма**. Например, чрезмерное разнообразие станочного оборудования локализуют выделением строительных конструкций цветом с чередованием их через одинаковые интервалы (метрический ритм). При чрезмерно однообразном оборудовании и повторяющихся конструкциях разумно применять цветовое решение конструкций в нарастающем ритме.

Иногда противопоставление элементов каркаса ограждающим конструкциям выполняют с помощью цвета, благодаря чему четко выявляют тектоническую структуру здания.

Характер цветовой гаммы может изменять восприятие масштабности интерьера. Лаконичное решение цветовой композиции с минимальным числом цветов, с крупными цветовыми плоскостями при сдержанных гармонических соотношениях обуславливает крупный масштаб интерьера. Многоцветные композиции расчленяют интерьер помещений на отдельные объемы.

Большое значение в цветовой композиции интерьера играют окрашиваемые поверхности станков, машин, установок и других технологических элементов. Выбор цвета оборудования увязывают с общей цветовой гаммой всего помещения. При этом учитывают назначение станка, его архитектуру, характер загрязнения в процессе работы и цвет обрабатываемого изделия. Основная задача при назначении цвета — создание оптимальных условий зрительной работы, а также отображение назначения станка.

За последнее время получает распространение окраска станков в определенной цветовой гамме, которая дает возможность улучшить их внешний

вид, повысить архитектурно-художественные качества интерьера и благоприятно воздействовать на работающих. Окраска станков должна быть сдержанной и лаконичной, без ярких и насыщенных тонов.

Для окраски элементов рабочей зоны, рабочих мест и всего помещения цеха применяют как максимально насыщенные, так и разбеленные цвета. Цвета малой и средней насыщенности выбирают для поверхностей элементов рабочей зоны. Для рабочего места и всего помещения гамму цветов расширяют, так как разнообразие способствует снижению зрительно-нервного утомления рабочих и улучшению архитектурного облика интерьера. Для улучшения качества зрительной информации вводят специальные **сигнально-предупредительные** цвета. Они повышают безопасность работы и доходчивость информационных сообщений, а также устраняют монотонность в окраске помещений. Символические обозначения с применением цвета проще ассоциируются в сознании работающих и поэтому получают в настоящее время все большее распространение. Сигнально-предупредительная маркировочная окраска вводится также для обозначения коммуникаций, благодаря чему повышается безопасность работ.

Рекомендации по выбору гаммы цветовой отделки интерьера в зависимости от климата района строительства, ориентации производственного помещения, внутреннего микроклимата, характера производимых работ приводятся в «Указаниях по проектированию цветовой отделки интерьеров производственных зданий промышленных предприятий СН 181-70».

В связи с внедрением в практику строительства универсальных зданий возникает проблема создания универсального интерьера.

Универсальный цветовой климат можно создать изменением цветности освещения, введением цветового фона путем установки цветowych переносных экранов, изменением цвета оборудования и рабочей одежды, включением цветowych пятен путем окраски некоторых элементов, несущих определенную функциональную нагрузку (приборные щиты, плакаты, лозунги и т. д.), психологической нейтрализацией нежелательного воздействия окружающей среды путем введения фотографий, репродукций и элементов монументально-декоративного искусства (например, фотографии зимнего пейзажа способствуют нейтрализации восприятия повышенной температуры в цехе), использованием звуковых, обонятельных, вкусовых и электромагнитных раздражителей, под воздействием которых происходит изменение цветowych ощущений.

Архитектурно-художественное решение интерьера невозможно только при помощи одного цвета. Только комплексная организация внутреннего пространства с учетом объемно-планировочного и конструктивного решения здания, его оборудования и коммуникаций, с активным использованием фактуры и цвета применяемых материалов, с учетом зрительного сливания интерьера и природного окружения и других рассмотренных факторов позволяет рационально, эстетически полноценно разработать архитектурную композицию интерьера промышленного здания.

Раздел второй

Конструкции промышленных зданий

§ 23. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Здание независимо от назначения по своей структуре представляет собой совокупность различных конструктивных элементов, взаимосвязанных между собой в определенном порядке, обеспечивающем прочность, устойчивость и долговечность как всей конструктивной системы в целом, так и ее отдельных элементов. Конструктивные элементы и сопряжение их между собой, т. е. конструктивные узлы проектируют в соответствии с направлением внешних силовых и несиловых воздействий, величиной напряжений и других физических процессов, возникающих в конструкции.

Решение конструктивных элементов, узлов, а также всей конструктивной системы промышленного здания определяется технологическим процессом, для которого здание предназначено, параметрами воздушной среды, объемно-планировочным решением и отвечающим ему конструктивным замыслом.

Конструктивные элементы того или иного назначения в течение всего периода эксплуатации здания подвергаются различным видам внешних воздействий, которым они должны противостоять, сохраняя прочностные, изоляционные и другие эксплуатационные качества в соответствии с установленным сроком службы. При этом конструктивные решения должны удовлетворять требованиям industriальности и экономической целесообразности.

Для выбора конструктивного решения любого элемента здания целесообразно: определить функциональное назначение и место конструктивного элемента в здании; выявить внешние воздействия, которым подвергается рассматриваемый элемент; выявить процессы и явления,

которые возникают под влиянием всей суммы внешних воздействий; сформулировать требования к рассматриваемым элементам, определяемые заданием, нормами и правилами проектирования; выбрать возможные решения, оценить их и, наконец, выбрать окончательное конструктивное решение элемента и произвести необходимые расчеты и технико-экономические обоснования.

Как следует из изложенного, поиск оптимального решения конструктивного элемента здания — сложная задача, основывающаяся на оптимизации решения по нескольким критериям. Во многих случаях такого решения достигнуть невозможно. Отсюда поиск сводится к выявлению некоторого компромиссного решения, которое, не являясь лучшим при оценке его по одному из критериев, оказывается оптимальным при учете всей совокупности критериев.

Для того, чтобы на всех этапах проектирования конструктивного элемента здания иметь возможность глубоко разбираться во всех протекающих в этом элементе явлениях и процессах и находить правильные решения возникающих технических задач, необходимы глубокие знания основополагающих наук (физики, химии), а также прикладных дисциплин, формирующих профессиональные знания инженера (строительные материалы, строительная физика и др.), и положения настоящего курса архитектуры.

История строительной техники показывает, что решения конструктивных элементов здания в ходе развития исторического процесса постоянно изменялись и совершенствовались по мере раскрытия новых законов природы, развития наук, совершенствования техники, накопления опыта строительства и эксплуатации зданий, роста потребности в различных типах зданий.

Этот процесс видоизменения назначения, облика и конструкций здания особенно сильно проявляется теперь, когда в мире происходит научно-техническая революция, затрагивающая все отрасли науки и техники, и когда строительство, особенно в наших условиях, приходится осуществлять во все возрастающих масштабах, а промышленность предоставляет для строительства все новые высокоэффективные виды строительных материалов, машин, внутреннего специального оборудования.

Таким образом на первом этапе проектирования определяют функциональное назначение и место конструктивного элемента в здании. На втором этапе решения поставленной задачи возникает необходимость всю совокупность воздействий, которым подвергается проектируемый элемент в процессе изготовления, доставки на стройку, монтажа и последующей эксплуатации, схематизировать и представить в виде системы простейших воздействий. Такая схематизация может быть справедливой в том случае, если последствия схематизированных воздействий будут аналогичны последствиям, возникающим в действительных условиях. Чем полнее система простейших воздействий будет воспроизводить действительную, тем точнее будет модель и тем достовернее полученные результаты.

Для того, чтобы решению рассматриваемой задачи придать определенную систему, а также иметь возможность ее формализовать для последующего использования ЭВМ, все внешние воздействия, воспринимаемые элементом, классифицируют по природе их возникновения, характеру и времени действия.

По природе возникновения могут быть выделены следующие внешние воздействия:

воздействия, определяемые местом рассматриваемого элемента в общей конструктивной схеме здания;

воздействия, вытекающие из природно-климатических условий и др. особенностей района строительства;

воздействия, вызываемые условиями эксплуатации помещений и работой расположенного в них технологического оборудования;

воздействия, возникающие в процессе производства строительных работ, изготовления и монтажа деталей;

Различные воздействия могут быть разовыми или повторяющимися в течение всего периода эксплуатации здания, могут накладываться одно на другое или действовать независимо, быть главными, определяющими и малозначительными. Выявление всех воздействий, играющих основную роль в решении рассматриваемого конструктивного элемента, — главная задача этого этапа.

Все воздействия, как силовые, так и несиловые (температура, влажность, солнечная радиация и др.), способны вызвать в рассматриваемом элементе различные деформации, перемещения, изменения физико-механических свойств материалов, из которых состоит элемент. Последствия перечисленных воздействий могут носить обратимый характер, когда после прекращения их влияния на элемент или материалы последние восстанавливают свои первоначальные качества, и необратимые, навсегда видоизменяющие первоначальное положение элемента, его размеры, свойства, структуру.

Так, могут произойти упругие и выходящие за пределы упругости деформации, перемещения, осадки, усадки, разбухание, периодическое или единовременное раскрытие швов в стыках, трещинообразование. Могут происходить накопление влаги, различные структурные изменения, понижающие изоляционные качества ограждения; могут интенсивно развиваться коррозия, гнилостные процессы, меняться свойства материала, сокращаться тем самым сроки службы и ухудшаться эксплуатационные качества конструкций.

При разных сочетаниях воздействий последствия, накладываясь одно на другое, могут способствовать созданию более благоприятных условий или, наоборот, резко их ухудшать.

Выявить все последствия, обусловленные основными видами воздействий, с учетом вероятности их возникновения, повторяемости и совпадения, — основная задача **третьего этапа** конструирования.

На **четвертом этапе** устанавливают требования, которым должен удовлетворять конструируемый элемент. Эти требования вытекают из функционального его назначения и основываются на опыте строительства и эксплуатации подобных конструкций и рекомендаций, полученных по итогам научных исследований в этой области. Указанные требования устанавливают допустимые пределы возможных последствий, нормируют сроки службы и эксплуатационные качества элемента, его эстетические качества, степень индустриальности.

Требования, предъявляемые к элементу, определяют его прочность и устойчивость, изолирующую способность, долговечность, огнестойкость, гигиеничность, художественную выразительность, строительную технологичность, технико-экономическую целесообразность. Устанавливают их исходя из значимости и капитальности строящегося здания в соответствии с действующими нормами проектирования, указаниями, инструкциями и другой технической документацией. В тех случаях, когда по отдельным вопросам таких материалов нет, требования устанавливают на основе опыта строительства и эксплуатации аналогичных объектов в соответствующих природно-климатических условиях. Указанные требования подробно изложены ранее [2, с. 10].

После того, как четко выявлены и схематизированы все воздействия, которым подвергается проектируемый элемент, определены последствия, ими вызываемые, а также уточнены предъявляемые к нему требования, предоставляется возможным подойти к основному, **пятому, этапу** решения задачи — выбору замысла конструкции на основе сопоставления различных вариантов ее решения и с использованием различных строительных материалов.

Естественно, что применительно к каждому виду решаемой конструкции (учитывая специфический для нее характер воздействия и возникающие последствия) требования, предъявляемые в каждом конкретном случае, рассматривают с большой полнотой. Нужно отметить, что именно на этом этапе решения задачи — определения замысла конструкции и выбора материалов — в наибольшей степени должны сказаться подготовка, опыт и творческие способности инженера.

Принципиальное решение конструкций, включая выбор материалов, требующихся для ее осуществления, должно сопровождаться проведением необходимых расчетов для установления размеров как самой конструкции, так и составных ее частей. При этих расчетах используют все знания в области строительной физики, сопротивления материалов и др.

После определения всех размеров и графического отображения конструируемого элемента важно дать ему всестороннюю технико-экономическую оценку и сравнить с другими имеющимися решениями.

Рассматривая изложенную выше методику конструирования, мы не были связаны какими-либо конкретными условиями работы этих элементов или установленными требованиями. Это — следствие того, что для различного функционального назначения элементов будет видоизменяться лишь характер воздействий, которым они подвергаются, возникающие в связи с этим последствия и предъявляемые к ним требования. Изложенное решение задачи по конструированию элементов зданий может рассматриваться как определенный метод решения общей задачи «от среды к конструкции».

Положительной стороной рассмотренного метода решения задачи, когда она формализуется и расчленяется на ряд частных задач, рассматриваемых в их логической последовательности, надо считать и то, что она может решаться математически с использованием ЭВМ и при этом менее вероятно возникновение случайных ошибок.

Глава VI

Каркасы промышленных зданий

Каркас одноэтажного промышленного здания обычно состоит из поперечных рам, образованных колоннами и несущими конструкциями покрытия (балки, фермы, арки и др.), и продольных элементов: фундаментных, подкрановых, обвязочных балок, подстропильных конструкций, плит покрытия и связей. Когда несущие конструкции покрытий выполняют в виде пространственных систем — сводов, куполов, оболочек, складок и др., они одновременно являются продольными и поперечными элементами каркаса.

Материалом для устройства каркаса служат преимущественно железобетон и реже сталь. При выборе материала каркаса руководствуются характером силовых и несиловых воздействий, воспринимаемых каркасом, а также учитывают размеры пролетов, шага колонн, высоту здания, место строительства, требования огнестойкости и технико-экономические соображения.

Элементы каркаса подвергаются сложному комплексу силовых и несиловых воздействий (рис. 24.0). Силовые — возникают от действия постоянных (масса конструкций) и временных (люди, ветер, снег, грузоподъемные устройства и др.) нагрузок, несущих статический или динамический характер, поэтому к элементам каркаса в первую очередь предъявляются требования прочности, устойчивости и малой деформативности.

Элементы каркаса воспринимают многочисленные несиловые воздействия внешней и внутренней среды в виде положительных и отрицательных температур, тепловых ударов, жидкой и парообразной влаги, воздуха и содержащихся в воздухе химических веществ; в некоторых случаях на элементы каркаса могут воздействовать минеральные масла и эмульсии, органические растворители, кислоты, щелочи, аэрозоли, животные жиры,

микроорганизмы, блуждающие токи и др.

Под влиянием перечисленных воздействий в элементах каркаса происходит ряд сложных физико-химических процессов: переменный нагрев и охлаждение конструкций, передача тепла, увлажнение или осушение, коррозия материала. Поэтому элементы каркаса должны отвечать требованиям долговечности, т. е. обладать термостойкостью, влагостойкостью, коррозиестойкостью, биостойкостью.

В соответствии с требованиями пожарной безопасности каркас должен иметь необходимую степень огнестойкости. Кроме того, конструкции каркаса должны быть промышленными и экономичными.

Выбор материала каркаса производят в соответствии с «Техническими правилами по экономному расходованию основных строительных материалов» (ТП 101-81*).

В одноэтажных производственных зданиях допускается применять стальные несущие конструкции:

а) для стропильных и подстропильных конструкций: в отапливаемых зданиях с пролетами 30 м и более; в неотапливаемых зданиях и навесах различного назначения с асбестоцементной кровлей с пролетами до 12 м включительно при грузоподъемности подвешного подъемно-транспортного оборудования более 2 т, с пролетом 18 м при грузоподъемности подвешного подъемно-транспортного оборудования более 3,2 т; в зданиях и навесах пролетом 24 м и более; в неотапливаемых однопролетных зданиях с рулонной кровлей с пролетами 30 м и более, а в многопролетных зданиях — с пролетами 18 м и более; в зданиях с подвесным подъемно-транспортным оборудованием грузоподъемностью более 5 т либо другими подвесными устройствами, создающими нагрузки, превы-

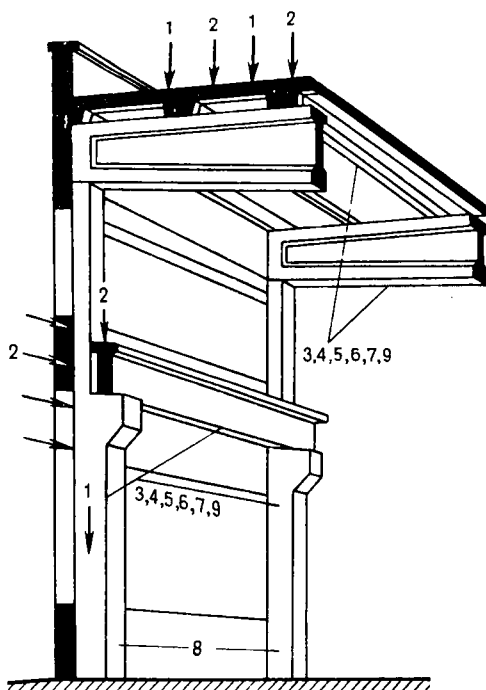


Рис. 24.0. Внешние воздействия на элементы каркаса
1 — постоянные нагрузки; 2 — временные нагрузки; 3 — температура внутреннего воздуха; 4 — тепловые удары; 5 — жидкая и парообразная влага; 6 — агрессивные химические вещества; 7 — микроорганизмы; 8 — блуждающие токи; 9 — звук

шающие предусмотренные для типовых железобетонных конструкций; в зданиях на участках с развитой сетью подвесного конвейерного транспорта; в зданиях с расчетной сейсмичностью 8 баллов с пролетами 24 м и более; в зданиях с расчетной сейсмичностью 9 баллов с пролетами 18 м и более, а также в случаях возведения зданий в труднодоступных районах строительства; в зданиях с большими динамическими нагрузками (копровые цехи, взрывные отделения и др.); над горячими участками цехов с интенсивным теплоизлучением при температуре нагрева поверхности конструкций более 100° С (холодильники прокатных цехов, отделения нагревательных колодцев, печные и разливные пролеты и т. п.) и др.;

б) колонны: в зданиях при высоте их от пола до низа стропильных конструкций более 18 м; при наличии мостовых кранов общего назначения

грузоподъемностью 50 т и более независимо от высоты колонн, а также при меньшей грузоподъемности кранов тяжелого режима работы; при шаге колонн более 12 м; при двухъярусном расположении мостовых кранов;

в) для подкрановых балок, светоаэрационных фонарей, ригелей и стоек фахверка;

г) для типовых легких несущих и ограждающих конструкций комплексной поставки (в этом случае могут применяться стальные и железобетонные колонны).

В настоящее время для одноэтажных промышленных зданий с унифицированными нагрузками применяют в основном сборный железобетонный каркас. В отдельных случаях можно применять каркас смешанного типа, в котором вертикальные элементы выполняют из железобетона или камня, а несущие конструкции покрытия — из стали или дерева.

§ 24. ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КАРКАСЫ ОДНОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

В современном индустриальном строительстве применяют в основном сборные железобетонные каркасы, конструктивные элементы которых типизированы.

Колонны каркаса. Конструкция сборных железобетонных колонн зависит от объемно-планировочного решения промышленного здания и наличия в нем того или иного вида подъемно-транспортного оборудования определенной грузоподъемности. В связи с этим сборные железобетонные колонны подразделяют на две группы. Колонны, относящиеся к первой группе, предназначены для зданий без мостовых кранов, в бескрановых цехах и в цехах, оснащенных подвесным подъемно-транспортным оборудованием. Колонны, относящиеся ко второй группе, применяют в цехах, оборудованных мостовыми кранами.

По конструктивному решению колонны разделяют на **одноветвевые** и **двухветвевые**, по местоположению в здании — на крайние, средние и располагаемые у торцевых стен.

Типовые колонны запроектированы под нагрузки: от покрытия и подвесного подъемно-транспортного оборудования в виде монорельсов или подвесных кранов грузоподъемностью до 5 т и от покрытия и мостовых кранов грузоподъемностью до 50 т. Разработаны решения сборных железобетонных двухветвевых колонн под краны грузоподъемностью 75/20, 100/20 и 125/20 т для пролетов 24, 30 и 36 м при шаге колонн 6 и 12 м. Градация колонн по высоте установлена кратной модулю 600 мм.

Для зданий без мостовых кранов, имеющих высоту от пола до низа несущих конструкций покрытия до 9,6 м, применяют колонны сечением 400×400 , 500×500 и 600×500 мм (рис. 24.1, а). Средние колонны сечением 400×400 мм в месте опирания несущих конструкций покрытия имеют со стороны двух боковых граней консоли. Выбор сечения колонны зависит от размеров пролета и их числа, величины шага колонн, наличия подстропильных конструкций, подвесного транспорта и конструктивного решения покрытия.

В тех случаях, когда бескрановое здание должно иметь высоту более 9,6 м, можно использовать колонны для зданий с мостовыми кранами. Такое решение позволяет расширить область применения типовых колонн без увеличения числа их типоразмеров. Для зданий, оборудованных мостовыми кранами грузоподъемностью до 20 т, применяют одноветвевые колонны прямоугольного сечения (см. рис. 24.1, б).

Колонна для здания, оборудуемого мостовыми кранами, состоит из надкрановой и подкрановой частей. Надкрановая часть служит для опирания несущей конструкции покрытия и называется надколонником. Подкрановая часть воспринимает нагрузки от надколонника, а также от подкрановых балок, которые опирают на консоли колонн, и передает их на фундамент. Крайние колонны имеют одностороннюю консоль, средние — двухсторонние консоли.

Сечения крайних и средних колонн

при шаге 6 м — 400×600 и 400×800 мм, а при шаге 12 м — 500×800 мм. При кранах грузоподъемностью до 30 т и высоте здания более 10,8 м применяют двухветвевые колонны, которые по расходу материала экономичнее одноветвевых. Они бывают **ступенчатые** и **ступенчато-консольные** (см. рис. 24.1, в): первые предназначены для крайних рядов, вторые — для средних.

Высота типовых двухветвевых колонн 10,8—18 м. Колонны высотой 16,2 и 18 м применяют в тех случаях, когда это целесообразно по эксплуатационным условиям и обосновано экономическими соображениями. Просветы между ветвями используют для пропуска санитарно-технических и технологических коммуникаций. В отдельных случаях можно применять железобетонные колонны при кранах грузоподъемностью свыше 50 т. В таких двухветвевых колоннах устраивают проходы для рабочих, которые располагают на уровне подкрановых путей.

Величина заглубления колонн ниже нулевой отметки зависит от вида и высоты колонн, грузоподъемности кранового оборудования и наличия помещений или приямков, располагаемых ниже уровня пола. Величина заглубления колонн в зданиях с подвесным транспортом и без него — 0,9 м; колонн прямоугольного сечения, применяемых в зданиях с мостовыми кранами, — 1 м; двухветвевых колонн высотой 10,8 м — 1,05 м и таких же колонн высотой 12,6—18 м — 1,35 м; двухветвевых колонн при кранах грузоподъемностью более 50 т — 1,6 м, а при наличии технических подполий, каналов или подвалов — 3,6—5,6 м. Такие размеры обусловлены унификацией размеров сборных железобетонных конструкций. С элементами каркаса колонны соединяют болтами и сваркой стальных закладных деталей (см. рис. 24.1, г).

На боковых поверхностях одноветвевых и двухветвевых колонн в местах их заделки в фундамент для восприятия сдвигающих усилий предусматривают устройство шпонок в

Рис. 24.1. Сборные железобетонные колонны

а — одноветвевые для бескрановых зданий; б — одноветвевые для крановых зданий; в — двухветвевые для крановых зданий; г — расположение закладных стальных деталей в колонне: 1 — стальной лист с анкерами для крепления сборных железобетонных балок или ферм; 2 — то же, для крепления подкрановых балок; 3 — стальной лист для крепления подкрановых балок к колоннам поверху; 4 — закладные детали для крепления вертикальных связей; 5 — закладная деталь для крепления стеновых панелей, 6 — отверстие для строповки; 7 — опорный столик

Рис. 24.2. Типы цилиндрических колонн

Рис. 24.3. Сборные фундаменты под колонны

а — из одного блока; б — из блока и плиты; 1 — фундаментная плита; 2 — стакан; 3 — подъемные петли; 4 — риски; 5 — сварные швы; 6 — выравнивающий слой раствора; 7 — закладные детали и анкера; 8 — газовые трубки

виде треугольных канавок глубиной 25 мм с шагом 200 мм.

Марки колонн для определенного типа здания подбирают по каталогу сборных железобетонных изделий в зависимости от грузоподъемности кранов, режима их работы, шага колонн, пролета и высоты здания, нагрузки от покрытия и давления ветра.

К современным прогрессивным конструктивным решениям колонн можно отнести цилиндрические колонны из центрифугированного железобетона, которые применяют в настоящее время в экспериментальном порядке как для зданий без опорных кранов, так и с опорными кранами грузоподъемностью до 30 т и в промышленных сооружениях различного назначения. Такое решение позволяет уменьшить расход бетона на 30—50% и стали на 20—30% (рис. 24.2).

Фундаменты под колонны. Объем бетона, идущего в фундаменты под колонны в промышленном здании, составляет 20—35% общего объема расходуемого бетона, а стоимость их возведения составляет 5—20% полной стоимости здания. Это говорит о том, что правильный выбор конструкции фундамента имеет существенное значение и в значительной мере влияет на стоимость всего здания.

Фундаменты устраивают монолитными и сборными. Сборные железобетонные фундаменты могут быть из одного блока, из блока и плиты или из нескольких блоков и плит. Блоки и плиты укладывают на подготовку толщиной 100 мм — щебеночную при сухих грунтах и бетонную

(марки 50) при влажных грунтах.

На один фундаментный блок можно опирать от одной до четырех колонн (в местах устройства температурных швов). Площадь подошвы и другие размеры фундамента устанавливают по расчету в зависимости от передаваемой на него нагрузки и несущей способности основания.

Фундаменты в виде отдельных блоков (рис. 24.3) имеют квадратное или прямоугольное очертание в плане. Их применяют под сборные железобетонные колонны сечением 400×400 и 500×500 мм. Одноблочные фундаменты массой до 12 т изготавливают на заводах сборных железобетонных конструкций, а массой до 22 т — на полигонах или их выполняют монолитными непосредственно на строительной площадке. Одноблочные фундаменты — башмаки устраивают ступенчатыми с размерами стаканов соответственно размерам поперечных сечений колонн.

Когда на фундаменты передают большие нагрузки, что вызывает значительные их размеры, и масса блока превышает грузоподъемность кранов, а применение монолитной конструкции экономически нецелесообразно, возникает необходимость применения сборных фундаментов. Сборные фундаменты могут быть из двух элементов — блока и плиты (см. рис. 24.3, б) или нескольких блоков и плит (рис. 24.4, а). Последние применяют в том случае, если масса блоков в двухблочном фундаменте оказывается больше грузоподъемности наличных транспортных и монтажных средств. Сборные элементы фундаментов укладывают на растворе и скрепляют между собой сваркой закладных стальных деталей.

На сборные фундаменты расходуется большое количество бетона и стали. Для устранения этого недостатка элементы многоблочного фундамента можно выполнять с вертикальными пустотами, получая фундамент как бы в виде балочной клетки (см. рис. 24.4 б). Блоки и плиты, образующие фундамент, представляют собой пакеты железобетон-

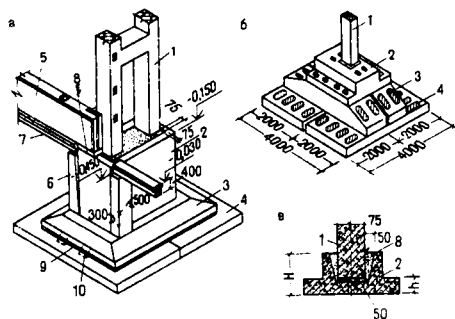


Рис. 24.4. Сборные железобетонные фундаменты и опирание на них колонн каркаса

а — из нескольких блоков и плит; б — то же, из блоков с пустотами; в — жесткая заделка колонны в стакан: 1 — колонна; 2 — башмак со стаканом (подколонник); 3 — промежуточный блок; 4 — плиты; 5 — цокольная панель; 6 — столбик; 7 — фундаментная балка; 8 — монтажный бетон; 9 — цементный раствор; 10 — соединение закладных стальных деталей с помощью сварки

ных элементов, соединенных конструктивными диафрагмами.

Число, размеры и расположение пустот в плане выбирают так, чтобы при укладке элементов фундамента друг на друга образовались колодцы, проходящие через весь фундамент. Вертикальные пустоты могут быть различной формы: круглые, квадратные, прямоугольные, овальные. В случае передачи на фундамент эксцентричной нагрузки часть вертикальных колодцев в пределах контура подколонника может быть заармирована и замонтирована.

Отметка верхнего обреза фундамента независимо от грунтовых условий должна быть на 150 мм ниже отметки чистого пола (см. рис. 24.4, а). Такое решение дает возможность осуществлять монтаж конструкций наземной части здания после того, как произведена обратная засыпка котлованов, устроена подготовка под полы и проложены все коммуникации, что особенно важно в условиях просадочных макropористых грунтов, когда попадание воды в котлованы должно быть совершенно исключено.

Для заложения фундаментов на требуемую по геологическим условиям глубину применяют в зависимости от экономической целесообразности один из следующих способов: устраивают дополнительную подушку под подошвой фундамента, увеличивают верхнюю ступень фундамента, колон-

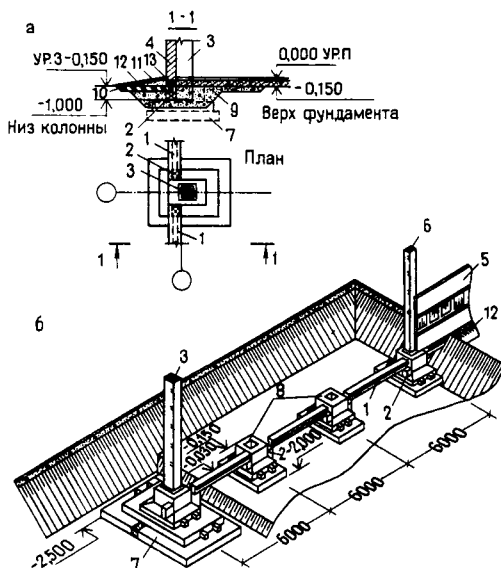


Рис. 24.5. Опирание фундаментных балок на фундаменты

а — под продольную стену; б — под торцевую стену: 1 — фундаментная балка; 2 — бетонный столбик; 3 — колонна; 4 — самонесущая продольная стена; 5 — торцевая стена; 6 — фахверковая колонна; 7 — фундамент под основную колонну; 8 — фундамент под колонну фахверка; 9 — шлаковая засыпка; 10 — жирная глина; 11 — песчаная подсыпка; 12 — отмостка; 13 — гидроизоляция

ны устанавливают одной высоты (по наименьшей отметке заложения фундаментов), а в местах изменения отметок заложения фундаментов применяют вставки — подколонники.

Соединение колонн каркаса с фундаментами, как правило, выполняют в виде жесткого сопряжения. При таком соединении колонны устанавливают в специально устроенные в фундаментах стаканы (см. рис. 24.4, в). При этом зазоры в стаканах между колоннами и башмаками заполняют бетоном.

Фундаментные балки. Наружные и внутренние самонесущие стены здания устанавливают на фундаментные балки, посредством которых нагрузку передают на фундаменты колонн каркаса. Фундаментные балки укладывают на специально заготовленные бетонные столбики, устанавливаемые на обрезы фундаментов (рис. 24.5, а).

Основные фундаментные балки изготавливают высотой 450 мм (для шага колонн 6 м) и 600 мм (для шага колонн 12 м) и шириной 260, 300, 400 и 520 мм. Эти размеры соответствуют

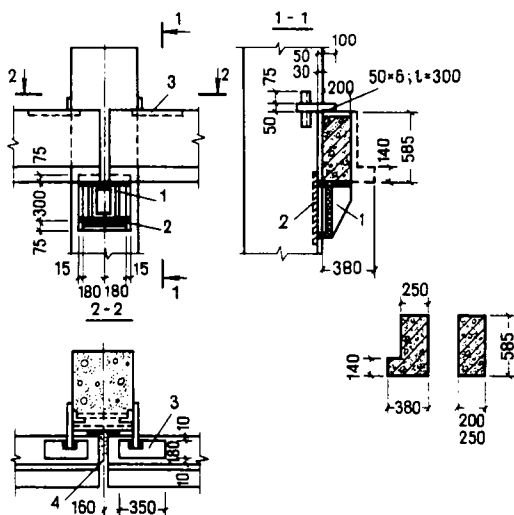


Рис. 24.6. Крепление обвязочных балок к железобетонной колонне

1 — стальная опорная консоль; 2 — закладные детали в колонне; 3 — закладная деталь в обвязочной балке; 4 — бетон на мелком гравии

наиболее распространенной в промышленных зданиях толщине наружных стен. На рис. 24.5, б показано расположение фундаментных балок под торцевую стену. Сечение фундаментных балок может быть тавровым, трапецевидным и прямоугольным. Балки таврового сечения получили наибольшее распространение как более экономичные по расходу стали и бетона.

При замерзании под действием увеличивающихся в объеме пучинистых грунтов в фундаментных балках могут возникнуть деформации. Во избежание этого и для предохранения пола от промерзания вдоль стен балку с боков и снизу засыпают шлаком. Верхнюю грань фундаментной балки размещают на 30—50 мм ниже уровня пола помещения, который в свою очередь располагают примерно на 150 мм выше отметки спланированной вокруг здания поверхности земли.

Поверх фундаментных балок укладывают гидроизоляцию из цементно-песчаного раствора или из двух слоев рулонного материала на мастике. На поверхности земли вдоль фундаментных балок устраивают отмостку или тротуар. После установки сборных

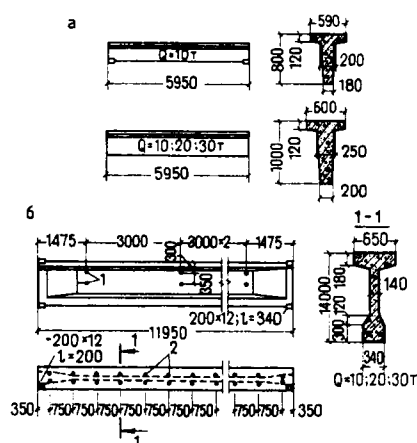


Рис. 24.7. Железобетонные подкрановые балки

а — тавровые под краны грузоподъемностью 10–30 т при шаге колонн 6 м; б — двутавровые под краны грузоподъемностью 10–30 т при шаге колонн 12 м; 1 — отверстия для крепления троллейных проводов; 2 — отверстия для крепления кранового пути

фундаментных балок на место зазоры между ними и колоннами заполняют бетоном.

Обвязочные балки служат для опирания наружных стен в местах перепада высот зданий, а при расположении этих балок над оконными проемами они выполняют роль перемычек. Изготавливают обвязочные балки разрезными. Их размеры и форму поперечного сечения принимают в зависимости от толщины устанавливаемых на них стен и величины передаваемой нагрузки.

Обвязочные балки применяют тогда, когда стены здания делают из кирпича или мелких блоков. Размеры обвязочных балок унифицированы, под кирпичные стены ширина 250 и 380 мм с «носком», под стены из мелких блоков толщиной 190 мм обвязочные балки принимают шириной 200 мм. Обвязочные балки изготовляют высотой 600 мм и длиной 6 м (рис. 24.6) и крепят к колоннам каркаса с помощью монтажных деталей, привариваемых к закладным деталям в балках и колоннах. В типовых железобетонных колоннах для этих целей используют закладные детали, предусмотренные для крепления стеновых панелей.

Железобетонные подкрановые балки служат опорами для рельсов,

по которым передвигаются мостовые краны. Кроме того, они обеспечивают продольную пространственную жесткость каркаса здания.

Железобетонные подкрановые балки имеют ограниченное применение и могут быть разрезными и неразрезными. Первые по сравнению со вторыми получили большее распространение, так как они проще в монтаже. При устройстве неразрезных балок расход арматуры меньше, однако выше трудоемкость их изготовления.

В зависимости от положения балок вдоль кранового пути различают балки средние и крайние, располагаемые у поперечных температурных швов и у торцов зданий. Последние имеют те же размеры, что и средние, однако закладные детали в них, предназначенные для крепления к колоннам, располагают на расстоянии 500 мм от торца балок.

Железобетонные подкрановые балки могут быть таврово-трапециевидного или двутаврового сечения (рис. 24.7), их применяют под краны легкого и среднего режима работы при шаге колонн 6 и 12 м и грузоподъемности мостовых кранов до 30 т.

После установки и выверки подкрановых балок производят их крепление (рис. 24.8) к колоннам: внизу — на болтах и сварке, сверху — приваркой вертикально поставленного листа к закладным деталям в колонне и балке. При изготовлении железобетонных подкрановых балок в их тело закладывают газовые трубки, необходимые для пропуска болтов крепления кранового пути и подвесок для троллейных проводов.

Крановый путь монтируют в определенной последовательности. Поверху подкрановой балки укладывают тонкую упругую подкладку из резиновой ткани толщиной 8—10 мм с двухсторонней резиновой обкладкой. Перед ее укладкой поверхности подкрановой балки, рельса и упругой подкладки тщательно очищаются от грязи и жира. По упругой подкладке устанавливают и отрихтовывают крановый рельс и затем закрепляют его лапками-прижимами.

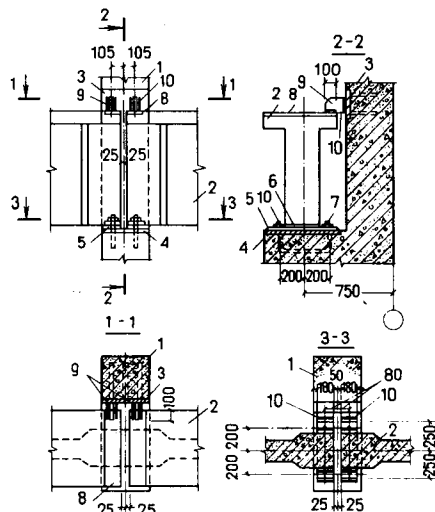


Рис. 24.8. Крепление подкрановых балок к колоннам каркаса 1 — колонна; 2 — подкрановая балка; 3 — закладная стальная деталь колонны; 4 — опорный стальной лист консоли колонны; 5 — стальная прокладка с отверстиями для болтов; 6 — нижняя закладная стальная деталь подкрановой балки; 7 — анкерные болты; 8 — верхняя закладная стальная деталь подкрановой балки; 9 — крепежный вертикально поставленный стальной лист; 10 — сварка

Для кранов грузоподъемностью 10—30 т применяют рельсы Р-43, КР-70 и КР-80 специального профиля. При кранах грузоподъемностью 5—10 т применяют и железнодорожные рельсы широкой колеи Р-38. В пределах температурного блока рельсы сваривают в одну плеть.

В торцах здания на подкрановых балках устанавливают упоры для мостовых кранов.

Несущие конструкции покрытий промышленных зданий подразделяют на стропильные, подстропильные и несущие элементы ограждающей части покрытия.

В промышленных зданиях обычно применяют следующие типы стропильных несущих конструкций: плоскостные — балки, фермы, арки и рамы; пространственные — оболочки, складки, купола, своды и висячие системы.

Подстропильные конструкции выполняют в виде балок и ферм, а несущие конструкции ограждающей части покрытия — в виде крупноразмерных плит. Соответственно унифицированным размерам объемно-планировочных элементов промышленных зданий величину поперечных пролетов и про-



В целях уменьшения массы балок и для пропуска коммуникаций в их стенах можно устраивать отверстия различного очертания. Односоставные балки опирают на типовые железобетонные колонны разной высоты, которая кратна модулю 600 мм. В свя-



Применение 18-метровых ферм целесообразно в том случае, когда в пределах покрытия необходимо разместить коммуникационные трубопроводы и вентиляционные каналы или использовать межферменное пространство для устройства технических этажей. При пролетах 24 и 30 м применение ферм по сравнению с балоч-

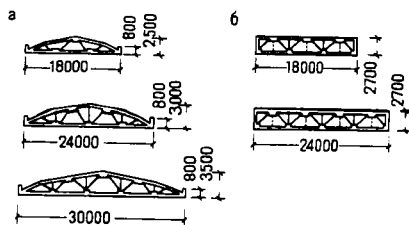
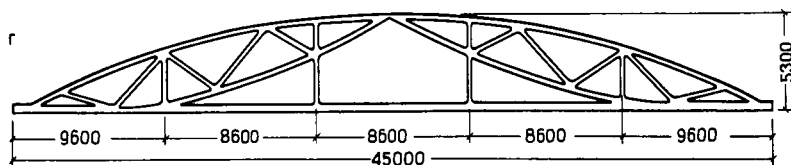
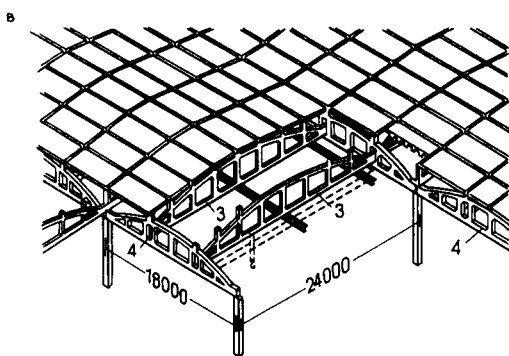
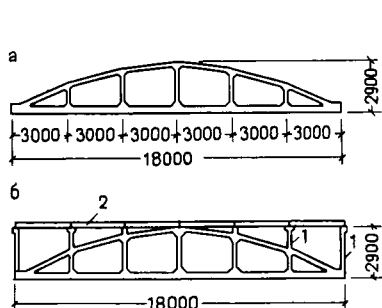


Рис. 24.11. Унифицированные сборные железобетонные фермы

а — сегментные; б — с параллельными поясами (элементы ферм, показанные пунктиром, устанавливаются при наличии подвесного потолка)



ными конструкциями более выгодно, так как масса (вес) большепролетных ферм на 30—40% меньше массы (веса) балок.

В современной практике промышленного строительства наибольшее распространение получили фермы сегментного очертания и с параллельными поясами (рис. 24.11), причем обе включены в номенклатуру типовых сборных железобетонных конструкций заводского изготовления. Железобетонные фермы могут быть цельными и составными, последние собирают из двух полуферм (отправочных марок), или из блоков, либо из линейных элементов.

Включенные в номенклатуру сборных железобетонных конструкций сегментные фермы пролетами 18, 24, 30 м собирают из заранее изготовленных линейных элементов верхнего и нижнего пояса и решетки. Линейные элементы имеют длину, равную панели фермы, а для нижнего пояса иногда принимают длину, равную пролету фермы.

Соединение линейных элементов между собой осуществляют сваркой концов арматуры с постановкой стальных накладок и последующим бетонированием быстротвердеющим бетоном. Арматура в нижнем поясе подвергается предварительному натяжению, после чего каналы в узлах заполняют цементным раствором, а лотки нижнего пояса — бетоном. Железобетонные фермы позволяют оборудовать пролеты зданий подвесным транспортом грузоподъемностью до 5 т (при шаге ферм 6 м). По верхнему поясу сегментных ферм возможна установка конструкций световых и аэрационных фонарей.

Для зданий, где необходимо использовать межферменное пространство для вспомогательных помещений или коммуникаций, применяют безраскосные фермы со стойками через 3 м (рис. 24.12). При плоском покрытии стойки ферм пропускают за пределы верхнего пояса; они служат опорами для плит покрытия (см. рис. 24.12, б). На опоры ферм устанавли-

вают отдельные стойки, которые крепят приваркой стальных накладок к закладным деталям, расположенным в фермах и стойках.

Безраскосные фермы позволяют уменьшить число типов стропильных ферм, кроме того, они, по сравнению с фермами, имеющими раскосную решетку, менее трудоемки в изготовлении.

На рис. 24.12, *в* приведен пример решения покрытия с применением 24-метровых сегментных безраскосных ферм, опирающихся на 18-метровые железобетонные сегментные безраскосные подстропильные фермы. В отдельных случаях для перекрытия больших пролетов применяют составные фермы. На рис. 24.12, *г* показана железобетонная ферма пролетом 45 м, разработанная для устройства покрытия над главным корпусом ГРЭС. Ферма запроектирована составной из двух полуферм, трех элементов затяжек, нижнего пояса и двух подвесок.

Фермы к колоннам каркаса крепят выпущенными из колойны анкерными болтами, причем для увеличения жесткости соединений опорные листы ферм приваривают к закладным деталям колонн.

Железобетонные арки целесообразно применять при больших пролетах (40 м и более). Арки подразделяют на трехшарнирные с шарнирами на опорах и в середине пролета, двухшарнирные с шарнирами на опорах и бесшарнирные. Очертание разбивочной оси арок должно максимально совпадать с линией давления, с тем, чтобы арки главным образом работали на сжатие. Опорами арок могут быть колонны здания или специальные фундаменты. При больших пролетах арки, как правило, опирают непосредственно на фундаменты.

В трехшарнирных арках средний ключевой шарнир осложняет конструктивное решение самой арки и устройство ограждающих конструкций покрытия с кровлей. По этим причинам железобетонные трехшарнирные арки практического применения в настоящее время не имеют.

Самые распространенные — двухшарнирные арки, наиболее простые

в изготовлении и монтаже. При температурных воздействиях они имеют возможность изгибаться, свободно поворачиваясь в шарнирах без существенного увеличения напряжений в сечениях арки. В двухшарнирных арках распор воспринимает затяжка и передает его на опоры.

Бесшарнирные арки имеют наиболее легкое конструктивное решение, но для их опирания необходимо устройство мощных фундаментов, к тому же они чувствительны к неравномерным осадкам грунтов основания. Бесшарнирные арки при их опирании непосредственно на фундаменты выполняют, как правило, без затяжек.

В практике строительства применяют преимущественно арки из сборных элементов. Монолитные арки не получили распространения из-за большой трудоемкости их возведения. Сборные элементы, в свою очередь, собирают из блоков. Сечение арки может быть прямоугольным, тавровым, коробчатым и другой формы.

Пример двухшарнирной арки, опирающейся на свайные фундаменты, представлен на рис. 24.13, *а*. Пример бесшарнирной арки пролетом около 60 м, высотой (в средней части) 40 м, опирающейся непосредственно на фундаменты, показан на рис. 24.13 *б*. В этом примере арка запроектирована открытой, к ней при помощи стальных стержней подвешенно легкое пространственного типа покрытие.

Железобетонная арка из предварительно напряженных элементов пролетом 96 м, опирающаяся на колонны с шагом 12 м, приведена на рис. 24.13, *в*. Длина отдельных сборных звеньев с двутавровым поперечным сечением не превышает 17 м при массе до 25 т. Звенья соединяют между собой сваркой закладных стальных деталей. Подвески, поддерживающие железобетонную затяжку лоткового сечения, выполнены из металлических уголков. Арка воспринимает нагрузку от подвесного транспорта — четырех подвесных кранов грузоподъемностью по 5 т.

Железобетонные рамы устраивают однопролетными и многопролетными,

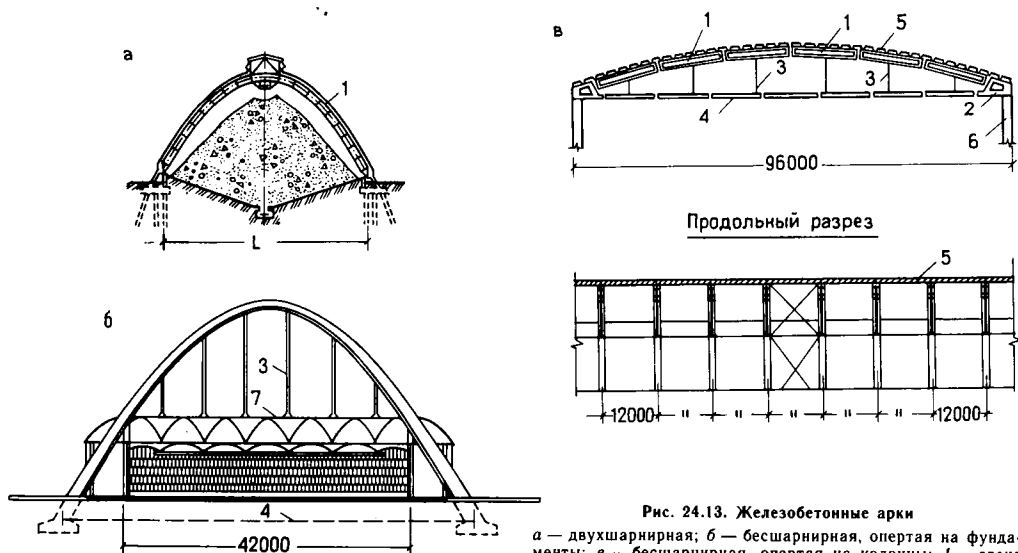


Рис. 24.13. Железобетонные арки

а — двухшарнирная; б — бесшарнирная, опертая на фундаменты; в — бесшарнирная, опертая на колонны: 1 — звено арки; 2 — опорная бортовая балка; 3 — подвеска; 4 — затяжка; 5 — плита покрытия; 6 — колонна каркаса; 7 — подвешенное покрытие пространственного типа

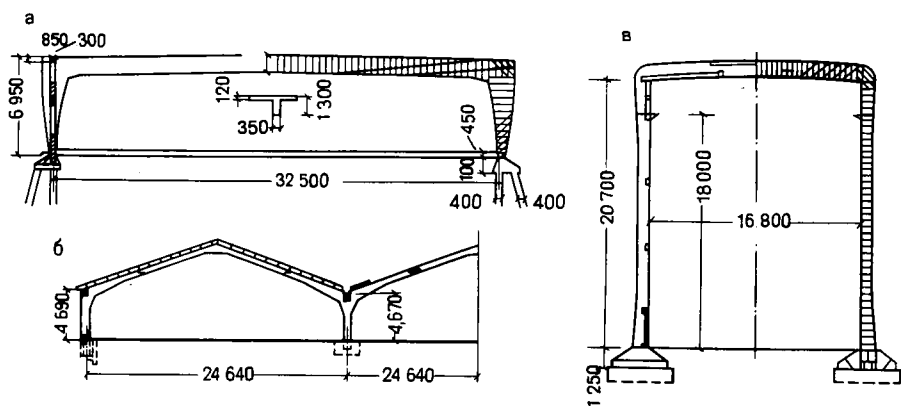


Рис. 24.14. Железобетонные рамы

а, в — однопролетные монолитные; б — многопролетная сборная

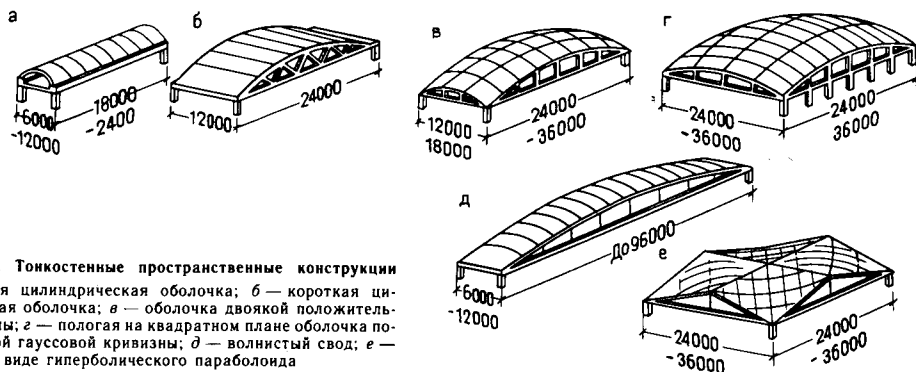


Рис. 24.15. Тонкостенные пространственные конструкции
а — длинная цилиндрическая оболочка; б — короткая цилиндрическая оболочка; в — оболочка двойной положительной кривизны; г — пологая на квадратном плане оболочка положительной гауссовой кривизны; д — волнистый свод; е — оболочка в виде гиперболического параболоида

монолитными и сборными (рис. 24.14). Рамы представляют собой стержневую конструкцию, геометрическую неизменяемость которой обеспечивают жесткие соединения элементов рамы в узлах. Очертание ригелей в раме может быть прямолинейным, ломаным или криволинейным. Жесткое соединение элементов рамы в узлах позволяет увеличить размер перекрываемого пролета.

Конструктивное решение однопролетной двухшарнирной рамы из предварительно напряженного железобетона со стойками переменного сечения и ригелем коробчатого сечения показано на рис. 24.14, а, однопролетной железобетонной рамы со стойками, жестко заделанными в фундаменты, и с консолями для опирания подкрановых балок под мостовой кран — на рис. 24.14, в. В этих примерах стойки рам выступают из плоскости стен в наружную сторону, что придает зданию своеобразное архитектурное решение.

Сборная многопролетная рама, монтируемая из крайних Г-образных стоек, средних Т-образных стоек и скатных вкладышей — ригелей, представлена на рис. 24.14, б. Стыки в раме расположены в местах, где изгибающие моменты возникают только при ветровых и несимметричных нагрузках от снега.

Оболочки представляют собой пространственные тонкостенные конструкции с криволинейными поверхностями. К ним относятся: цилиндрические оболочки (длинные и короткие); различной формы оболочки двойкой кривизны (пологие конoidalные оболочки и купола); призматические оболочки-складки (рис. 24.15). В отличие от плоских стержневых конструктивных систем, в которых возникает одноосевое напряженное состояние, в оболочках создается пространственное напряженное состояние, поэтому во многих случаях конструкции в виде оболочки получаются экономичнее. Преимущество тонкостенных оболочек — совмещение несущих и ограждающих функций; экономичность в расходе строительных материалов, повышенная жест-

кость и прочность, позволяющая перекрывать большие пролеты.

К тому же многообразие форм оболочек делает их незаменимым средством архитектурной выразительности большепролетных зданий. К основным недостаткам тонкостенных пространственных конструкций относится большая трудоемкость их изготовления и возведения. При перекрытиях малых пролетов (примерно до 18 м) сечения оболочек определяются конструктивными соображениями и требованиями. По этой причине экономические преимущества их по сравнению с балочными и рамными конструкциями в данном случае отпадают.

Цилиндрические оболочки сборные и монолитные применяют при пролетах 24—48 м. Оболочка состоит из тонкой изогнутой по цилиндрической поверхности плиты, усиленной бортовыми элементами. Ее опирают по торцам на диафрагмы, поддерживаемые колоннами (рис. 24.16). Расстояние между осями диафрагм — пролет оболочки l_1 , расстояние между осями бортовых элементов называют длиной волны l_2 . Цилиндрические оболочки могут быть однопролетными и многопролетными, одноволновыми и многоволновыми. Если $l_1/l_2 \geq 1$, то оболочку называют длинной, если $l_1/l_2 < 1$ — короткой.

На рис. 24.16, в показана железобетонная предварительно напряженная длинная цилиндрическая оболочка 24×12 м. К оболочке на металлических тяжах подвешены железобетонные ребристые плиты 3×6 м, образующие потолок. В зоне чердака расположены воздухопроводы, светильники и электросеть. Оболочка состоит из 16 плит двух типов размерами в плане 3×6 м, можно также применять плиты 3×12 м.

Панели оболочки П-1 и П-2 толщиной 40 и 50 мм включают бортовые элементы 800×1300 мм и окаймляющие ребра высотой 250 мм, а панели П-2 включают верхний пояс арочной диафрагмы сечением 350×300 мм.

Плиты стягивают арматурными пучками из высокопрочной проволоки. Длинная цилиндрическая оболочка

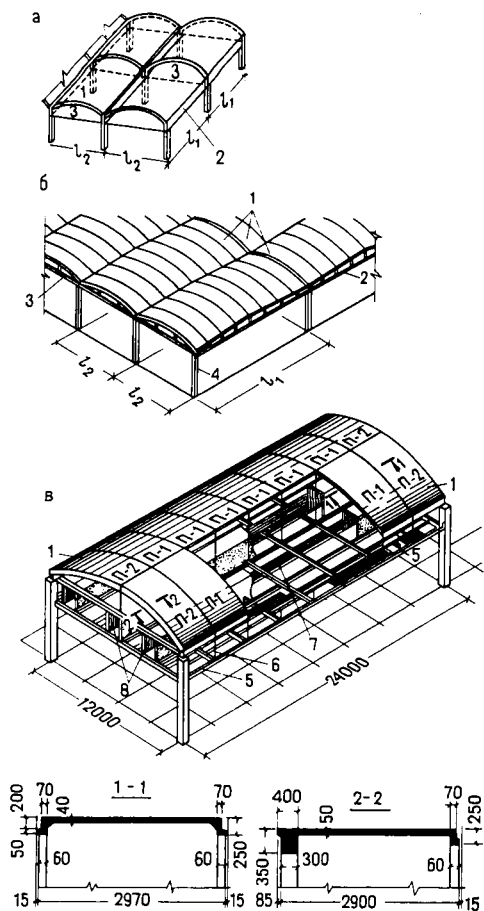


Рис. 24.16. Длинная многоволновая многопролетная цилиндрическая оболочка

а — конструктивная схема; б — разрезка плиты оболочки на панели; в — оболочка с подвесным потолком; 1 — монолитная плита или сборные панели; 2 — бортовой элемент; 3 — диафрагма; 4 — колонна; 5 — подвесной потолок; 6 — подвески; 7 — светильники; 8 — воздуховоды

работает, как балка корытообразного профиля шириной 12 м и пролетом 24 м. Плиты опирают на бортовые элементы, выполняемые в виде предварительно напряженных балок. Верхний пояс балок имеет выпуск арматуры и шпонки, позволяющие надежно соединить криволинейные панели с бортовым элементом посредством арматуры и замоноличивания продольного шва. Соединение плит друг с другом осуществляют с помощью петлевидных выпусков арматуры и замоноличивания швов между плитами. Короткая сборная цилиндрическая оболочка состоит из плоских ребристых плит покрытия, чаще всего 3×12 м которые укладывают по верхнему

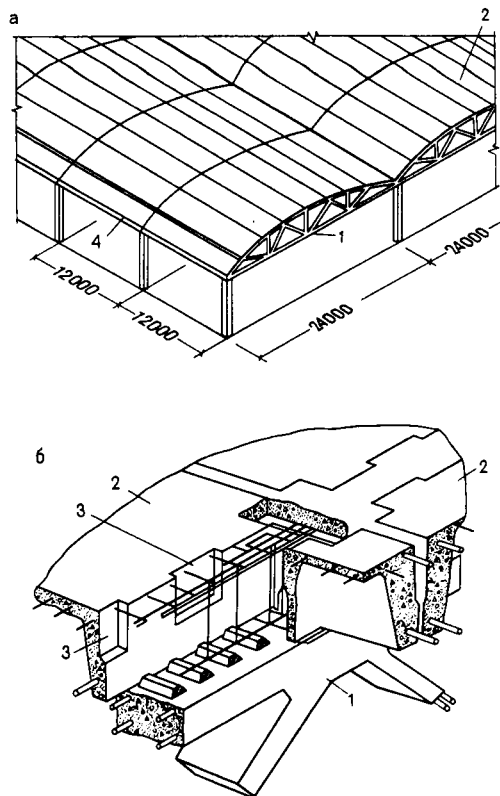


Рис. 24.17. Сборная короткая железобетонная оболочка

а — общий вид; б — узел сопряжения плит в месте их опирания на ферму-диафрагму: 1 — ферма-диафрагма; 2 — плиты покрытия 3×12 м; 3 — бетонные шпонки; 4 — бортовой элемент

поясу ферм пролетом 24 или 30 м (диафрагмам оболочки), и бортовых элементов, обрамляющих ее продольные края (рис. 24.17, а). Короткая оболочка в основном работает на сжатие. Особенность такого конструктивного решения — включение плит, образующих оболочку, в совместную работу с фермами, т. е. работа плит по неразрезной схеме. Связь плит покрытия с фермами и между собой обеспечивают сваркой закладных деталей и замоноличиванием выпусков арматуры (см. рис. 24.17, б). Короткие оболочки по сравнению с длинными и типовыми плоскостными конструкциями покрытий (балки, фермы) более экономичны по расходу бетона и стали.

Из цилиндрических оболочек, располагая их наклонно, создают так называемые шедовые покрытия, которые могут иметь зубчатый или

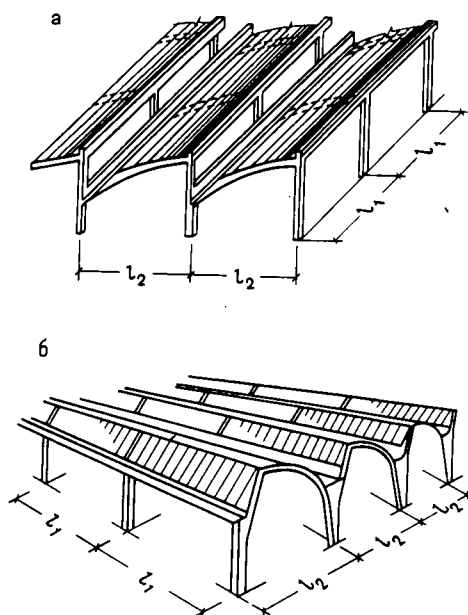


Рис. 24.18. Цилиндрические шедовые оболочки
а — зубчатая; б — пилообразная

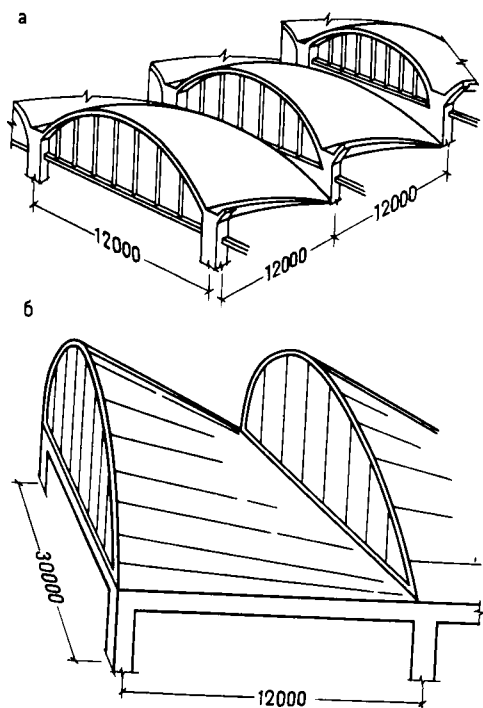
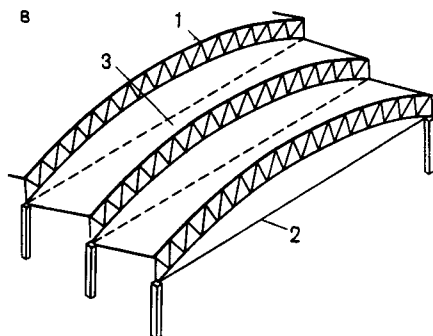


Рис. 24.19. Оболочки коноидальные и шедовые
а — шедовое покрытие с диафрагмами в виде железобетонных арок; б — коноидальная оболочка, в — шедовое покрытие с диафрагмами в виде стальных ферм криволинейного очертания: 1 — арочная ферма; 2 — затяжка; 3 — оболочка

пилообразный поперечный профиль (рис. 24.18). Их пролет принимают до 48 м при длине волны 12 м.

Разновидность шедовых покрытий — коноиды. Поверхность коноида получают путем движения прямой образующей, передвигающейся параллельно самой себе по двум направляющим, одна из которых прямая линия, а другая — кривая любого очертания. Чаще всего за кривую направляющую принимают дугу круга или параболу. В торцах коноида устраивают диафрагмы жесткости в виде ригеля, имеющего криволинейное очертание, арки с затяжкой или другой строительной конструкции.

Оболочка коноида имеет одинарную кривизну и работает главным образом на сжатие в поперечном направлении. Усилия, возникающие в скорлупе коноида, передают на диафрагмы жесткости, а с них — на колонны каркаса. Коноидальные покрытия



устроят одноволновыми и многоволновыми. Оболочки коноида обычно имеют пролеты до 12 м (по условиям естественного освещения) с длиной волны до 90 м, при этом скорлупу выполняют толщиной до 100 мм (рис. 24.19, б).

Диафрагмы жесткости в оболочках шедового типа могут быть в виде железобетонных арок с затяжками (рис. 24.19, а), а иногда в виде стальных ферм Уоррена (рис. 24.19, в). К нижнему поясу ферм можно подвешивать подъемно-транспортные устройства грузоподъемностью до 10 т. Заполнение диафрагмы остекленными

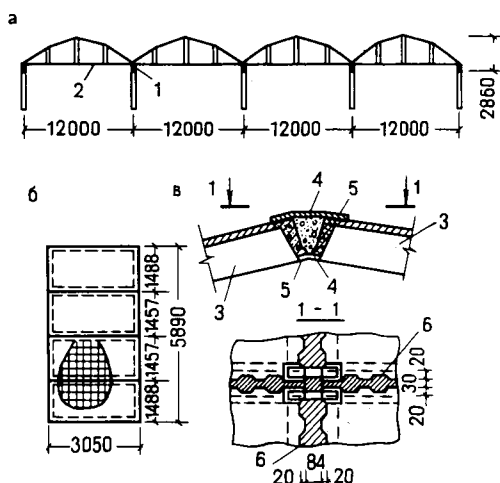


Рис. 24.20. Складка из плоских сборных железобетонных элементов

а — поперечный разрез; б — плита складки; в — стык плит в коньке: 1 — бортовой элемент; 2 — диафрагма; 3 — плита; 4 — стальная накладка; 5 — закладные детали плит; 6 — бетонные шпонки

переплётками или стеклоблоками позволяет обеспечить освещённость производственных помещений.

Складчатого типа конструкции для устройства покрытий промышленных зданий применяют редко, так как в монолитном исполнении они трудоемки, а их решение из сборных элементов мало изучено. Для промышленных зданий с пролетами 18—36 м и шаге колонн 12 м разработана сборная железобетонная складка, собираемая из плоских элементов заводского изготовления (рис. 24.20, а). Складки из плоских элементов более индустриальны по сравнению с цилиндрическими оболочками, благодаря чему снижаются трудовые затраты на их изготовление, транспортирование и монтаж.

Складка состоит из бортовых балок, арок-диафрагм и трех типов ребристых плит. В направлении волны складку собирают из четырех плит (при шаге колонн 12 м) 3×6 м, которые имеют продольные и поперечные ребра высотой 200 мм (рис. 24.20, б). К бортовым элементам складки и поперечным ребрам плит в местах их пересечения с продольными к конструкции покрытия можно подвесить крановые пути. Складки из плоских элементов, монолитно связанных

между собой, могут быть однопролетные и многопролетные, одноволновые и многоволновые. Необходимую жесткость складки достигают путем сварки между собой закладных деталей смежных плит и плит с бортовыми балками и диафрагмами с последующим замоноличиванием швов с применением бетонных шпонок (см. рис. 24.20, в). За последнее время построены промышленные предприятия, имеющие складчатую конструкцию покрытия. Примером подобного решения может быть фабрика продовольственных товаров в г. Чезена (Италия). Над главным корпусом фабрики (размером в плане 270×246 м и сеткой колонн 18×18 и 30×18 м) устроено складчатое покрытие (рис. 24.21, а). Пролет складского помещения размером 18 м перекрыт сборными железобетонными складчатыми элементами шириной 3 м, которые укладывают по железобетонным ригелям. Толщина плиты складки 60 мм. В стенке складки устроены световые проемы диаметром 250 мм (рис. 24.21, б). По концам каждого складчатого элемента предусмотрены диафрагмы жесткости. Покрытие над производственными помещениями — в виде складки шедового типа с застекленными фонарными переплётками.

Купола применяют для устройства покрытий над промышленными зданиями или сооружениями, имеющими круглую форму в плане. Они могут быть из сборных железобетонных элементов и монолитными. Первые, как правило, с ребристой структурой, вторые — с гладкой. Сборные железобетонные купола имеют радиальную или радиально-кольцевую разрезку поверхности на сборные элементы.

Наряду со сплошными железобетонными устраивают сетчатые купола, которые в большинстве случаев собирают из решетчатых прямоугольных, треугольных, ромбовидных или шестиугольных панелей. По расходу материалов купола экономичнее других типов оболочек. Купольное покрытие состоит из оболочки и нижнего опорного кольца. При наличии центрального проема устраивают также верхнее

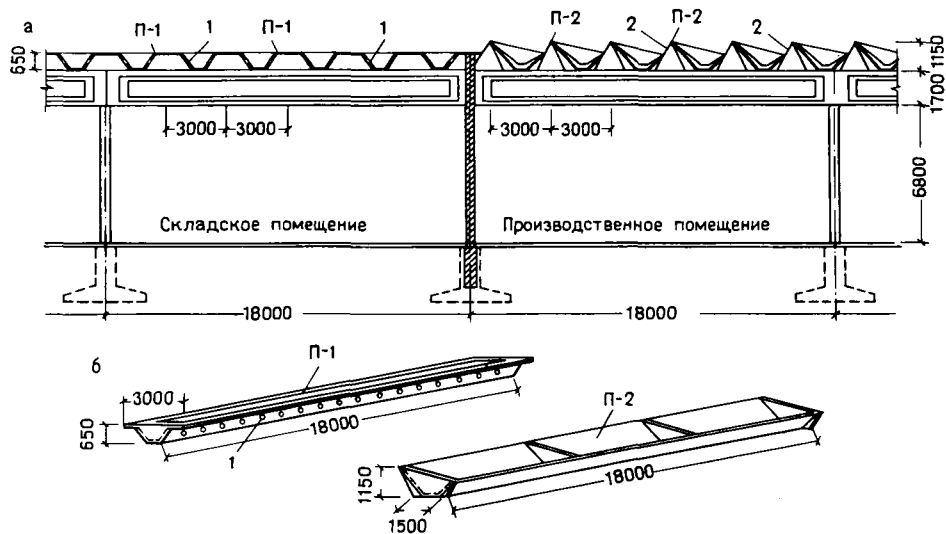


Рис. 24.21. Складчатое покрытие над главным корпусом фабрики продовольственных товаров (г. Чезена, Италия)
 а — поперечный разрез; б — сборные элементы складчатого покрытия пролетом 18 м; П-1 — элемент складки над помещением склада; 1 — круглое окно; П-2 — элемент складки над производственным помещением; 2 — наклонное остекление

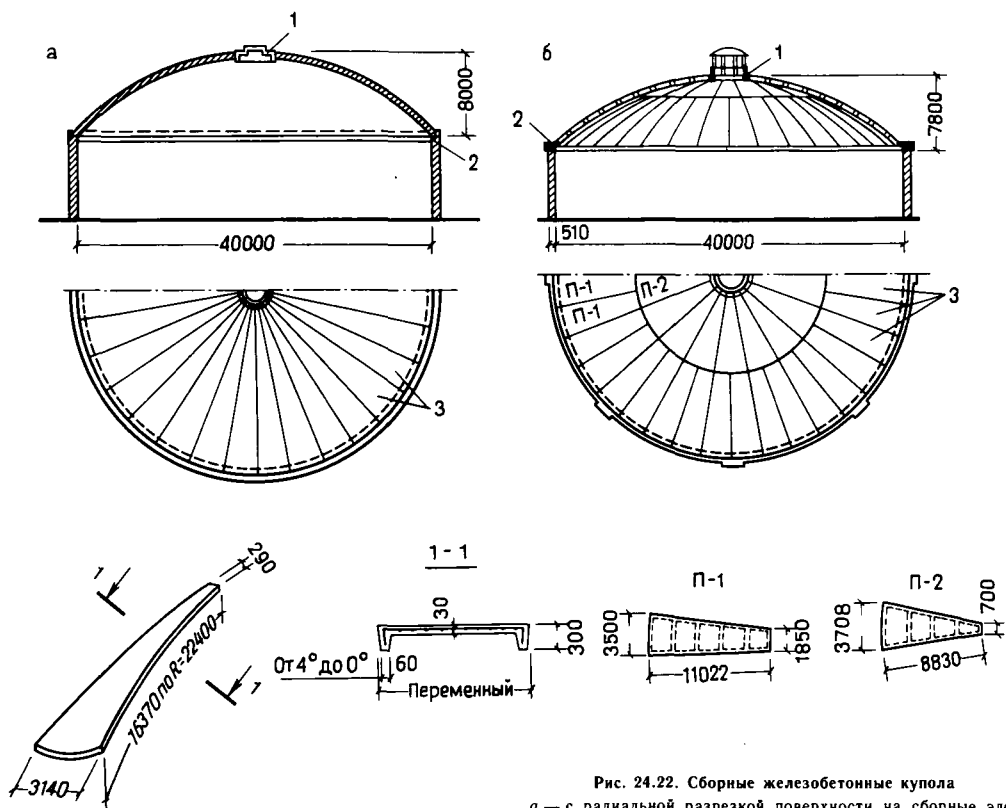


Рис. 24.22. Сборные железобетонные купола
 а — с радиальной разрезкой поверхности на сборные элементы; б — с радиально-кольцевой разрезкой поверхности на сборные элементы; 1 — верхнее опорное кольцо; 2 — нижнее опорное кольцо; 3 — элементы купола

кольцо, окаймляющее проем. Нижнее кольцо воспринимает растягивающие усилия, а верхнее — сжимающие усилия. Покрытие над зданием радиальных сгустителей углеобогатительной фабрики металлургического завода выполнено в виде сборного железобетонного купола диаметром 40 м со стрелой подъема 8 м (рис. 24.22, а). Купол имеет радиальную систему разрезки и составлен из 32 элементов, опирающихся на нижнее и верхнее опорные железобетонные кольца. Нижнее предварительно напряженное кольцо шарнирно оперто на колонны.

Элементы купола представляют собой плиту толщиной 30 мм трапецевидного очертания, плоскую ребристую в поперечном сечении и криволинейную в продольном радиальном направлении. Плиты соединяют между собой при помощи закладных стальных деталей на сварке, после чего швы и пазы, образующие шпонки, замоноличивают монтажным бетоном.

Купольное покрытие диаметром 40 м над шлам-бассейном цементного завода выполнено с радиально-кольцевой разрезкой поверхности на отдельные элементы (рис. 24.22, б). Оболочку купола образуют два опорных кольца и два типа плит.

Пологие оболочки (двойкой положительной кривизны) применяют для покрытия как в бескрановых промышленных зданиях, так и в зданиях с подвесными кранами грузоподъемностью до 5 т. Их устраивают в зданиях с квадратной и прямоугольной сеткой колонн. Для сеток колонн 18×18 — 36×36 м разработаны типовые решения с унифицированными конструктивными элементами.

Оболочка состоит из сборных элементов и опирается на контурные фермы, арки или стены (рис. 24.23, а). Основная часть оболочки работает на сжатие, а значительные растягивающие усилия возникают только в угловых зонах. Первоначально оболочки выполняли из плоских одного типа квадратных плит размером 3×3 м (см. рис. 24.23, б), а в настоящее время применяют и типовые плиты 3×6 м (рис. 24.24).

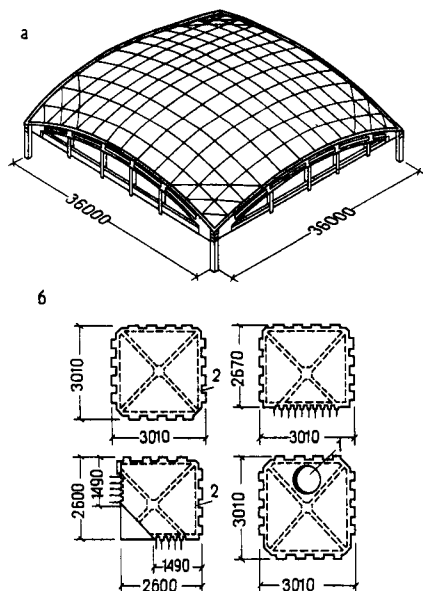


Рис. 24.23. Покрытие с несущей конструкцией в виде оболочки положительной гауссовой кривизны из плит 3×3 м
а — общий вид; б — типы плит: 1 — отверстие в плите; 2 — пазы для образования в швах бетонных шпонок

По контуру оболочки укладывают плиты с утолщенными бортовыми ребрами. Средние квадратные железобетонные плиты изотопляющей толщиной 30—50 мм с диагональными ребрами высотой 200 мм. В случае необходимости в плитах могут быть устроены отверстия для светозащитных устройств. Плиты соединяют между собой и с контурными фермами путем сварки концов арматуры, выпущенной из плит и верхнего пояса фермы с последующим замоноличиванием швов. Контурные фермы смежных оболочек имеют общий нижний пояс, раздельный верхний пояс и раздельную решетку.

Для производственных зданий с подвесным транспортом разработаны оболочки из цилиндрических плит размером 3×6 м и продольных диафрагм в виде безраскосных ферм (см. рис. 24.24, а). Сосредоточенная нагрузка от подвешенного транспорта может быть приложена во всех местах пересечения ребер, оболочки, которые имеют одинаковую жесткость в обоих направлениях.

Треугольные подвески крепят в швах между плитами (см. рис. 24.24, б, в) через 6 м в направлении шага ко-

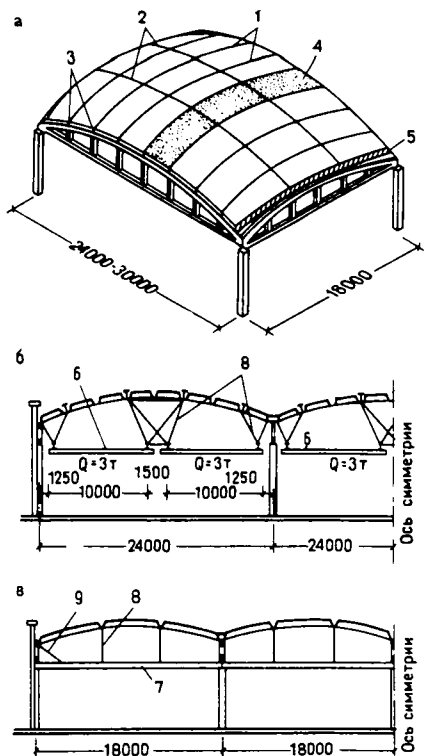
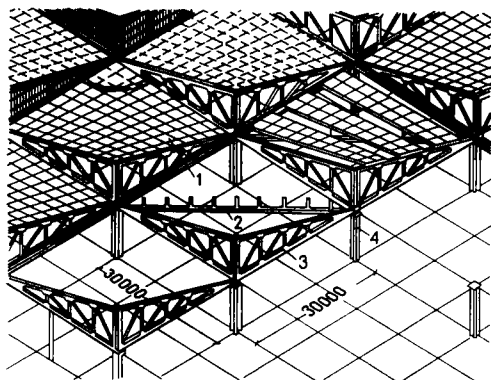


Рис. 24.24. Покрытие с несущими конструкциями в виде оболочек положительной гауссовой кривизны из плит 3×6 м
а — общий вид; б — поперечный разрез; в — продольный разрез при шаге колонн 18 м: 1 — поперечные ребра оболочки; 2 — продольные ребра оболочки; 3 — точки переломов поверхности; 4 — укрупненная монтажная секция; 5 — монолитные угловые зоны; 6 — подвесной кран; 7 — подвесные пути; 8 — подвески; 9 — продольные тормозные связи

Рис. 24.25. Конструктивная схема оболочки в виде гиперболического параболоида отрицательной гауссовой кривизны при квадратной сетке колонн

1 — плиты, образующие поле оболочки; 2 — стальная затяжка; 3 — контурная ферма-диафрагма; 4 — колонны



лонн и через 3 м по длине пролета. Плиты оболочки имеют по контуру ребра высотой 160 мм. Поперечные диафрагмы образуют торцовыми ребрами крайних панелей и железобетонными затяжками. Стыки плит устраивают из арматурных выпусков путем замоноличивания швов с образованием бетонных шпонок и сварки арматурных каркасов ребер.

На покрытии таких пологих оболочек возможно располагать световые и аэрационные фонари.

Оболочки в форме гиперболического параболоида (двойкой отрицательной кривизны) позволяют получить покрытия, обладающие рядом преимуществ по сравнению с оболочками других типов. У них шире архитектурные возможности, меньший объем, занимаемый оболочкой по отношению к перекрываемой площади, прямая — образующая, так как оболочка относится к линейчатым поверхностям, устойчивость формы при действии равномерной вертикальной нагрузки.

Оболочками в виде гиперболического параболоида можно перекры-

вать производственные здания как с прямоугольной сеткой колонн $18 \times 6,24 \times 6$ м и т. д., так и с квадратной; 18×18 , 24×24 , 30×30 , 42×42 м и более. Оболочки допускают подвеску подъемно-транспортного оборудования.

Оболочки в виде гиперболического параболоида, предназначенные для устройства покрытий при квадратной сетке колонн 30×30 м (рис. 24.25), собирают из ребристых плит размером в плане 3×3 м, армированных сетками с толщиной поля плиты 35—40 мм и высотой ребер 120 мм. Плиты в каждой секции стыкуют сваркой закладных деталей в узлах по длине ребер оболочки. Швы между плитами замоноличивают.

Оболочки по контуру опираются на фермы пролетом 30 м. Горизонтальные усилия, передаваемые фермами на колонны, воспринимают железобетонными предварительно напряженными затяжками, которые располагают по диагонали оболочки или в плоскости поясов диафрагм.

Оболочки отрицательной кривизны имеют достаточно хорошие технико-экономические показатели по расходу материала. К недостаткам таких обо-

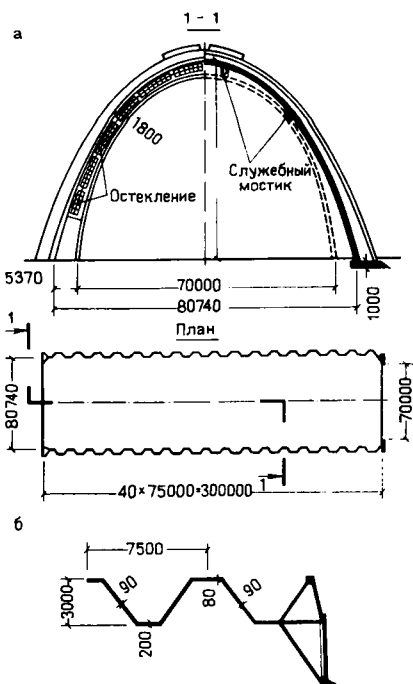


Рис. 24.26. Волнистый свод эллинга (аэропорт в Орли, близ Парижа)
а — фасад, поперечный разрез и план; б — деталь свода

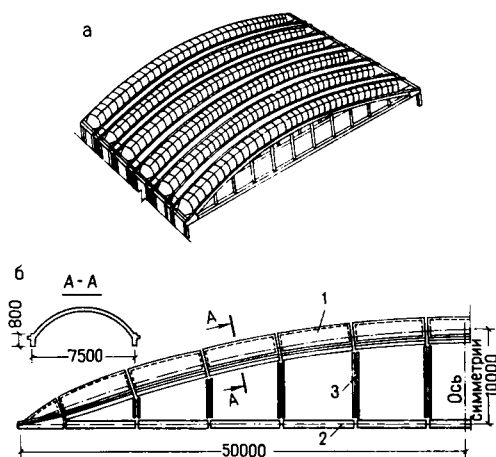


Рис. 24.27. Бочарный свод над производственным корпусом домостроительного комбината (Автово, Ленинград)
а — общий вид; б — поперечный разрез: 1 — сборные железобетонные секции; 2 — затяжка; 3 — подвеска

лочек следует отнести: большие трудовые затраты, возникающие при изготовлении плит и при монтаже оболочки; так как сборные элементы, имеющие форму гиперболического параболоида, не дают полностью механизировать процесс их изготовления, транспортировка их затруднена, после

монтажа плит возникает необходимость замоноличивать большое число швов.

Своды применяют для устройств покрытий зданий при пролетах до 100 м и более. Для таких больших пролетов тонкостенные своды являются одним из рациональных конструктивных решений. Отличительная особенность этой конструкции — наличие распора, который передается на опоры или воспринимается затяжками. Своды могут опираться на вертикальные несущие конструкции (колонны, стены) или непосредственно на фундаменты.

Наибольшее распространение получили бочарные и волнистые своды, сборные элементы которых имеют криволинейное или складчатое поперечное сечение. Такого типа сводчатое монолитное покрытие впервые было применено в 1920 г. во Франции инж. Э. Фрейссине при постройке эллингов для дирижаблей в Орли, близ Парижа.

Конструкция эллинга представляет собой свод пролетом 80,74 м и высотой 54 м при длине 300 м (рис. 24.26). Жесткость свода обеспечивалась его волнистым сечением без выступающих ребер внутри или снаружи эллинга. Каждая волна имела длину 7,5 м, высоту 3—5,4 м (меньшую вверху и большую у опор). Оболочка эллинга состояла из 40 волн и была забетонирована при помощи одного звена опалубки, перемещаемой на подвижных подмостях.

Бочарный свод пролетом 100 м (рис. 24.27) состоит из верхнего пояса и двух предварительно напряженных затяжек, закрепленных при помощи стальных подвесок. Верхний пояс собран из одиннадцати средних и двух опорных железобетонных секций. Секция размером в плане $7,5 \times 8,36$ м выполнена в виде цилиндрической оболочки с бортовыми балочными элементами. Между секциями установлены плоские диафрагмы толщиной 60 мм. Сборные элементы свода соединены сваркой арматурных выпусков, а швы замоноличены. Между бочарными сводами возможна укладка стеклопанелей или железобетонных плит.

Свод пролетом 75 м (рис. 24.28)

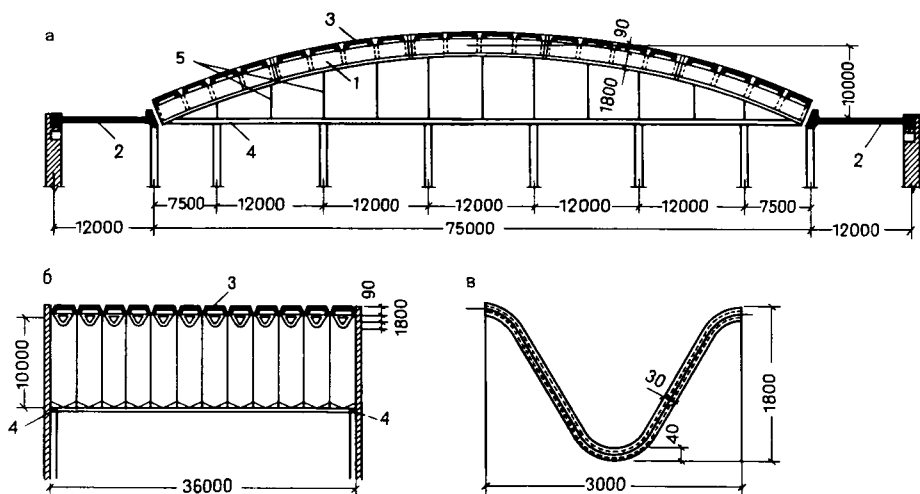


Рис. 24.28. Сводчатое покрытие производственного корпуса текстильного комбината (Красноярск)

а — поперечный разрез, б — продольный разрез; в — поперечное сечение элемента свода; 1 — криволинейный армоцементный элемент; 2 — горизонтальные предварительнонапряженные балки; 3 — плиты покрытия; 4 — затяжка; 5 — подвески

выполнен из криволинейных армоцементных элементов волнообразного поперечного сечения. Элементы свода I-образного сечения, каждый длиной 15 м с ребрами жесткости, проходящими через 3 м.

Крайние элементы оперты на горизонтальные железобетонные предварительно напряженные балки, которые воспринимают распор и одновременно являются несущей конструкцией покрытия открылков, в которых расположены бытовые помещения. Предварительно напряженные железобетонные затяжки свода поставлены по торцам цеха. На каждый элемент свода укладывают армоцементные плиты 3×3 м, по которым устраивают ограждающую конструкцию покрытия. В настоящее время находят применение своды, образованные путем блокирования арок, выполненных из прямолинейных армоцементных элементов складчатого поперечного сечения шириной 3 м. Разработанные типовые решения для пролетов 18—60 м обеспечивают максимальную сборность конструкции покрытия, использование минимального числа типоразмеров элементов, простоту монтажа. Покрытия допускают возможность устройст-

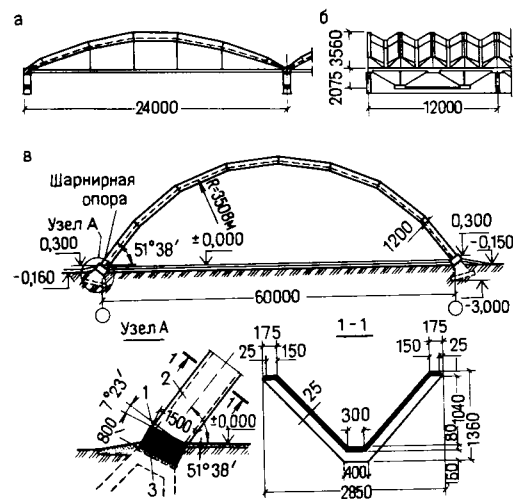


Рис. 24.29. Арочный свод из прямолинейных армоцементных элементов складчатого поперечного сечения

а — поперечный разрез свода пролетом 24 м; б — продольный разрез свода пролетом 24 м и опирание свода на подстропильную ферму; в — свод пролетом 60 м: 1 — фундаментная балка, 2 — элемент свода; 3 — резинометаллическая прокладка

ва верхнего естественного освещения, аэрации и подвески транспортного оборудования (рис. 24.29, а).

Арки опирают либо на подстропильные конструкции, укладываемые на колонны (см. рис. 24.29, б), либо на фундаментные балки, укладываемые по столбчатым фундаментам (см. рис. 24.29, в). Арки собирают из элементов двух типов: среднего, одинакового для всех пролетов, и опорного, отличающегося длиной и углом накло-

на. Поперечное сечение элементов представляет собой прямолинейную складку, что обеспечивает хороший водосток с покрытия. Средний элемент арки свода может быть заменен железобетонной рамой со светопрозрачным заполнением.

При опирании свода на подстропильные конструкции устраивают железобетонные затяжки на подвесках, воспринимающие распор. Армоцементные элементы, образующие свод, стыкуют между собой на болтах или сваркой закладных стальных деталей с последующим замоноличиванием швов.

При опирании свода на железобетонные фундаментные балки здание не имеет вертикальных продольных стен и колонн. В этом случае свод собирают из элементов одного типоразмера.

Угол наклона крайнего элемента к плоскости пола составляет $50-60^\circ$, благодаря чему неиспользуемая площадь составляет всего $5-6\%$. Свод жестко соединяют с фундаментными балками, шарнирно связанными с фундаментами, на которые таким образом передается распор свода.

Технико-экономические показатели промышленных зданий с покрытиями в виде арочных сводов, опертых на фундаментные балки, в сравнении со сводами, опертymi на подстропильные конструкции, дают снижение стоимости строительства на $15-20\%$, расхода стали на $10-15\%$ и расхода бетона на $35-40\%$.

Висячие покрытия за последние годы находят все большее распространение, особенно при строительстве промышленных зданий с большими пролетами.

Основное достоинство висячего покрытия — его несущая конструкция — ванты (стальные тросы) — работает только на растяжение, благодаря чему сечение вантов подбирают исключительно из условий прочности. Кроме того, висячие конструкции просты в монтаже, их можно применять при любой конфигурации плана здания, они имеют небольшую строительную высоту, транспортабельны.

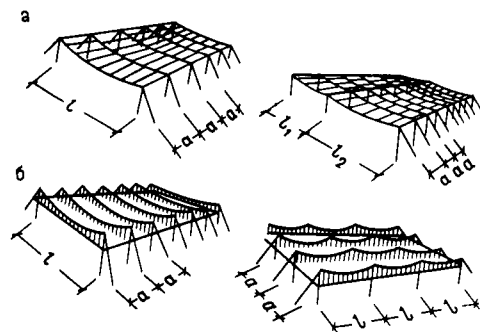


Рис. 24.30. Конструктивные схемы вантовых покрытий
а — однопролетное и многопролетное плоское висячее, б — однопролетное и многопролетное плоское подвешенное

Недостатками висячих конструкций следует считать сложность устройства опорных конструкций для восприятия распора (особенно при прямоугольной форме плана), а также сложность обеспечения общей пространственной жесткости системы.

Выделяют две группы висячих покрытий: с замкнутым и разомкнутым контуром. При замкнутом контуре распор передается на опорный контур, в котором возникают только сжимающие усилия. Такие покрытия целесообразны для зданий с круглым, эллиптическим или овальным очертанием плана, с внутренними опорами либо без них. Покрытия с разомкнутым контуром устраивают над зданиями, имеющими прямоугольный план. В этом случае распор воспринимают либо оттяжками с анкерными устройствами, заглубленными в землю, либо опорными контрфорсами, выполняемыми в виде железобетонных рам.

По конструктивной схеме покрытия могут быть висячими (однотросовыми и двутросовыми со стабилизирующими тросами) или подвесными, плоскими или пространственными, однопролетными или многопролетными (рис. 24.30). В промышленном строительстве наибольшее распространение получили висячие вантовые конструкции шатрового или вогнутого типа, которые устраивают над зданиями как с круглым, так и с прямоугольным очертанием плана.

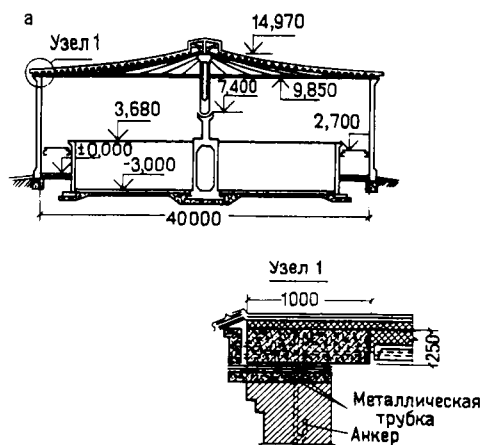
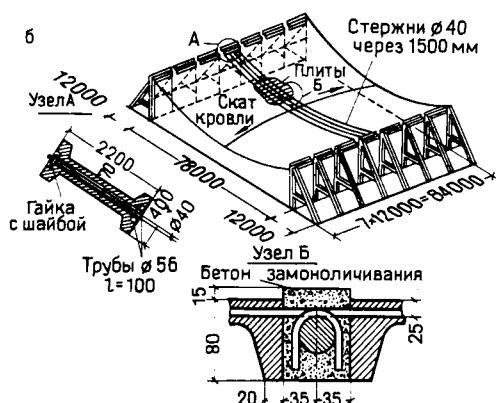


Рис. 24.31. Вантовые покрытия

а — с центральной опорой, висячая железобетонная оболочка; б — висячая железобетонная оболочка с гибкими вантами на прямоугольном плане



В качестве примера рассмотрим устройство висячего шатрового покрытия над зданием шлам-бассейна цементного завода. Круглое в плане здание диаметром 40 м перекрыто радиально расположенными вантами (рис. 24.31, а). В средней точке ванты прикреплены к стальному кольцу диаметром 1,3 м, которое установлено на центральной колонне. Другим концом ванты прикрепляют к нижнему железобетонному кольцу диаметром 40 м. Разность отметок концов радиальных вант в 5 м обеспечивает необходимый уклон кровли.

Верхний участок колонны опирают на нижний шарнирно, благодаря чему возможны перемещения при односторонней снеговой нагрузке. По вантам укладывают сборные железобетонные плиты, являющиеся несущей конструкцией ограждающей части покрытия. С целью уменьшения деформативности покрытия, перед замоноличиванием швов между плитами, покрытие предварительно напрягают путем нагружения.

Возможен вариант устройства покрытия и без центральной колонны. В этом случае центральное стальное кольцо располагают на 2 м ниже опорного, и сток воды с кровли осуществляют непосредственно внутрь шлам-бассейна.

Последнее время для зданий про-

мышленного типа применяют висячие конструкции пролетом до 200 м. Примером висячей системы на прямоугольном плане может быть покрытие гаража пролетом 78 м в Красноярске (см. рис. 24.31, б). Покрытие представляет собой предварительно напряженную железобетонную оболочку, работающую на растяжение. Напряженной арматурой в покрытии служит система из гибких вант, на которые уложены сборные железобетонные плиты.

До замоноличивания оболочки на ванты делался пригруз, вызывающий совместно с собственной массой конструкции растягивающие напряжения в вантах, близкие к их расчетному сопротивлению. После твердения бетона замоноличивания пригруз снимался, образовавшаяся железобетонная оболочка получала предварительное напряжение сжатия, позволяющее ей воспринимать растягивающие напряжения от внешних нагрузок и обеспечивающее общую жесткость конструкции. В висячем покрытии на прямоугольном плане распор вант воспринимает опорная конструкция из оттяжек и анкеров, закрепленных в грунте. Здание автобусного парка в Киеве имеет круглую форму в плане и решено с висячим вантовым покрытием диаметром 161 м. Покрытие по контуру оперт на наружное железобетонное кольцо, лежащее на 84 колоннах каждая высотой 18 м. В центре здания расположена железобетонная башня диаметром 8 м и высотой 18 м. Она

служит центральной опорой. К ней при помощи анкерных болтов крепят центральное стальное кольцо.

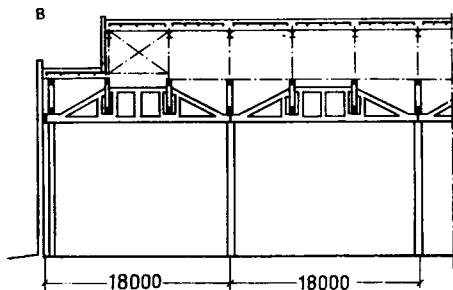
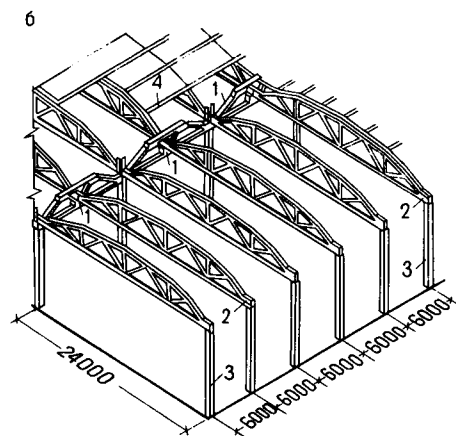
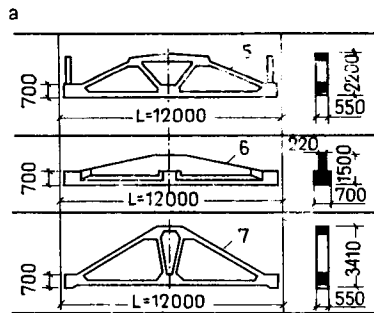
Применение покрытий висячего типа в зданиях с прямоугольным планом менее эффективно, чем с круглым, так как в зданиях с прямоугольным планом возникает необходимость устройства специальных опорных конструкций с оттяжками для восприятия распора.

Подстропильные конструкции. В тех случаях, когда шаг колонн каркаса превышает шаг несущих конструкций покрытия — балок или ферм, их опирают на подстропильные конструкции (рис. 24.32). Железобетонные подстропильные конструкции устраивают в виде балок высотой 1500 мм или в виде ферм высотой 2200 и 3300 мм. Подстропильные конструкции применяют в зданиях, технологический процесс в которых требует широкого шага опор. Стропильные конструкции — балки или фермы — опирают на подстропильные конструкции по нижнему поясу, так как такое решение уменьшает высоту здания.

Учитывая целесообразность применения для одноэтажных производственных зданий укрупненной сетки колонн, разработано конструктивное решение покрытий при шаге внутренних колонн и длине подстропильной фермы 18 м. На рис. 24.33 представлены детали опирания стропильных балок и плит покрытия на железобетонную подстропильную балку и опирание подстропильной балки на железобетонную колонну.

Несущие элементы ограждающей части покрытий. При плоских и скатных несущих конструкциях промышленных зданий несущие элементы ограждающей части покрытий могут быть выполнены с применением прогонов, по которым укладывают мелко-размерные плиты, или в виде крупно-размерных плит. В первом случае покрытие получило название **прогонного**, и во втором — **беспрогонного** (рис. 24.34, а, б).

Переход от прогонной схемы устройства покрытий к беспрогонной резко уменьшил число монтажных эле-



ментов, сократил сроки монтажа, снизил трудоемкость и стоимость строительно-монтажных работ.

Для покрытий промышленных зданий с железобетонным каркасом преимущественный вариант решения — беспрогонный как менее трудоемкий и более экономичный. Прогонный вариант находит применение при холодных покрытиях, когда кровлю выполняют из асбестоцементных или стекловолоконистых листов. При беспрогонном решении крупноразмерные плиты служат не только несущей конструкцией ограждающей части покрытия, но и обеспечивают пространственную

Рис. 24.32. Подстропильные конструкции

а — типы; б, в — установка подстропильных ферм пролетом 12 и 18 м; 1 — подстропильная ферма; 2 — стропильная ферма; 3 — колонна; 4 — плита покрытия; 5 — подстропильная ферма для опирания сегментных ферм; 6 — подстропильная балка для опирания балок; 7 — подстропильная ферма для опирания ферм с параллельными поясами

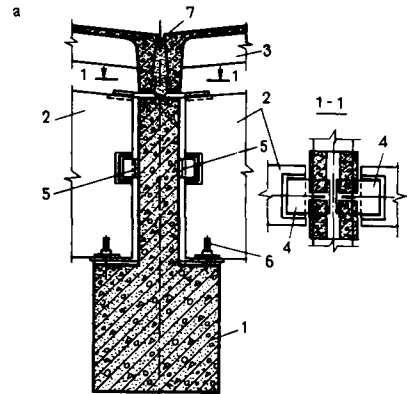


Рис. 24.33. Детали сопряжения подстропильных конструкций

а — опирание стропильных балок и плит покрытия на подстропильные балки; б — опирание подстропильных балок на колонну; 1 — подстропильная балка; 2 — стропильная балка; 3 — плита покрытия; 4 — стальная накладка; 5 — уголок коротыш-упор, привариваемый только к стропильной балке; 6 — анкерные болты; 7 — зачеканка шва монтажным раствором; 8 — сварка; 9 — закладной опорный стальной лист в подстропильной балке; 10 — закладной стальной лист в колонне

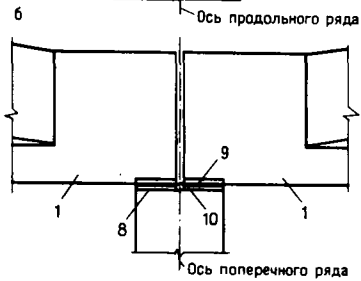
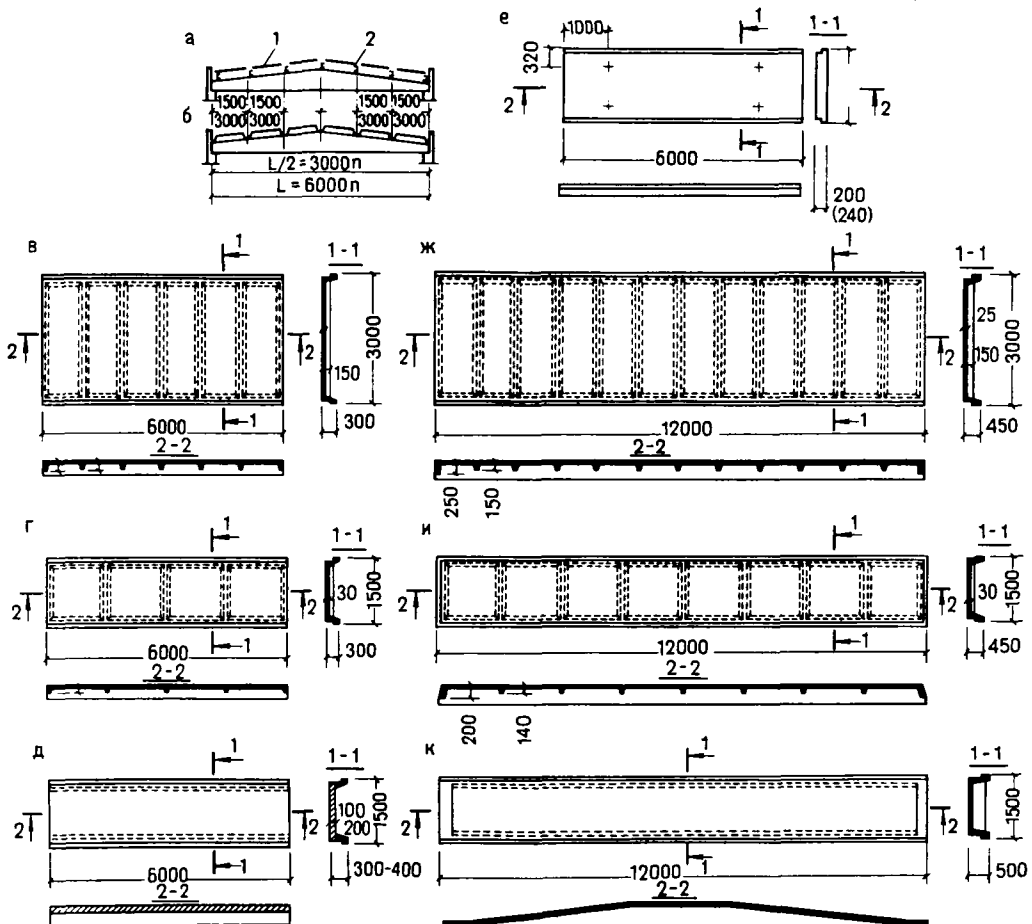


Рис. 24.34. Несущие конструкции ограждающей части покрытия

а — разрез прогонного покрытия; б — разрез беспрогонного покрытия; в, г, ж, и — железобетонные ребристые плиты; д — армопенобетонная плита с ребрами из тяжелого бетона; е — сплошная плита из легкого армированного бетона; к — железобетонная сводчатого типа КЖС



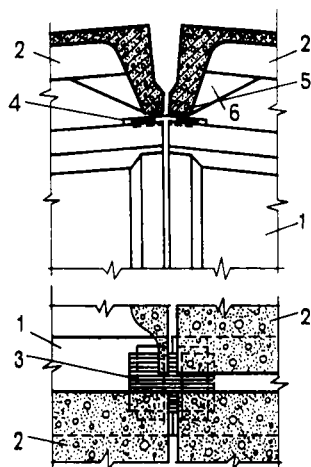


Рис. 24.35. Крепление плит покрытия в коньковом узле
1 — несущая конструкция покрытия; 2 — плита; 3 — закладная стальная деталь несущей конструкции покрытия; 4 — сварка; 5 — закладная стальная деталь плиты покрытия; 6 — вут

Рис. 24.36. Конструктивное решение покрытия с использованием длинномерного коробчатого настила

а — общий вид покрытия; б — деталь покрытия; 1 — коробчатый настил; 2 — кровля; 3 — утеплитель; 4 — воздушный зазор между поперечными ребрами; 5 — светильник; 6 — канал для вентиляции светильников; 7 — звукопоглощающий потолок

Рис. 24.37. Конструктивное решение покрытий с применением длинномерных настилов 2Т (а) и КЖС (б)

1 — длинномерный настил 2Т; 2 — длинномерный настил КЖС

жесткость покрытия и здания в целом.

Плиты покрытий, применяемые при беспрогонном варианте, выполняют главным образом из железобетона размерами 3×6 ; $1,5 \times 6$; 3×12 ; $1,5 \times 12$ м (см. рис. 24.34, в, г, ж — к), а также из армопенобетона и из легкого армированного бетона размером $1,5 \times 6$ м (см. рис. 24.38, д, е). По своим технико-экономическим показателям плиты шириной 3 м более выгодны. Плиты шириной 1,5 м используют как доборные и для укладки на участках покрытия у перепада высот смежных пролетов, в отдельных случаях у фонарей.

По несущей способности плиты подразделяют на марки. Вариантность несущей способности плит достигают изменением процента армирования и качества бетона. Наибольшее распространение получили ребристые плиты, выполняемые из тяжелого железобетона, с основными продольными ребрами, расположенными по краям, с поперечными ребрами и армированной полкой. Торцевые поперечные ребра плит снабжены вутами, которые обеспечивают жесткость контура плиты. Эти плиты наиболее универсальны, их применяют как при утепленных, так и при холодных покрытиях неотапливаемых зданий. В полке плит для пропуска коммуникаций можно устраивать отверстия.

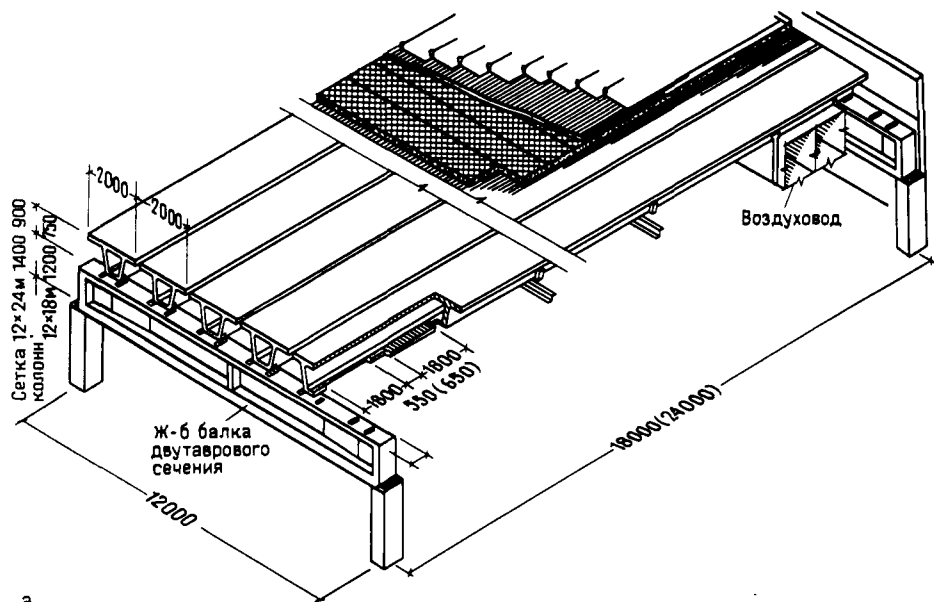
Плиты из легкого бетона (например, керамзитобетонные) применяют для устройства теплых покрытий. Эти

плиты служат одновременно несущими и теплоизоляционными элементами. В зависимости от теплотехнических требований толщину плит назначают различной. Плиты из керамзитобетона применяют только в зданиях, имеющих нормальный температурно-влажностный режим.

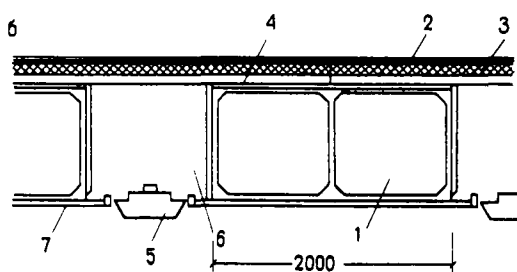
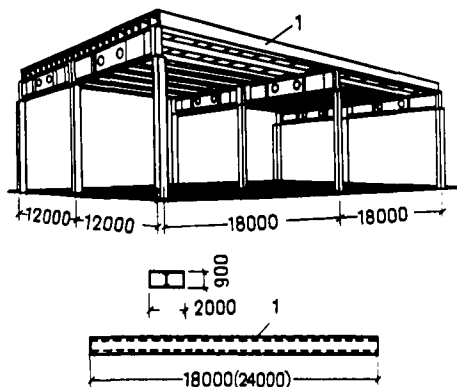
Опирающие все типы крупноразмерных плит на несущие конструкции осуществляют через стальные закладные детали, заделанные по их углам. Опорные детали приваривают непосредственно к специальным закладным деталям, которые размещают в верхнем поясе несущих конструкций покрытия (рис. 24.35).

В последние годы наметилась тенденция дальнейшего увеличения размеров железобетонных элементов покрытий. Для производственных зданий, например, текстильных и других предприятий с развитой системой воздухопроводов при сетке колонн 18×12 и 24×12 м, применяют железобетонные блоки-настилы, воздухопроводы коробчатого сечения (рис. 24.36).

Для повышения степени индустриальности конструкций покрытий зданий с наиболее распространенной сеткой колонн 18×12 и 24×12 м применяют укрупненные блоки из настилов 2Т и КЖС (рис. 24.37). Основным элементом такого вида покрытий — железобетонный блок-настил пролетом 18 и 24 м и шириной 3 м, опирающийся на продольные балки длиной 12 м и выполняющий функции стропильной

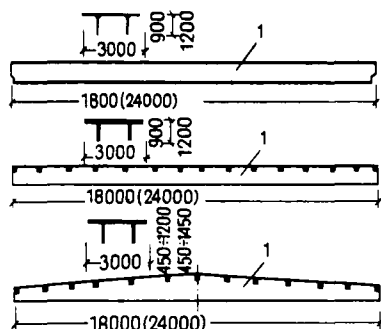
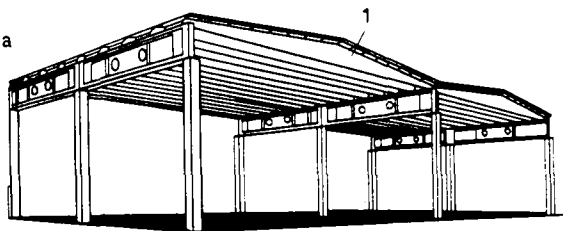


a

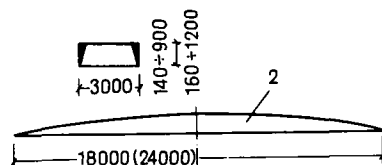
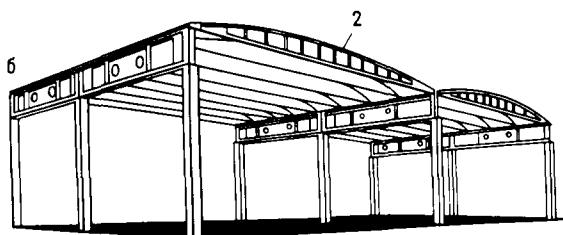


24,35	24,36
	24,37

a



b



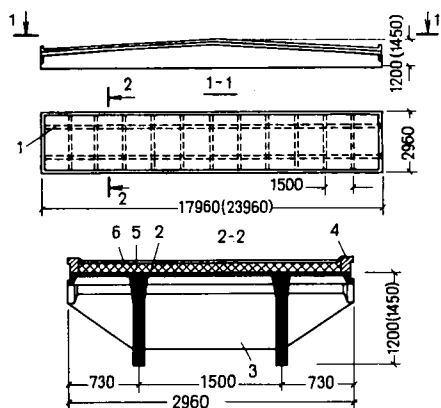
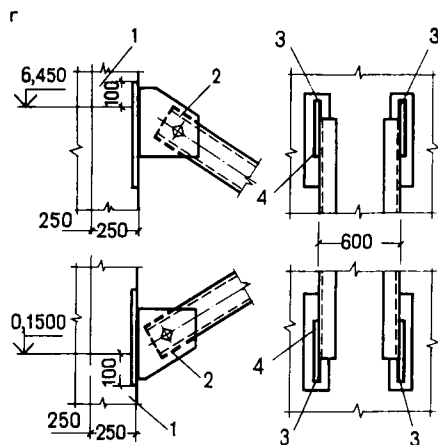
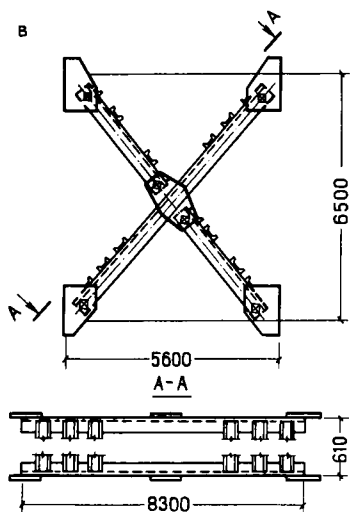
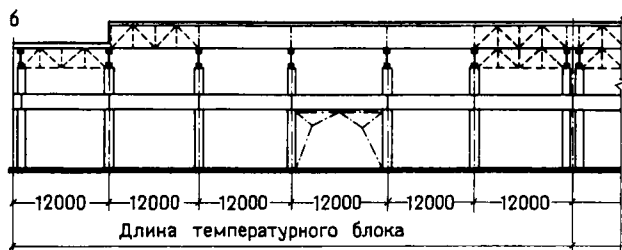
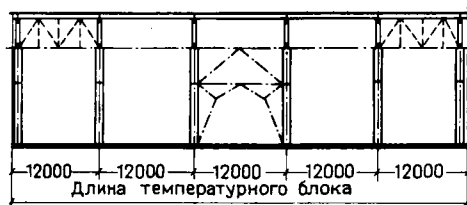
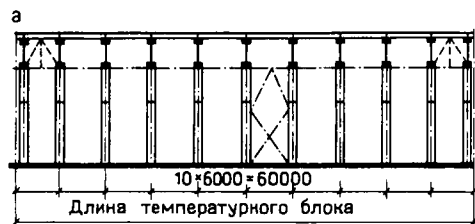


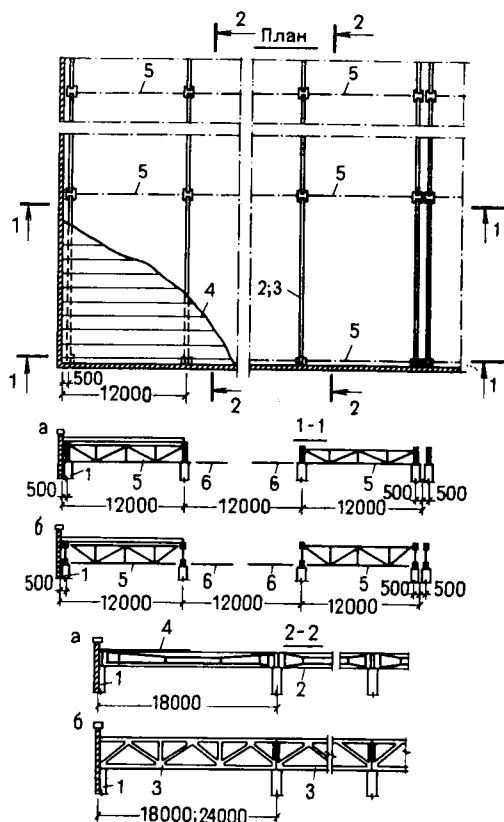
Рис. 24.38. Комплексный блок-настил покрытия 2Т
1 — предварительно напряженное ребро; 2 — ребристая плита; 3 — торцовая диафрагма; 4 — легковесный борт; 5 — жесткий плитный утеплитель; 6 — трехслойный гидроизоляционный ковер. (В скобках даны размеры, относящиеся к блокам пролетом 24 м)

Рис. 24.39. Устройство связей между колоннами
а и б — схемы крестовых и порталных связей и их расположение по длине температурного блока; в — крестовая связь; г — крепление крестовой связи к колонне: 1 — колонна; 2 — вертикальная связь; 3 — закладные стальные детали; 4 — сварка

Рис. 24.40. Схема расположения связей в покрытии
а — при балочных несущих конструкциях; б — при фермах: 1 — колонна; 2 — балка; 3 — ферма; 4 — плита покрытия; 5 — вертикальная связевая ферма; 6 — связевая распорка

24,38	24,40
24,39	





конструкции и плиты покрытия. На строительную площадку блоки-настилы поступают с уложенным на заводе утеплителем и наклеенным гидроизоляционным ковром (рис. 24.38).

Конструкции покрытий из крупно-размерных блоков-настилов позволяют значительно сократить число типоразмеров элементов, уменьшить объем здания в среднем на 7%; при кранах грузоподъемностью до 50 т выполнить конструкции можно без устройства связей в пределах покрытий, сократить число сварных стыков на 40% и длину швов замоноличивания на 20%.

Связи. Каркасы промышленных зданий должны обладать пространственной жесткостью. Когда несущие элементы ограждающей части покрытия выполняют в виде крупноразмерных плит, то жесткость каркаса здания и покрытия достигают установкой связей и диском покрытия. При прогонных покрытиях жесткость обеспечивают только связями.

Связи подразделяют на вертикаль-

ные и горизонтальные. Первые устраивают между колоннами и в покрытиях, вторые — только в пределах покрытий. Конструкция связей зависит от высоты здания, величины пролета, шага колонн каркаса, наличия мостовых кранов и их грузоподъемности. Связи не только обеспечивают жесткость каркаса здания, но и воспринимают горизонтальные ветровые нагрузки, действующие на торцы здания, фонари, горизонтальные тормозные усилия от мостовых опорных и подвесных кранов, а также придают устойчивость сжатым поясам поперечных ферм и рам.

Вертикальные связи между колоннами обеспечивают каркасу здания геометрическую неизменяемость и продольную жесткость, собирают все горизонтальные усилия с покрытия и продольных рам и передают их на фундаменты. Связи по колоннам устанавливают в каждом ряду посередине температурного блока (рис. 24.39, а, б).

По своему конструктивному решению связи могут быть крестовыми и порталными. Крестовые связи применяют при шаге колонн каркаса 6—12 м и высоте до головки подкранового рельса 6—12,6 м, порталные — при шаге колонн 12 и 18 м и высоте до головки подкранового рельса 8—14,6 м. При порталных связях легче организовать пропуск напольного транспорта. В бескрановых промышленных зданиях силовые воздействия, возникающие от ветровой нагрузки, действующей на торцы зданий, воспринимают сварными швами, соединяющими плиты с несущими конструкциями покрытий, а вертикальные связи между колоннами в этом случае не ставят. Вертикальные связи обычно изготавливают из прокатных профилей и монтируют на сварке (см. рис. 24.39, в). Для крепления связей в колоннах предусматривают дополнительные закладные детали (см. рис. 24.39, г).

Вертикальные связи в покрытии не ставят, если здание имеет скатную кровлю, а высота несущих конструкций покрытия составляет на опорах не более 900 мм или когда покрытие

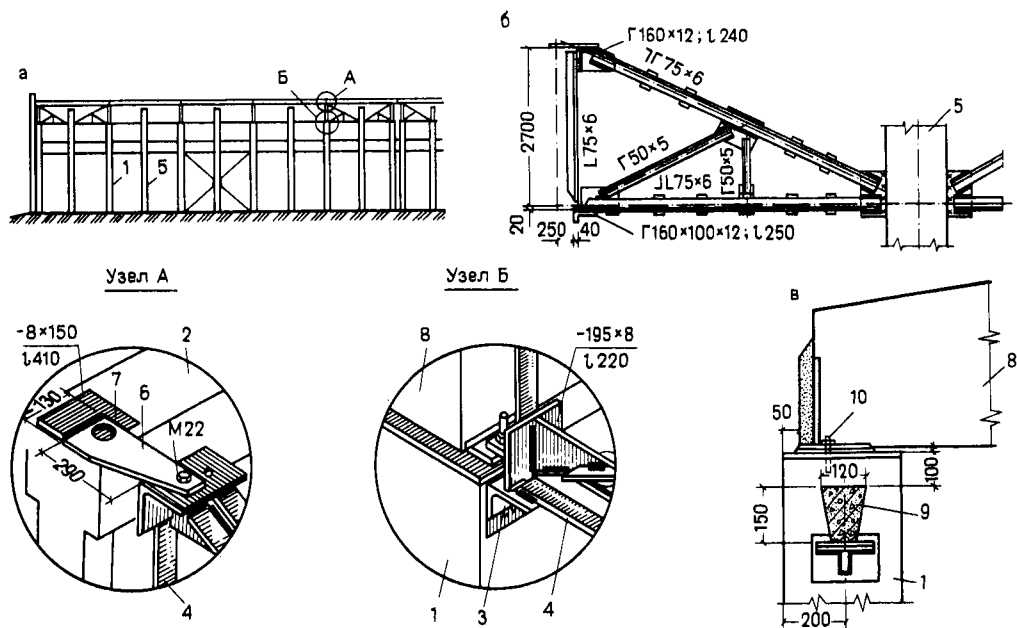


Рис. 24.41. Детали крепления вертикальных связей к элементам каркаса

а — расположение связей на продольном разрезе здания; б — вертикальная связевая ферма; в — крепление железобетонной распорки к колонне; узел А — крепление вертикальной стальной связевой фермы к верхнему поясу несущей конструкции покрытия; узел Б — то же, к верху колонны; 1 — колонна; 2 — верхний пояс несущей конструкции покрытия; 3 — закладные детали в колонне; 4 — вертикальная стальная связевая ферма; 5 — фахверковая колонна; 6 — накладка; 7 — монтажные сварные швы; 8 — несущая конструкция покрытия; 9 — железобетонная распорка; 10 — анкерный болт

решено с подстропильными конструкциями. В этом случае действующие горизонтальные нагрузки передают непосредственно через опорные части несущих конструкций покрытия или их воспринимают подстропильные конструкции. Когда высота балок или ферм на опорах более 900 мм, в покрытии устанавливают вертикальные связи в крайних ячейках температурного блока здания по продольным осям в местах опор несущих конструкций покрытия (рис. 24.40).

Вертикальные связи представляют собой стальные фермы с параллельными поясами пролетом, равным шагу колонн каркаса. Вертикальные связи прикрепляют при помощи сварки к закладным частям, располагаемым в верхней части колонны и в верхнем поясе несущей конструкции покрытия (рис. 24.41, а, б). Во всех средних пролетах температурного блока в уров-

не верха колонн ставят стальные или железобетонные распорки (см. рис. 24.41, в). При больших горизонтальных усилиях могут быть поставлены дополнительные вертикальные связи, которые располагают над вертикальными связями между колоннами.

Горизонтальные связи устанавливают по верхним и нижним поясам основных несущих конструкций покрытия. Роль горизонтальных связей по верхнему поясу поперечных ферм и рам при беспрогонном решении выполняют крупнопанельные плиты покрытия, прикрепленные через закладные стальные детали сваркой к ригелям. В зданиях, оборудованных мостовыми кранами тяжелого режима работы, для восприятия действующих на покрытие горизонтальных поперечных сил устраивают стальные крестовые горизонтальные связи, при этом плиты покрытия работают только как распорки.

При наличии фонарей сжатый пояс ригеля имеет свободную длину, равную ширине фонаря. Если ширина сжатого пояса ригеля невелика, может произойти потеря его устойчивости. Для предупреждения этого в пределах фонаря в крайних пролетах температурного блока устраивают горизон-

тальные крестовые связи из прокатной стали с тяжами, работающими на растяжение. Если фонарь не доходит до торца температурного блока, то устраивать связи по верхнему поясу ригелей крайнего пролета нет необходимости — железобетонные плиты покрытий этого пролета сами выполняют функции связей.

Горизонтальные связи по нижнему поясу несущих конструкций покрытия устанавливают в зданиях, оборудованных мостовыми кранами с тяжелым режимом работы, или в тех случаях, когда имеется технологическое оборудование, которое вызывает колебание конструкций. Горизонтальные связи, располагаемые по нижнему поясу несущих конструкций покрытия, выполняют в виде крестовых элементов из прокатной стали, образуя ферму с параллельными поясами, называемую **ветровой**.

В некоторых случаях, например при большой высоте здания, площадь торцовых стен оказывается значительной, тогда часть ветровой нагрузки, приходящейся на торец здания, передают на специально устраиваемые горизонтальные стальные связи (ветровые фермы), располагаемые у торцевых стен на уровне подкрановых балок или нижнего пояса несущих конструкций покрытия.

§ 25. СТАЛЬНЫЕ КАРКАСЫ ОДНОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

Применение стальных конструкций для каркасов одноэтажных промышленных зданий особенно целесообразно в отдаленных районах нашей страны (Дальний Восток, Крайний Север, Сибирь и др.), труднодоступных и сейсмических районах.

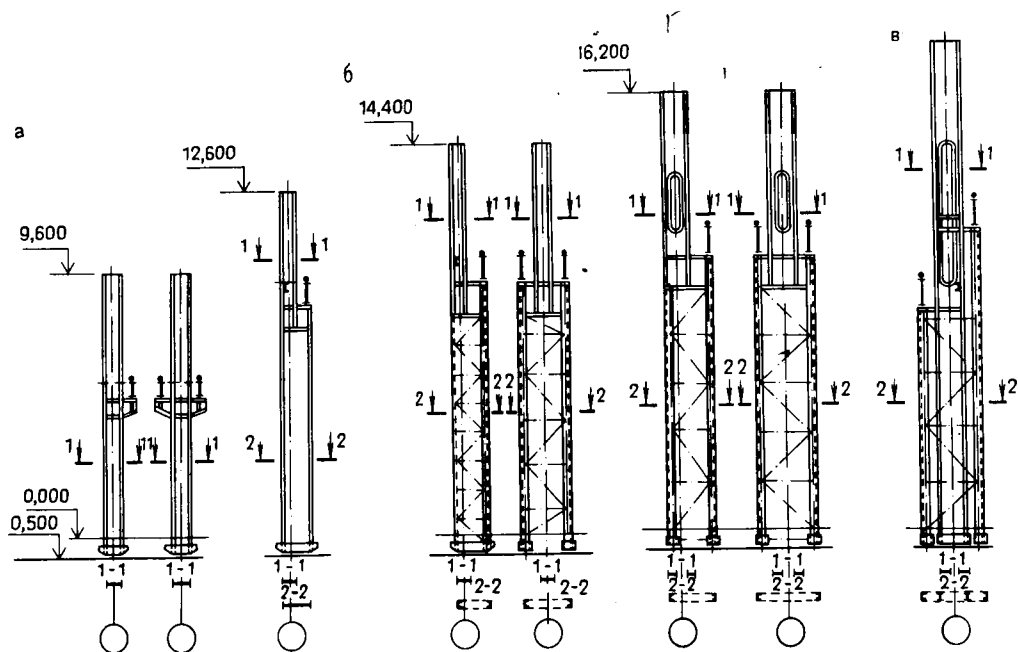
Выполнение промышленного здания из прогрессивных металлических конструкций несущих и ограждающих элементов, использование новых эффективных утеплителей по сравнению с аналогичными традиционными конструкциями из железобетона и обычных теплоизоляционных материалов позволяет значительно снизить массу (вес) здания в целом.

Стальной каркас одноэтажного промышленного здания имеет конструктивную схему, аналогичную железобетонному каркасу.

Стальные колонны каркаса в зависимости от их поперечного сечения разделяют на сплошные постоянного и переменного сечения (рис. 25.1, а), решетчатые (сквозные) переменного сечения (рис. 25.1, б), отдельные переменного сечения (рис. 25.1, в). Колонны устраивают для бескрановых зданий и для зданий, оборудованных кранами; колонны принимают совместно нагрузки от покрытия и от кранов (см. рис. 25.1, а, б). Кроме того, при большой грузоподъемности кранов колонны раздельно воспринимают нагрузки от покрытия и от кранов (см. рис. 25.1, в). Соединения элементов колонн выполняют сварными, а при особо тяжелых крановых нагрузках — клепаными. На рис. 25.2 — сквозная колонна переменного сечения, состоящая из сплошного надколонника, сквозного среднего стержня и сплошной базы. В поперечном сечении стальные колонны чаще всего представляют собой комбинацию нескольких прокатных профилей (швеллеров, двутавров, уголков, стальных листов), связанных накладками. Подкрановые балки опирают на колонны постоянного сечения через специально устраиваемые для этой цели консоли, а в ступенчатых — на уступы колонн.

Сплошные колонны по сравнению со сквозными менее трудоемки в изготовлении, но требуют большого расхода стали. Их применяют в бескрановых зданиях, а также в цехах с мостовыми кранами грузоподъемностью до 20 т. В остальных случаях применяют колонны переменного сечения, при этом надколонник может быть сплошным или сквозным. Нижнюю подкрановую часть колонн при ширине ее до 800 мм делают сплошной, в остальных случаях сквозной.

Колонны раздельного типа в некоторых случаях бывают самыми экономичными, так как разделение передаваемых нагрузок от покрытия и кранов на две ветви дает наиболее полное использование материала.



Сплошные колонны чаще всего выполняют из одного прокатного профиля или нескольких вертикальных листов, которые сваривают между собой по всей высоте колонны. Сквозные колонны состоят из нескольких отдельных ветвей, которые соединяют между собой решетками.

Нагрузку от колонн на фундаменты передают через башмаки, которые крепят к фундаментам анкерными болтами. Размеры башмаков определяют расчетом; они зависят от величин нагрузок, передаваемых колоннами (рис. 25.3). Башмаки располагают на 500—600 мм ниже уровня пола. Во избежание коррозии башмаков обетонируют. Фундаментные балки при стальных каркасах выполняют железобетонными.

Обвязочные балки в стальном каркасе устраивают из одного профиля (швеллера или двутавра) или составного сечения.

Стальные подкрановые балки могут быть разрезными и неразрезными, сплошными и решетчатыми. Разрезные подкрановые балки и фермы (рис. 25.4, а, б), получили наибольшее распространение. Они просты в конструктивном решении, индустриальны, но по сравнению с неразрезными имеют несколько больший расход стали. Неразрезные подкрановые балки (см. рис.

25.4, б) имеют лучшие условия эксплуатации подкрановых путей.

На рис. 25.5 представлены подкрановые балки: сплошные — прокатные из двутавра и составные — сварные или клепаемые (рис. 25.5, а), решетчатые — шпренгельного типа (рис. 25.5, б) и в виде ферм (рис. 25.5, в).

Решетчатые подкрановые балки по сравнению со сплошными более экономичны по расходу стали, и их применяют особенно при пролетах 12 м и более, но используют только при кранах легкого и среднего режимов работы с грузоподъемностью, не превышающей 50 т. Во всех остальных случаях применяют сплошные подкрановые балки. В типовых подкрановых балках делают сварные соединения, позволяющие по сравнению с клепаемыми получить значительную экономию стали.

Способ крепления к балке кранового рельса зависит от его типа. Брусковые квадратные рельсы, применяемые при кранах малой грузоподъемности, могут быть непосредственно приварены к верхним поясам балок. Железнодорожные рельсы широкой колеи подкрановых путей для кранов грузоподъемностью 10—50 т крепят к верхним поясам балок крюками и гайками с пружинными шайбами (рис. 25.5, г).

Для кранов грузоподъемностью

Рис. 25.1. Типы стальных колонн одноэтажных производственных зданий

a — сплошного постоянного и переменного сечения; *б* — решетчатые переменного сечения; *в* — раздельная переменного сечения

25.1	25.2
25.3	25.4

Рис. 25.2. Сквозная стальная колонна переменного сечения со сплошным надколонником

1 — башмак; 2 — ветвь колонны; 3 — решетка колонны; 4 — надколонник; 5 — подкрановая балка; 6 — тормозная ферма; 7 — проход в колонне; 8 — оголовок

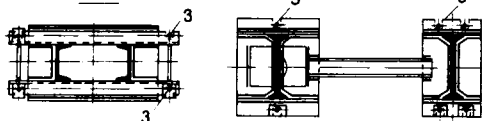
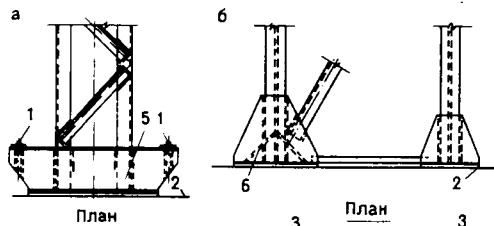


Рис. 25.3. Башмаки стальных колонн

a — легкий; *б* — средний; *в* — тяжелый: 1 — анкерные болты; 2 — опорная поверхность фундамента; 3 — отверстия для анкерных болтов; 4 — ребра жесткости; 5 — траверса; 6 — листовые полосы

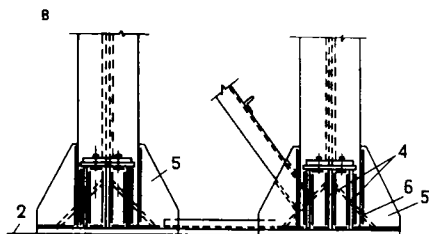
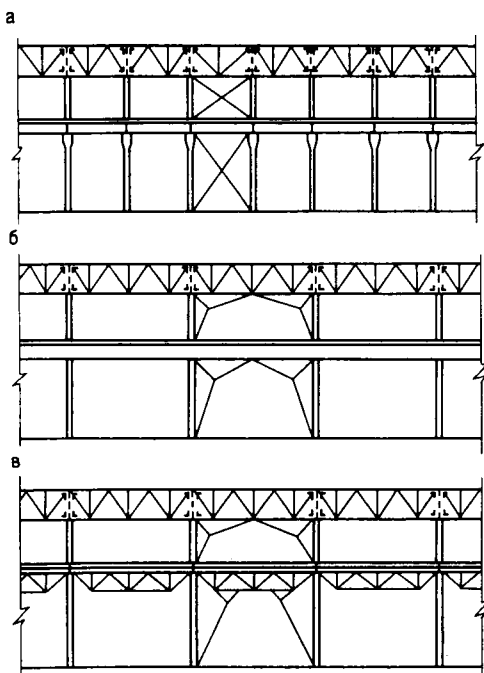
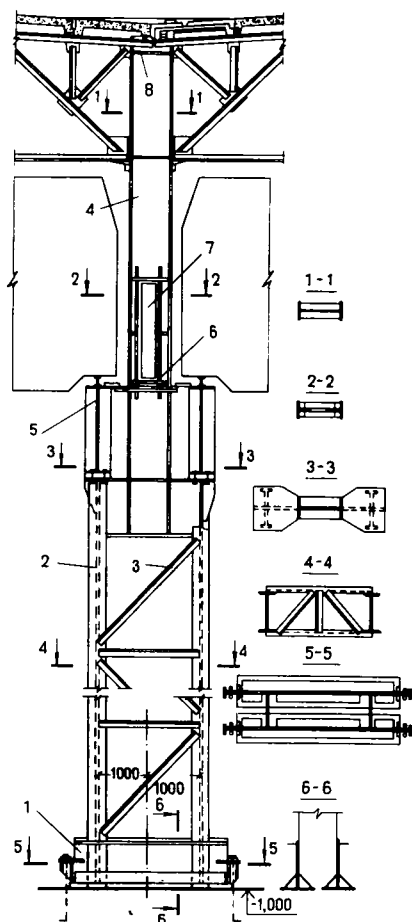
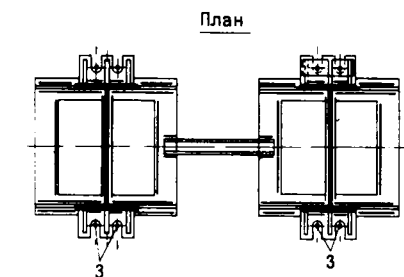


Рис. 25.4. Конструктивные схемы подкрановых балок

a — разрезная; *б* — неразрезная; *в* — решетчатая (сквозная)



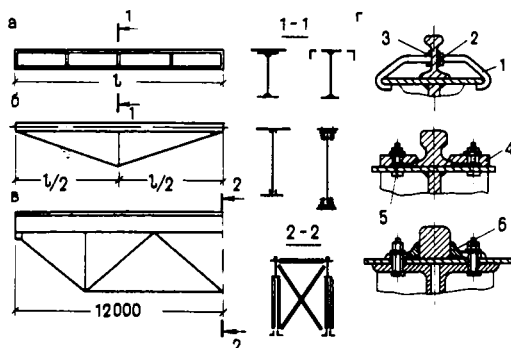


Рис. 25.5. Схемы подкрановых балок и крепление к ним рельсов
 а — сплошной; б — решетчато-шпренгельной, в — решетчатой в виде фермы, г — крепление рельсов: 1 — крюк; 2 — гайка; 3 — пружинная шайба; 4 — лапка; 5 — прижимной болт; 6 — коротыш

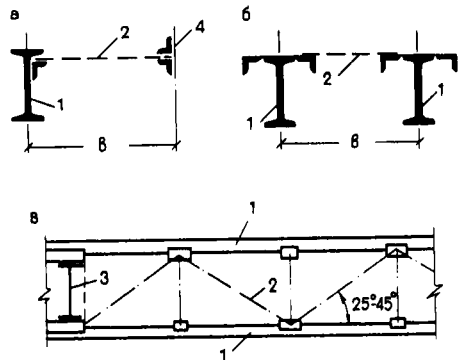


Рис. 25.6. Устройство тормозных ферм
 а — сечение тормозной фермы при расположении подкрановой балки с одной стороны колонны; б — то же, с обеих сторон; в — план части тормозной фермы; 1 — подкрановая балка; 2 — тормозная ферма; 3 — колонна; 4 — наружный пояс тормозной фермы

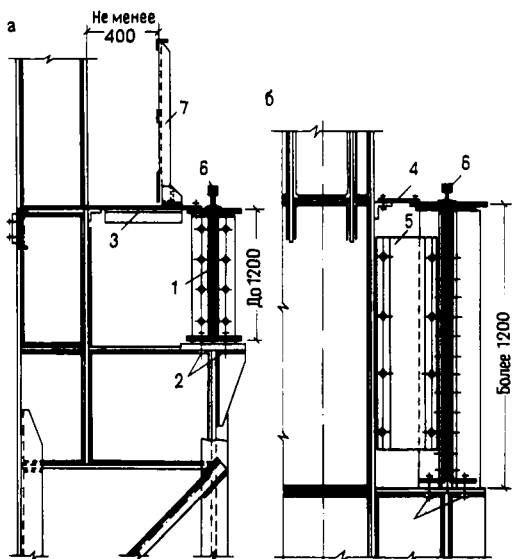


Рис. 25.7. Крепление подкрановых балок высотой до 1200 мм (а) и более 1200 мм (б) к колоннам каркаса
 1 — подкрановая балка; 2 — анкерные болты; 3 — тормозная ферма; 4 — накладка; 5 — диафрагма; 6 — рельс; 7 — ограждение прохода по тормозной ферме

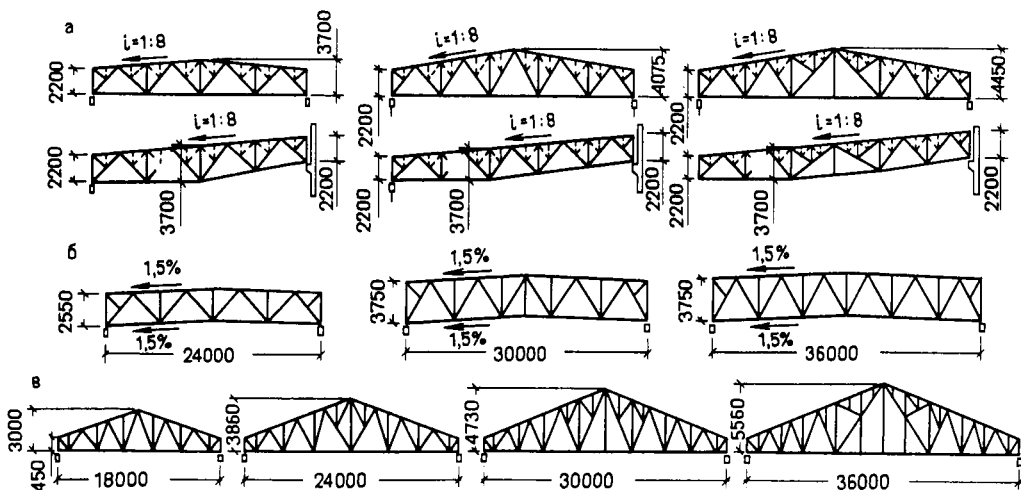


Рис. 25.8. Геометрические схемы типовых унифицированных стальных ферм
 а — для отапливаемых зданий со скатым покрытием под рулонную кровлю; б — для отапливаемых зданий с пологим покрытием под рулонную кровлю; в — для неотапливаемых зданий под кровлю из асбестоцементных волнистых листов

более 50 т применяют крановые рельсы специального профиля, которые закрепляют стальными планками и прижимными болтами. Рельсы из прокатного квадратного профиля приваривают к коротышам уголков, прикрепляемых к верхнему поясу подкрановой балки болтами. Для восприятия горизонтальных сил от торможения тележки и от перекосов крана, а также для обеспечения общей устойчивости подкрановых балок устраивают тормозные балки или фермы. Их закрепляют сваркой к верхним поясам подкрановых балок (рис. 25.6). Ширину тормозной балки или фермы назначают с учетом необходимой жесткости и возможности прохода по подкрановым путям.

Нижний пояс подкрановых балок крепят к колонне анкерными болтами (рис. 25.7, а), а верхний — тормозными фермами или накладками (рис. 25.7, б). При высоте подкрановых балок более 1200 мм дополнительно вводят диафрагмы. В качестве стальных несущих конструкций покрытия применяют прокатные или составные балки, фермы, рамы, арки, пространственные и висячие системы. Стальные прокатные или составные балки имеют чаще всего двутавровое сечение, их применяют при пролетах 6—12 м.

Стальные фермы могут быть различной формы и очертания, выбор типа ферм зависит от назначения и объемно-планировочного решения промышленного здания. В практике строительства применяют фермы с параллельными поясами, полигональные, треугольные, с параллельными поясами с затяжкой, сегментные, параболические и др.

Фермы с параллельными поясами применяют для зданий с плоским покрытием, а также для устройства подстропильных конструкций. Их пролет может достигать 60 м и более. Полигональные фермы устраивают при покрытиях с рулонной кровлей при пролетах до 36 м. Треугольные фермы дают возможность осуществить покрытия с крутыми кровлями из асбестоцементных или стальных листов, вследствие чего высота ферм в середине

пролета достигает значительных размеров, а это ограничивает их пролеты величиной 36—48 м.

В массовом промышленном строительстве применяют унифицированные полигональные фермы пролетом 24, 30 и 36 м с уклоном верхнего пояса 1:8 (рис. 25.8, а) и плоские с параллельными поясами (рис. 25.8, б), по которым устраивают рулонные кровли. В отдельных случаях такие фермы устраивают для перекрытия 18-метровых пролетов.

Фермы с крутыми скатами (рис. 25.8, в) используют для пролетов 18, 24, 30 и 36 м при кровлях из листовых материалов. Размеры панелей ферм унифицированы и соответствуют укрупненным модулям, т. е. 1,5 м. Высота полигональных ферм на опорах для всех пролетов принята одинаковой — 2,2 и 0,45 м при крутых скатных кровлях.

Большепролетные фермы (рис. 25.9) могут перекрывать пролеты до 90 м и иметь различные схемы решеток: треугольную, раскосную, крестовую и др. Выбор схемы решетки зависит от характера приложения нагрузки, очертания и высоты ферм.

Элементы фермы: верхний и нижний пояса, стойки и раскосы — выполняют из прокатных уголков в виде стержней парного профиля. Соединяют стержни в узлах сваркой при помощи фасонки (косынок) из листовой стали, располагаемых между уголками (рис. 25.10). В целях унификации узловых соединений решетку в типовых полигональных фермах и в фермах с параллельными поясами принимают треугольной.

Фермы чаще всего имеют неподвижные опоры, однако в температурном шве на одной колонне, а не на спаренных колоннах одну из опор устанавливают на катках или сферических поверхностях. Опираемость ферм на стальные колонны может быть шарнирной и жесткой. При шарнирном соединении (рис. 25.11, а) ферму опирают на оголовок колонны выступающим краем опорной фасонки, соблюдая центрирование элементов фермы и колонны. Для восприятия нагрузки

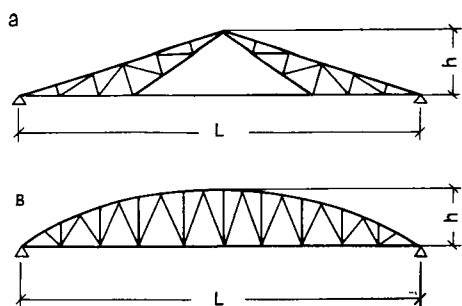


Рис. 25.9. Геометрические схемы стальных ферм
а — треугольная; б — с параллельными поясами с затяжкой;
в — сегментная; г — параболического очертания

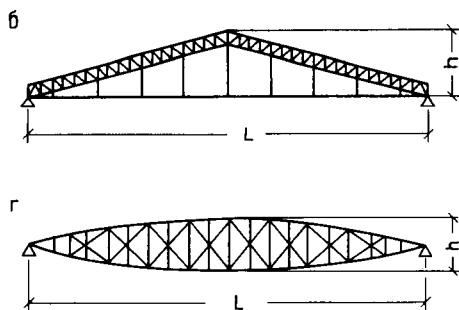
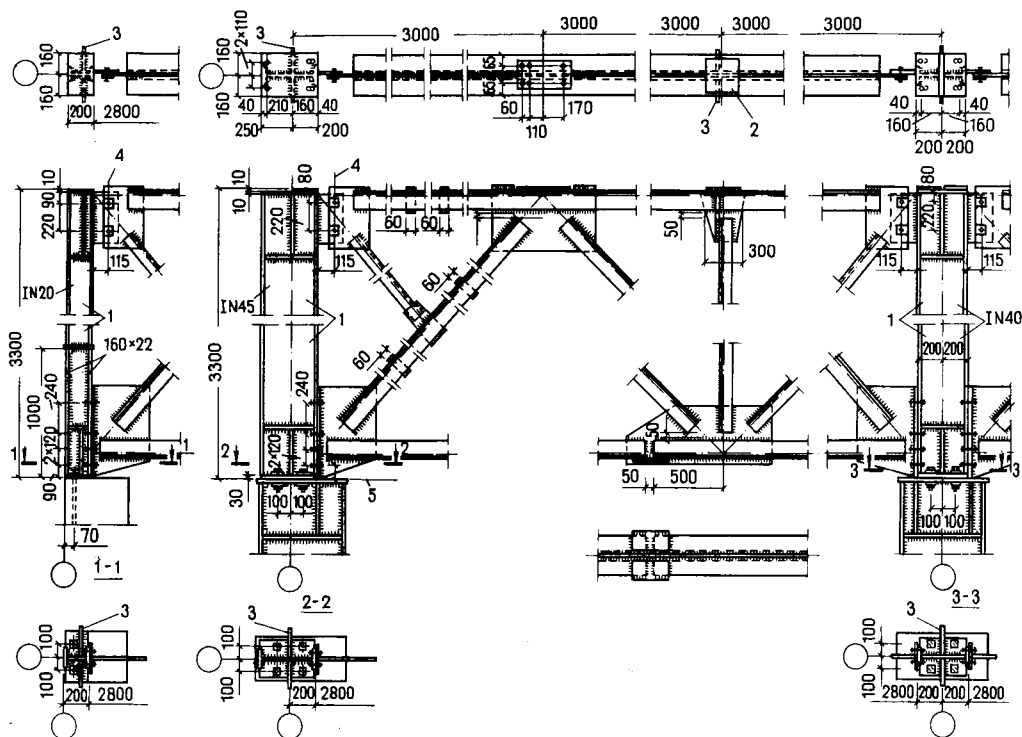


Рис. 25.10. Конструктивное решение узлов стальной фермы
1 — опорная стойка; 2 — накладка для опирания железобетонных плит покрытия; 3 — фанонка для крепления связевой фермы; 4 — болты М20; 5 — строганный торец опорного ребра



верхнюю часть оголовка усиливают одним или двумя вертикальными ребрами. Опорный узел фермы соединяют с колонной анкерными болтами, для чего оголовок заканчивают горизонтальной диафрагмой.

При жестком соединении нижний опорный узел фермы устанавливают на монтажный столик (рис. 25.11, б), представляющий собой обрезок крупного прокатного уголка, который прикрепляют к колонне болтами и сваркой. На рис. 25.11, в показано жесткое

рамное соединение двух ферм смежных пролетов между собой и между фермой и колонной каркаса.

Стальные рамы предназначены для устройства несущих конструкций покрытий при больших пролетах. По сравнению с балочными рамные покрытия имеют меньшую массу, большую жесткость в поперечном направлении и меньшую высоту ригеля. Недостатками рамных конструкций являются большая ширина колонн и чувствительность к неравномерным осадкам опор

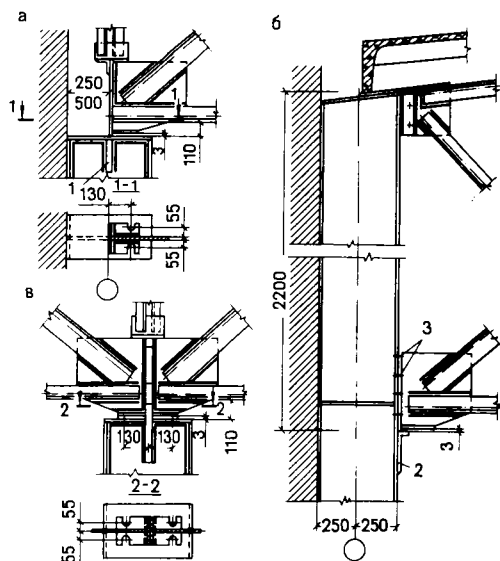


Рис. 25.11. Опирающие стальные фермы

а — шарнирное на крайнюю колонну; *б* — жесткое на крайнюю колонну; *в* — жесткое рамное соединение двух ферм смежных пролетов между собой и между фермой и колонной каркаса: 1 — ребро; 2 — монтажный столик; 3 — черные болты

и изменениям температуры. Рамы могут быть однопролетными и многопролетными, с горизонтальными или ломаными поясами.

Ригели и стойки рам проектируют сплошными (рис. 25.12, *а*) или сквозными (рис. 25.12, *б*). Возможно комбинированное решение, например, рамы со сквозной фермой и одной сквозной колонной, другая колонна сплошная (рис. 25.12, *в*).

Рамные конструкции эффективны при жесткости колонн, близкой к жесткости ригелей, высоту которых принимают: при сплошных сечениях $1/20$ — $1/30$ пролета, при решетчатых — $1/12$ — $1/18$ пролета.

Стальные арки применяют в промышленных зданиях в основном для устройства покрытий со значительными размерами пролетов. Распор арок передают через фундаменты на грунт, а при неблагоприятных грунтовых условиях он может быть воспринят затяжкой, которую размещают ниже уровня пола цеха. Статическая схема стальных арок может быть бесшарнирной, двух- и трехшарнирной. Арочные покрытия по конструктивному решению бывают плоскостные и блоч-

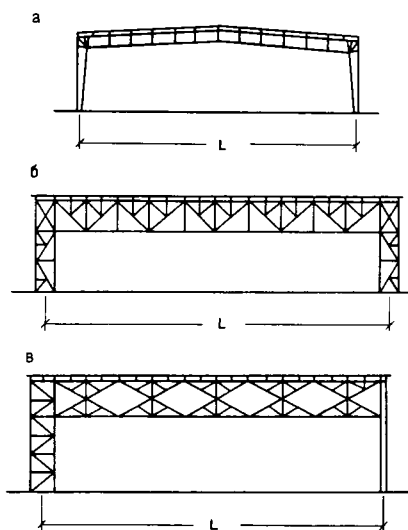


Рис. 25.12. Схемы однопролетных стальных рам *а* — сплошная; *б* — сквозная; *в* — со сквозной фермой и одной сквозной колонной (другая колонна сплошная)

ные. Последние более рациональны, так как монтаж спаренных арок менее трудоемок. Стрела подъема арок находится в пределах $1/2$ — $1/15$ пролета. Очертание арки выбирают по кривой давления, так как в этом случае изгибающие моменты — минимальные. Арки, как и рамы, могут иметь сплошное или сквозное сечение.

При строительстве складов сыпучих материалов представляется возможность передать распор от арок непосредственно на фундаменты и внутреннее пространство в пределах габарита арок использовать полностью. Для покрытия склада такого типа пролетом 53 м приняты трехшарнирные стальные арки треугольного очертания с шагом 12 м (в данном случае система названа аркой условно) (рис. 25. 13).

Сечение арок запроектировано сплошным в виде сварного двутавра с максимальной высотой 1,5 м. Каждая половина арки для удобства перевозки расчленена на три одинаковые отправочные марки. Продольную жесткость сооружения обеспечивают связями, установленными между арками. Прогон покрытия — прокатные двутавры — расположены через 1,5 м. Для удобства монтажа прогоны соединены попарно решеткой.

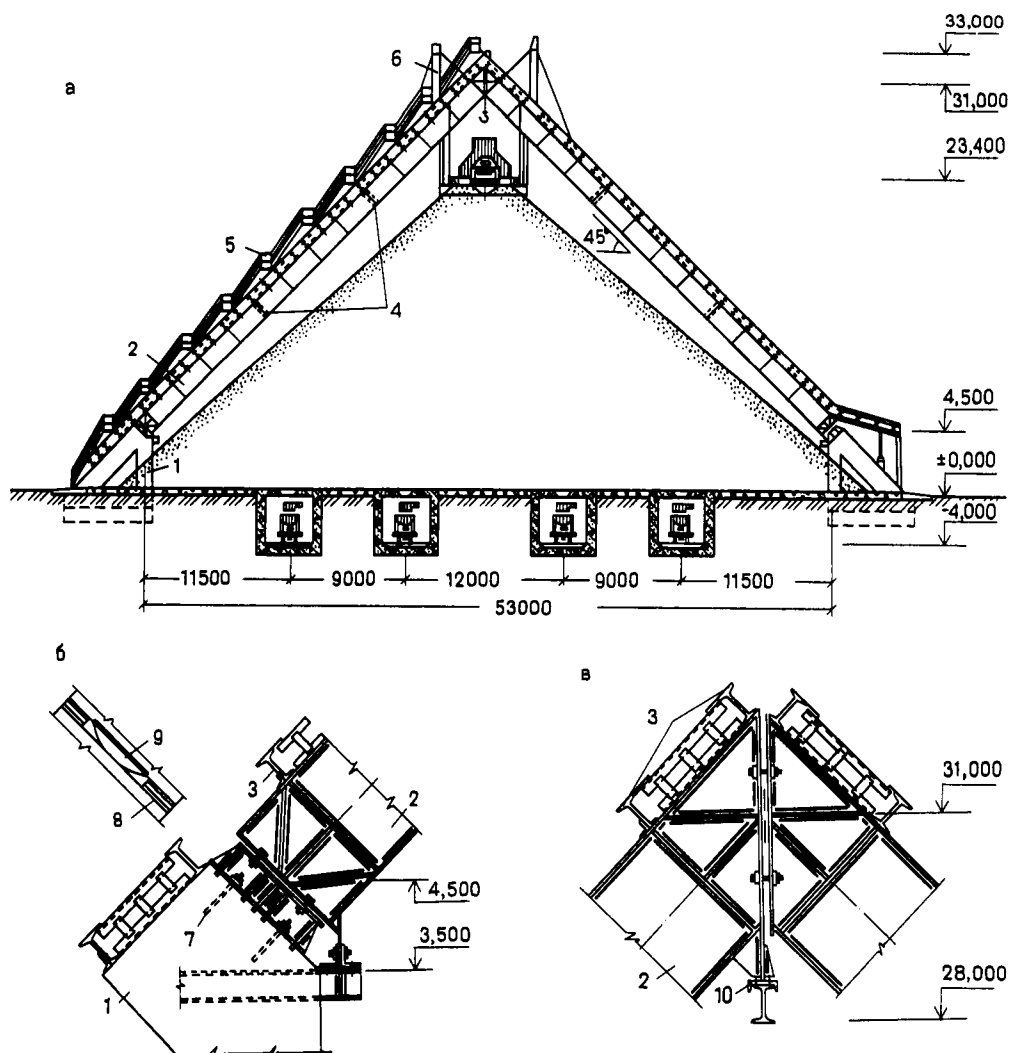


Рис. 25.13. Устройство покрытия по стальным треугольным трехшарнирным аркам

а — поперечный разрез; *б* — опорный шарнирный узел; *в* — замковый узел; 1 — фундамент; 2 — арка; 3 — прогоны; 4 — распорки между арками; 5 — пожарная лестница; 6 — вентиляционная труба; 7 — анкерные болты; 8 — упоры; 9 — шарнир; 10 — монорельс

Покрытия складов сыпучих материалов большой емкости с пролетами до 100 м выполняются в виде сквозных трехшарнирных арок криволинейного очертания, опирающихся непосредственно на фундаменты, которые воспринимают и распор, возникающий в арках (рис. 25.14, *а*).

Для устройства покрытий с большими пролетами, например, ангаров, применяют двухшарнирные сквозные арки, опирающиеся на железобетонные рамы, являющиеся несущими кон-

струкциями симметрично расположенных пристроек для размещения производственно-вспомогательных помещений (рис. 25.14, *б*). В целях увеличения полезной высоты помещений без увеличения общей высоты здания иногда затяжки двухшарнирных арок располагают выше линии опорных шарниров (рис. 25.14, *в*).

Высота сечения сквозных арок составляет $1/30$ — $1/60$ пролета и сплошных арок $1/50$ — $1/80$ пролета. Возможность применения арок с такой незначительной высотой сечения объясняется относительно малой величиной изгибающих моментов, возникающих в арках.

Для устройства покрытий применяют трехгранные трубчатые фермы,

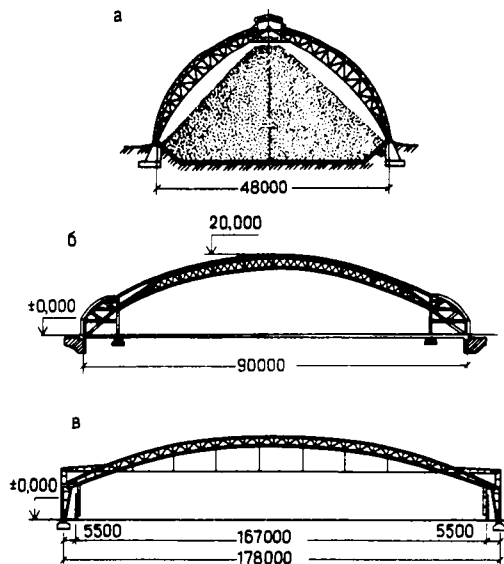


Рис. 25.14. Схемы сквозных арок

а — трехшарнирная; б — двухшарнирная; в — арка с приподнятой затяжкой

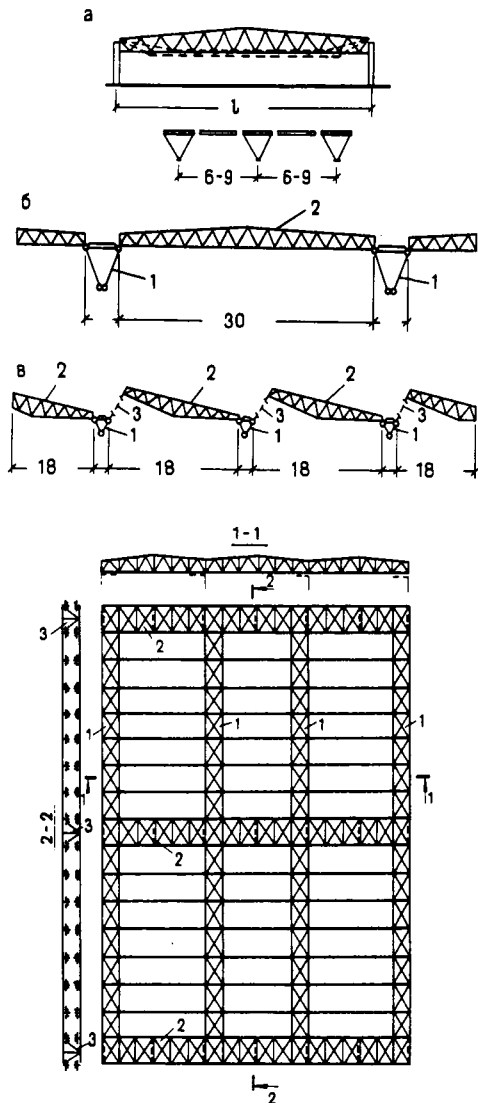
Рис. 25.15. Покрытия с трехгранными фермами и арками
а — поперечный и продольный разрезы покрытия с трехгранными балочными фермами; б — продольный разрез покрытия без фонарей при шаге трехгранных арок 30 м; в — продольный разрез шедового типа покрытия при шаге трехгранных арок 18 м; 1 — трехгранная арка, 2 — продольная ферма; 3 — световой проем

Рис. 25.16. Схема устройства связей в покрытии многопролетного цеха

1 — продольная связевая ферма; 2 — поперечная связевая ферма, 3 — вертикальные связи

удобные в изготовлении, транспортировании и монтаже (рис. 25.15, а). При больших пролетах в промышленных зданиях целесообразна укрупненная разбивочная сетка вертикальных несущих конструкций. В этом случае прибегают к комбинированному решению, применяя в качестве поперечных несущих конструкций — арки, а в качестве продольных конструкций — фермы (рис. 25.15, б). В целях освещения внутреннего пространства естественным светом продольные фермы опирающиеся на поперечные арки, приподнимают и создают таким образом зубчатый (шедового типа) профиль покрытия, идущий по очертанию поперечных арок (рис. 25.15, в).

Связи. Пространственную жесткость и устойчивость ферм, рам, арок и других плоскостных конструкций кар-



каса зданий обеспечивают системой связей, устанавливаемых между этими конструкциями (рис. 25.16).

В покрытиях устраивают горизонтальные (продольные и поперечные) и вертикальные связи, а между колоннами устанавливают продольные вертикальные связи.

Продольные горизонтальные связи располагают вдоль рядов колонн в плоскостях нижнего и верхнего поясов крайних панелей ферм. Они представляют собой продольные связевые фермы с параллельными поясами. Поперечные горизонтальные связи образуют поясами двух смежных стропиль-

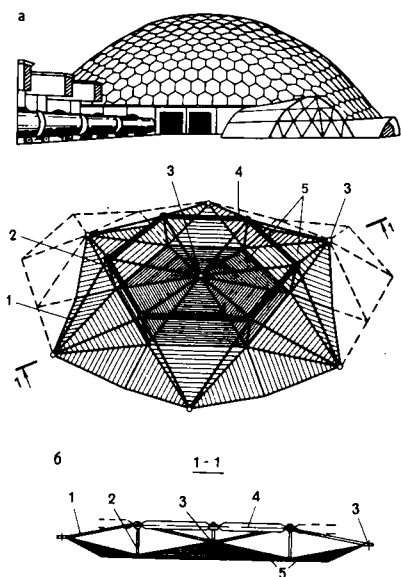


Рис. 25.17. Сетчатый сферический купол из алюминиевых ромбовидных панелей

а — общий вид; б — деталь несущей конструкции; 1 — развязывающие подвески; 2 — стальные стержни; 3 — болты; 4 — стальная труба, 5 — стальной лист

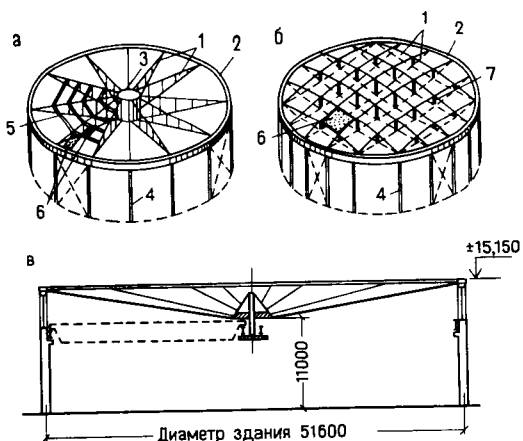
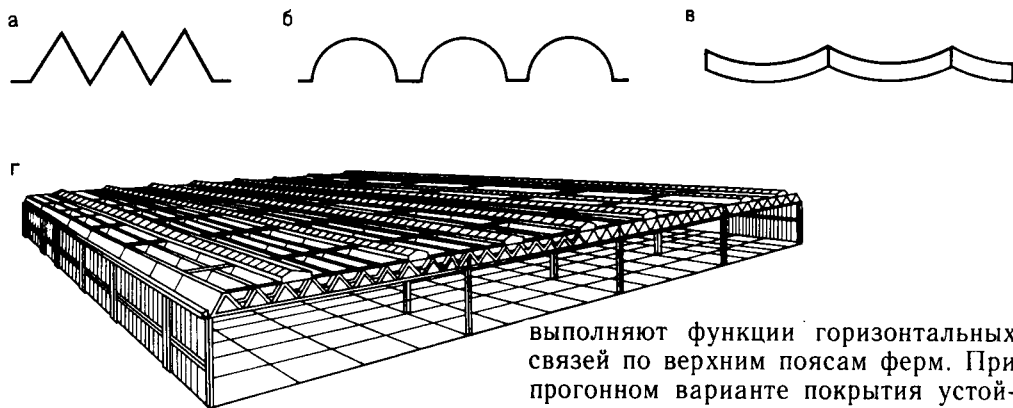


Рис. 25.18. Висячие покрытия на круглых планах

а — покрытие с радиальными тросами; б — покрытие с перекрестными тросами; 1 — тросы; 2 — опорное кольцо; 3 — центральное кольцо; 4 — колонны; 5 — распорки; 6 — плиты покрытий; 7 — стойки; в — покрытие в виде конической тонколистовой оболочки

Рис. 25.19. Типы стальных складок

а — гребенчатая; б — цилиндрическая; в — двоякой кривизны; г — общий вид покрытия промышленного здания, перекрытого гребенчатыми складками



ных ферм и расположенной между ними решеткой. Их устраивают у торцов здания, а также с обеих сторон каждого деформационного шва, а при большом расстоянии между деформационными швами — через каждые 60 м.

Горизонтальные поперечные связи по верхним и нижним поясам ферм совмещают в плане.

Если несущую конструкцию ограждающей части покрытия выполняют из крупноразмерных железобетонных плит, то они образуют жесткий диск и

выполняют функции горизонтальных связей по верхним поясам ферм. При прогонном варианте покрытия устойчивость верхних поясов ферм, расположенных в промежутках между двумя поперечными связевыми фермами, обеспечивают прогонами, а над участками под фонарями — специальными растяжками из уголков.

Вертикальные связи в покрытии служат опорами для поперечных горизонтальных связевых ферм и гарантируют правильность взаимного расположения в вертикальной плоскости стропильных ферм при монтаже. Их выполняют в виде ферм с параллельными поясами и располагают в плоскостях опорных стоек ферм, по середине

пролета и под узлами крепления наружных стоек фонаря. Конструкция всех видов связей, необходимость их постановки, местоположение в покрытии определяют расчетом в каждом конкретном случае при разработке проекта несущих конструкций здания.

Купола. При устройстве покрытий промышленных зданий металлические пространственные конструкции применяют сравнительно редко. В отдельных случаях, когда обоснована техническая и экономическая целесообразность, для покрытий используют купола и перекрестно-ребристые конструкции.

Купола по своей конструкции могут быть трех типов: ребристые, ребристо-кольцевые и сетчатые. Металлические купола устраивают над бассейнами обогатительных фабрик, круглыми в плане производственными зданиями, складами, транспортными зданиями и др.

В качестве примера устройства купольного покрытия можно привести здание вагоноремонтного депо в Батон Руж (США), решенное в виде сетчатого купола из алюминиевых панелей (рис. 25.17, а, б.). Диаметр купола в основании 117 м, высота 36,6 м, для построения его конструктивной схемы использованы принципы инж. Б. Фуллера.

Несущая сетчатая конструкция купола выполнена из стальных трубчатых шестиугольников (диаметр труб 100 мм). Масса шестиугольника 2 т, размер сторон 6 м (см. рис. 25.17, б). К узлам стержневых шестиугольников при помощи стальных подвесок крепят с внутренней стороны отштампованные выпуклые шестиугольники из стали. Купол собран без лесов и подмостей из 321 шестиугольного элемента семи типов на сварке.

В нашей стране купол сетчатой конструкции разработан диаметром 76 м и высотой 14,6 м из складчатых алюминиевых листовых ромбовидных панелей. Размеры коротких диагональных ромбов изменяются от 3,3 м в нижнем ярусе до 1,2 м в верхнем, длинные диагонали ромбов имеют размер около 12 м. Панели собирают

из листов толщиной 3 мм с отогнутыми кромками, их соединяют по кромкам на болтах, а в узлах — при помощи специальных угловых накладок.

Висячие системы покрытий характерны тем, что в них для восприятия распора требуется устройство опорных конструкций, стоимость которых составляет значительную часть стоимости самих покрытий. Это вызывает необходимость применять висячие конструкции покрытий для зданий круглой, овальной или другой непрямоугольной формы в плане.

В круглых и эллиптических в плане зданиях (рис. 25.18) возникающие в висячих системах горизонтальные усилия (распор) передают на наружное опорное сжатое кольцо, которое выполняют из железобетона. При этом висячие конструкции покрытий решают с несущими и стабилизирующими тросами, которые могут иметь радиальное расположение (рис. 25.18, а) или располагаться взаимно перпендикулярно, т. е. по перекрестной системе (см. рис. 25.18, б).

В Гляйсдорфе (Австрия) построен механосборочный цех круглой формы в плане (см. рис. 25.18, в), покрытие которого представляет собой коническую висячую металлическую тонколистовую (толщиной 4 мм) оболочку-мембрану. По периметру здания мембрана закреплена в железобетонном опорном контуре, с внешней стороны она покрыта специальным лаком, заменяющим кровельный ковер.

Складки состоят из стальных листов, которые укрепляют промежуточными и торцевыми жесткими контурными диафрагмами. Каждую грань или волну складки заготавливают заранее и затем монтируют в непрерывную пространственную систему. По конфигурации складки могут быть треугольными — гребенчатыми (рис. 25.19, а), цилиндрическими (рис. 25.19, б) и двойкой кривизны (рис. 25.19, в), а по своей статической схеме — балочными, арочными и рамными. Балочно-складчатые покрытия с арочными и рамными складками требуют меньше материала по сравнению с балочными, но они являются распор-

ными системами и поэтому более трудоемки в изготовлении и монтаже (рис. 25.19, г).

§ 26. КАРКАСЫ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

Для легкой, пищевой, электротехнической, химической, машино- и приборостроительной промышленности, как правило, строят многоэтажные здания с сеткой колонн 6×6 и 9×6 м с одинаковыми пролетами во всех этажах (рис. 26.1, а), с увеличенными пролетами в верхних этажах и подвесными или опорными кранами (см. рис. 26.1, б, в.).

Элементы каркаса многоэтажных промышленных зданий должны обладать высокой прочностью, устойчивостью, долговечностью, огнестойкостью. Поэтому для этих зданий применяют железобетонные конструкции, которые могут быть монолитными, сборно-монолитными и сборными.

Стальной каркас применяют при больших нагрузках, при наличии динамических воздействий на несущие конструкции от работы оборудования или при строительстве зданий в труднодоступной местности. Стальные колонны и ригели, как правило, изготавливают двутаврового сечения.

Каркасы из унифицированных железобетонных элементов заводского изготовления бывают с балочными или безбалочными перекрытиями. Балочные перекрытия как более простые и универсальные применяют чаще. Безбалочные перекрытия применяют при больших полезных нагрузках и при необходимости получить гладкую поверхность потолка, что позволяет устраивать подвесной транспорт и развязку коммуникаций в любом направлении, а также улучшает санитарно-гигиенические качества помещений.

Железобетонный каркас многоэтажных зданий с балочными перекрытиями предназначен для зданий высотой до пяти этажей с сеткой колонн 6×6 и 9×6 м. Основные элементы каркаса: колонны с фундаментами, ригели (прогоны), плиты перекрытий и связи (рис. 26.2). Ригели каркаса изготавливают прямо-

угольной формы и с полками, их располагают, как правило, поперек и в отдельных случаях вдоль здания. Совместно с колоннами ригели образуют рамы.

Каркас состоит обычно из поперечных рам, на ригели которых укладывают плиты перекрытий. Рамы каркаса собирают из вертикальных элементов колонн и горизонтальных элементов ригелей, которые соединяют между собой в узлах. Поперечные рамы каркаса обеспечивают жесткость здания в поперечном направлении, а плиты перекрытий и стальные вертикальные связи между колоннами — в продольном. При значительных горизонтальных нагрузках в продольном направлении здания устанавливают ригели, жестко соединяемые с колоннами, которые образуют продольные рамы каркаса.

Колонны каркаса разделяют на крайние и средние. Для опирания ригелей у колонн предусмотрены консоли. Основной тип колонны — высотой в два этажа, дополнительный — высотой в один этаж сечением 400×400 и 400×600 мм. Колонны устанавливают в стаканы железобетонных фундаментов, верх которых располагают на 150 мм ниже уровня чистого пола первого этажа.

Для устройства перекрытий применяют ребристые плиты двух типов: основные шириной 1500 мм и доборные шириной 750 мм (см. рис. 26.2, д). Высота плит 400 мм. Короткие плиты длиной 5050 и 5550 мм укладывают у деформационных швов и у торцов здания. Плиты перекрытий опирают на полки ригеля (рис. 26.3, а) или на верхнюю плоскость ригеля (рис. 26.3, б). Второй вариант применяют в случаях, когда в перекрытиях необходимо устраивать большие проемы для провисающего оборудования. При равномерно распределенной нагрузке принимают опирание плит на полки ригелей, что уменьшает высоту перекрытия.

Плиты, опираемые на верхнюю плоскость ригелей, отличаются от плит, опираемых на полки ригелей, лишь формой и размерами торцовых

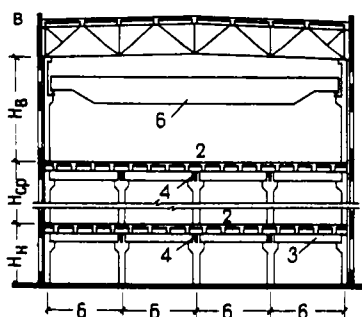
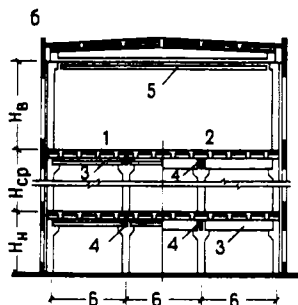
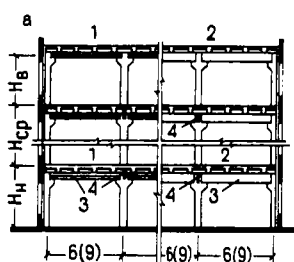
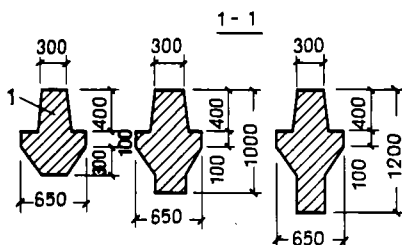
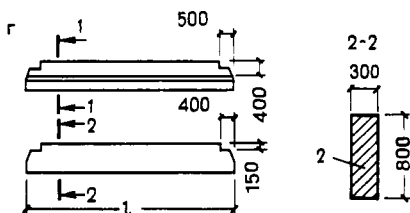
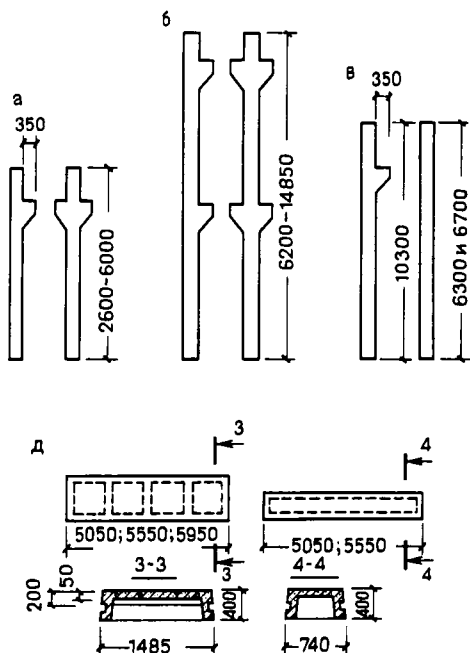


Рис. 26.1. Конструктивные схемы многоэтажных промышленных зданий с балочными конструкциями перекрытий

а — с одинаковыми пролетами во всех этажах; б — с увеличенным пролетом в верхнем этаже и с подвесным краном; в — с увеличенным пролетом в верхнем этаже и с опорным краном: 1 — вариант перекрытия с опиранием ребристых плит на полки ригелей, 2 — то же, с опиранием плит по верху ригелей; 3 — ригель поперечной рамы; 4 — ригель продольной рамы жесткости; 5 — подвесной кран; 6 — опорный кран

Рис. 26.2. Унифицированные сборные железобетонные элементы каркаса многоэтажного промышленного здания

а — колонны для верхних и средних этажей; б — колонны для верхних, средних и нижних этажей, в — колонны для верхних крановых этажей; г — ригели перекрытий; д — плиты перекрытий; 1 — ригель с полками; 2 — ригель прямоугольной формы



l = 4980; 5280; 5480; 7980; 8280; 8480

ребер. Плиты и ригели, укладываемые по осям колонн, выполняют роль распорок. Они передают на вертикальные связи между колоннами положительное и отрицательное давление ветра, действующее на торец здания.

Колонны стыкуют путем приварки стыковых стержней к стальным оголовкам колонн. Зазор между торцами колонн тщательно зачеканивают жестким раствором, затем стык обертывают металлической сеткой и замоноличивают.

Ригели стыкуют с колонной (рис. 26.4 и 26.5) путем сварки выпусков арматуры и опорных закладных деталей ригелей с закладными деталями консолей колонн, а зазор между ними заполняют монтажным бетоном.

Плиты перекрытий крепят к ригелям колонн и между собой сваркой закладных стальных деталей. Такое крепление необходимо для повышения продольной жесткости каркаса. Пазухи между ребрами смежных плит и верхней частью ригеля армируют и

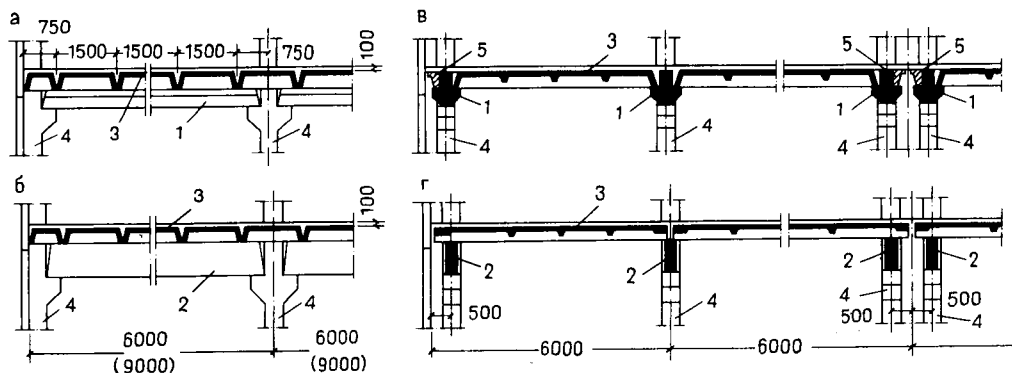


Рис. 26.3. Сборные железобетонные перекрытия
а — поперечный разрез перекрытия с ригелем с полками 1;
б — то же, с ригелем прямоугольной формы 2; а — продольный
разрез перекрытия с ригелем 1, 2 — то же, с ригелем 2;
3 — ребристый настил перекрытия; 4 — колонна; 5 — моно-
литный бетон

замоноличивают бетоном, благодаря чему междуэтажное перекрытие многоэтажного промышленного здания приобретает высокую жесткость.

Каркасные двухэтажные здания получили распространение в практике промышленного строительства. Например, для легкой промышленности применяют здания с разбивочной сеткой колонн в первом этаже 9×6 м и во втором этаже 18×12 м. Для двухэтажных зданий различных производств машиностроительной промышленности выбирают более крупную сетку: в первом этаже 12×6 м и во втором этаже 24×12 м. При этом в верхних этажах пролетного типа подъемно-транспортное оборудование может быть с подвесными кранами (рис. 26.6, а) или с опорными кранами (рис. 26.6, б). Конструктивное решение ячейки двухэтажного корпуса автомобильного завода с крупной сеткой колонн (в первом этаже 12×12 м, во втором 24×24 м) и с применением стального каркаса показано на рис. 26.6, в.

Пример конструктивного решения многоэтажного промышленного здания с увеличенным пролетом в верхнем этаже, в котором предусматривается установка опорных мостовых кранов, приведен на рис. 26.7. Здание полностью запроектировано сборным в железобетонных конструкциях, только вертикальные связи между колоннами по продольным разбивочным

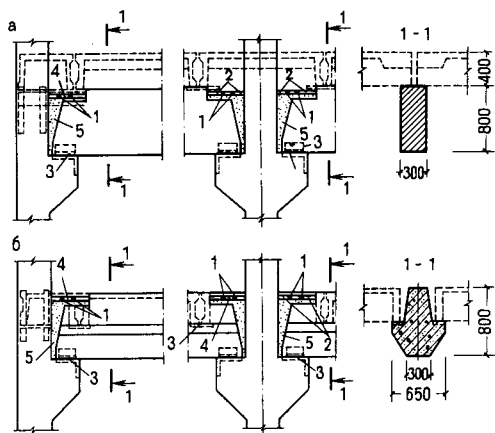


Рис. 26.4. Узлы сопряжений элементов каркаса многоэтажных зданий

а — при опирании плит по верху ригеля; б — при опирании плит на полки ригеля; 1 — ванная сварка; 2 — выпуски арматуры из колонны и ригеля; 3 — монтажная сварка; 4 — вставка; 5 — монтажный бетон

осям выполнены из стальных профилей.

Железобетонный каркас с безбалочными перекрытиями состоит из вертикальных элементов колонн с капителями и плит, опертых на эти капители, образующих междуэтажные перекрытия. Каркас этого типа применяют в промышленных зданиях, складах, холодильниках, мясокомбинатах при квадратной сетке колонн, чаще всего 6×6 м, и при больших полезных нагрузках (рис. 26.8, а 26.9). Различают каркасы с безбалочными перекрытиями с надколонными плитами, расположенными в двух направлениях (рис. 26.10, а), и надколонными плитами, укладываемыми в одном направлении (рис. 26.10, б).

На рис. 26.10, а показан железобетонный каркас с безбалочным

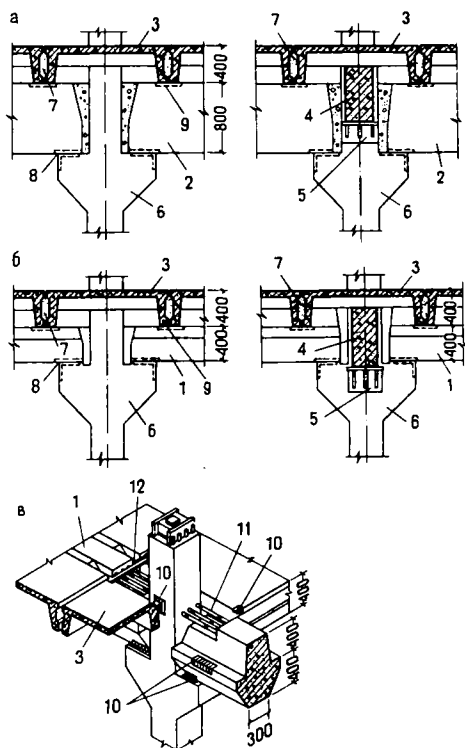


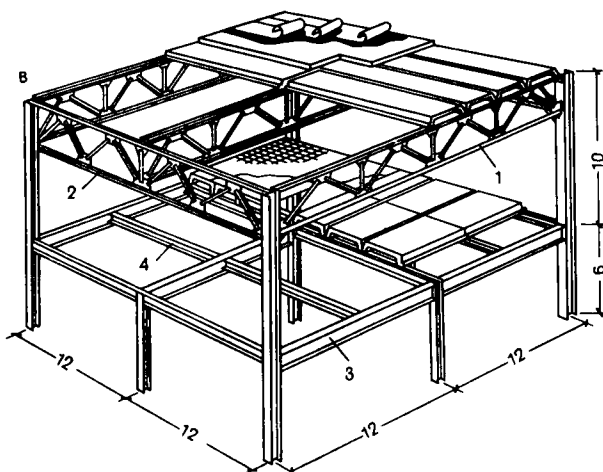
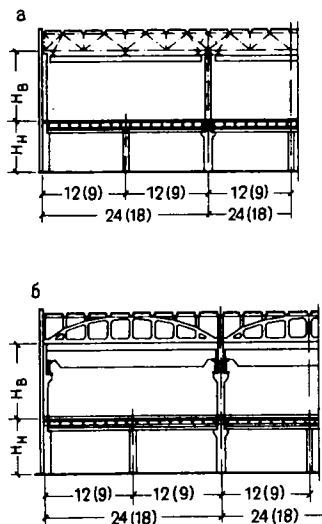
Рис. 26.5. Опираие плит перекрытия на ригели в зданиях с верхним крановым этажом

а — опирание плит перекрытия на ригели прямоугольной формы, б — опирание плит перекрытия на ригели с полками; в — узел сопряжения перекрытия с ригелем: 1 — ригель с полками, 2 — ригель прямоугольной формы; 3 — плита перекрытия связевая; 4 — продольная балка жесткости; 5 — опорный столик; 6 — колонна; 7 — бетон; 8 — сварка закладных стальных деталей ригеля с колонной; 9 — сварка закладных стальных деталей плиты перекрытия с ригелем; 10 — закладные детали; 11 — вставка; 12 — анкер плит перекрытия

перекрытием, в котором надколонные плиты расположены в двух направлениях. Основные его элементы — колонны, капители, надколонные и пролетные плиты. Разрезку перекрытия выполняют так, чтобы предельная масса каждого его элемента не превышала 5 т. Конструктивно перекрытие решают следующим образом. На колонны каркаса крепят капители, имеющие форму усеченной, квадратной в плане пирамиды с отверстием в середине. Капитель с выступающей частью колонны скрепляют сваркой закладных стальных деталей. Капитель служит не только опорой для четырех надколонных плит, но и обоймой стаканного типа для колонны вышележащего этажа. Надколонные плиты, ребристые или пустотелые, жестко скрепляют с капителью путем сварки закладных стальных деталей. Надколонные плиты воспринимают нагрузку от пролетных плит, которые опирают на них по контуру. Пролетные плиты изготовляют чаще всего однослойными толщиной 160—220 мм с ребрами по периметру.

Рис. 26.6. Двухэтажные промышленные здания с крупной сеткой колонн

а — разрез здания с подвесным краном; б — разрез здания с опорным мостовым краном; в — фрагмент конструктивного решения стального каркаса: 1 — стропильная ферма; 2 — подстропильная ферма; 3 — главная балка; 4 — второстепенная балка



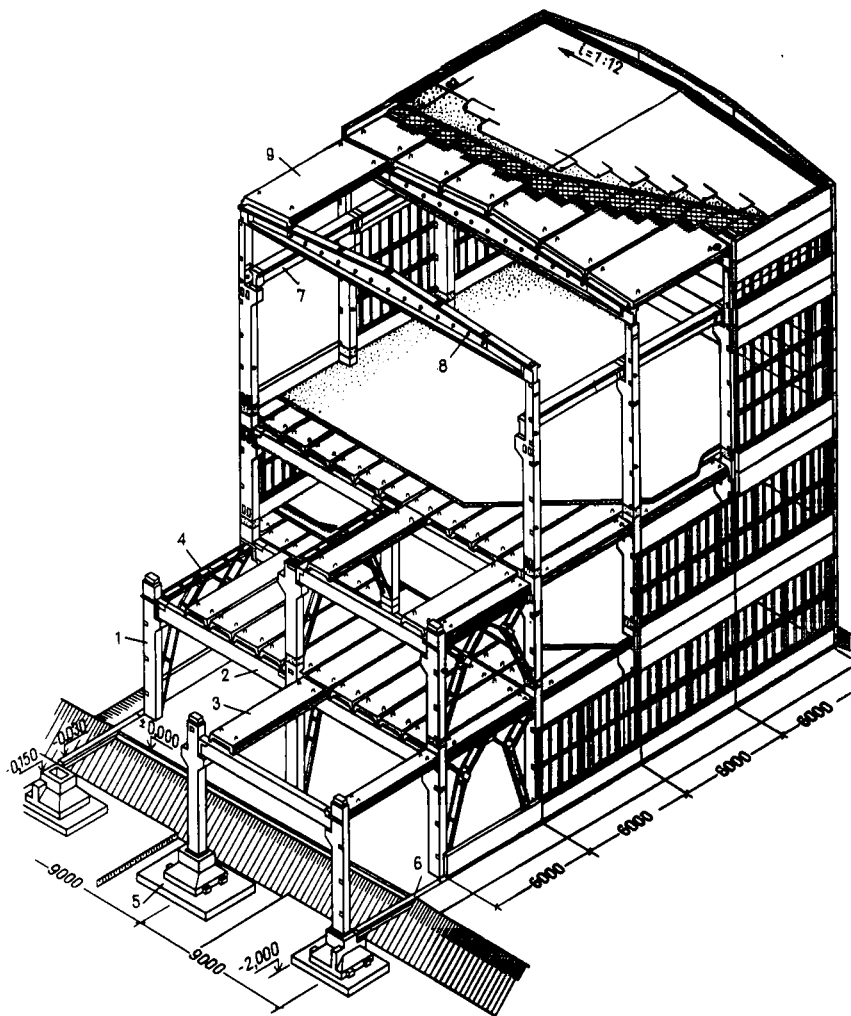


Рис. 26.7. Полный сборный железобетонный каркас многоэтажного промышленного здания с перекрытиями балочного типа

1 — колонна; 2 — ригель; 3 — плита перекрытия; 4 — вертикальные стальные связи; 5 — фундамент под колонну; 6 — фундаментная балка; 7 — подкрановая балка; 8 — несущая конструкция покрытия; 9 — плита покрытия

Рис. 26.8. Конструктивные схемы многоэтажных каркасных промышленных зданий

а — с безбалочными перекрытиями: 1 — капитель; 2 — надколонная плита; 3 — пролетная плита; б — с балочными перекрытиями: 1 — коробчатая плита; 2 — ребристая плита; 3 — ригель поперечной рамы; 4 — ригель продольной рамы; 5 — встроенные светильники искусственного освещения; 6 — коробчатая плита — воздуховод; в — с межферменными этажами: 1 — многолустотная плита; 2 — ребристая плита; 3 — железобетонная безраскосная ферма; 4 — ригель продольной рамы; 5 — «сантехническая» плита; 6 — плита со встроенными светильниками

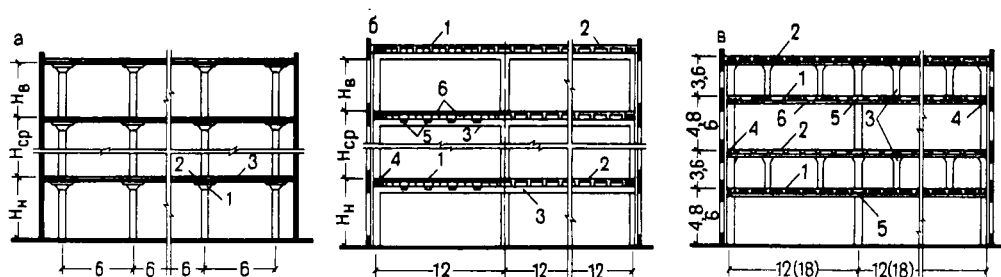


Рис. 26.9. Полный сборный железобетонный каркас многоэтажного промышленного здания с перекрытиями безбалочного типа

1 — колонна первого этажа; 2 — колонна типового этажа; 3 — фундамент; 4 — фундаментная балка; 5 — капитель; 6 — капитель колонны пристенного ряда; 7 — надколонная плита; 8 — надколонная плита пристенного ряда; 9 — пролетная плита

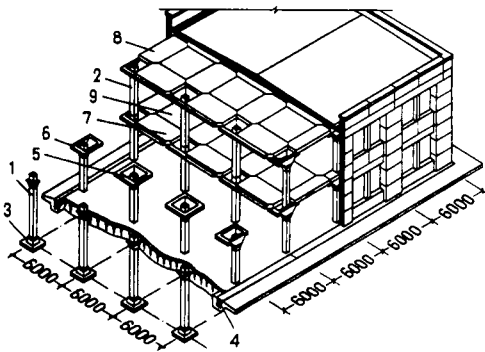
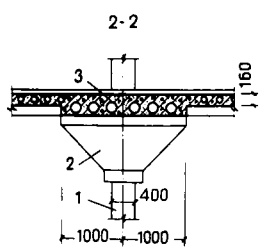
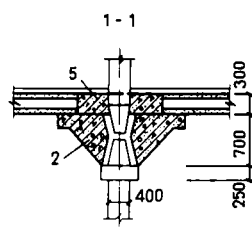
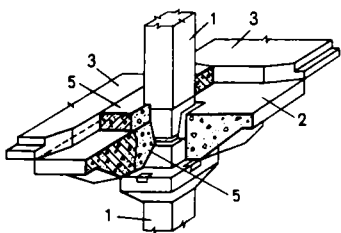
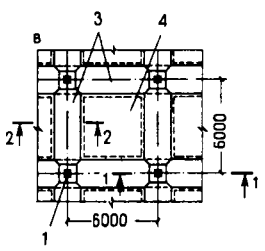
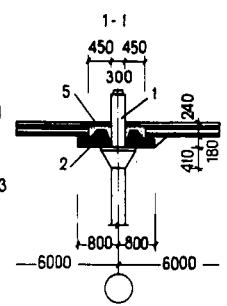
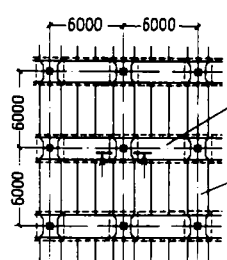
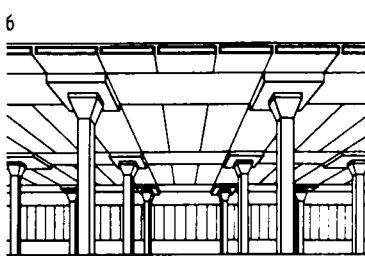
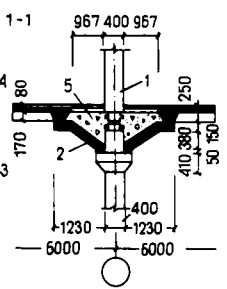
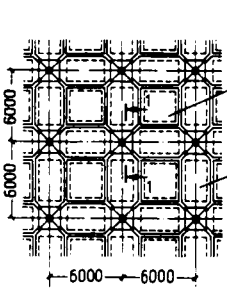
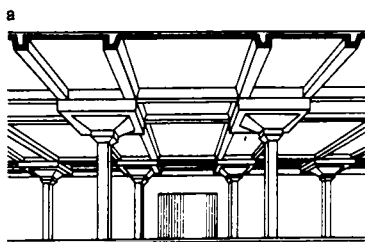


Рис. 26.10. Конструкции безбалочных междуэтажных перекрытий

а — с надколонными плитами, расположенными в двух направлениях; б — с надколонными плитами, расположенными в одном направлении, в — деталь устройства капители; 1 — колонна; 2 — капитель; 3 — надколонная плита; 4 — пролетная плита; 5 — монтажный бетон



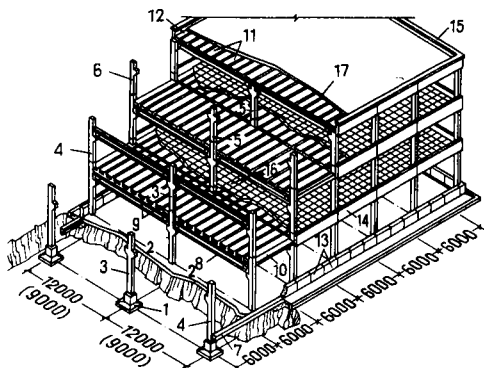


Рис. 26.11. Железобетонный каркас многоэтажного промышленного здания с пролетами 12 м

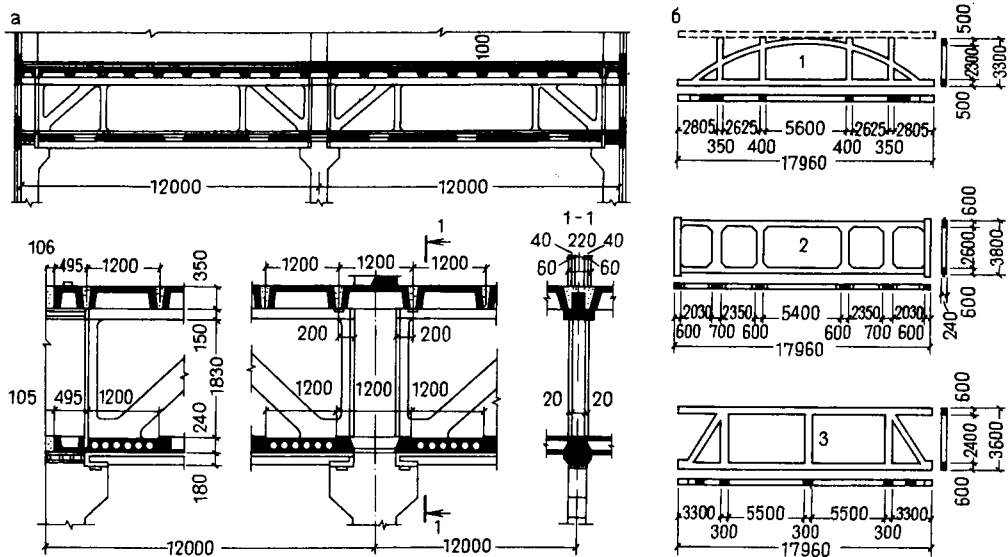
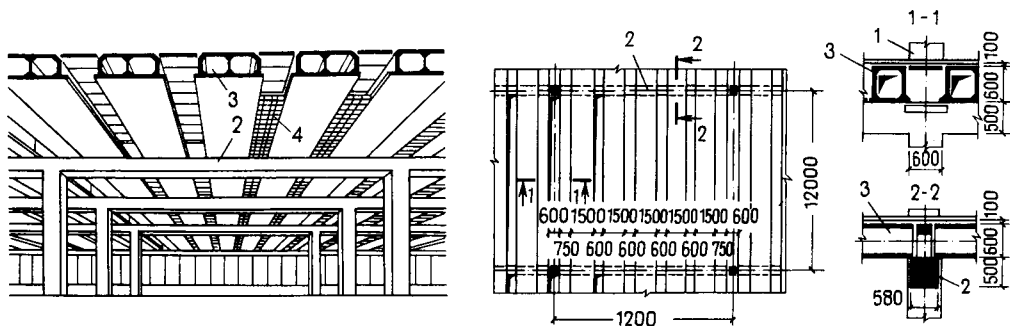
1 — фундаментный блок; 2 — пол первого этажа; 3 — средняя колонна типового этажа; 4 — крайняя колонна типового этажа; 5 — средняя колонна верхнего этажа; 6 — крайняя колонна верхнего этажа; 7 — фундаментная балка; 8 — ригель перекрытия; 9 — плита перекрытия; 10 — доборная плита перекрытия; 11 — плиты перекрытия; 12 — доборная плита перекрытия; 13 — цокольные блоки; 14 — стеновая панель; 15 — парапетная плита; 16 — пол типового этажа; 17 — кровля

Рис. 26.12. Фрагмент перекрытия ячейки 12×12 м с применением коробчатого настила

1 — колонна; 2 — ригель с отверстиями; 3 — коробчатый настил, 4 — светильники искусственного освещения

Рис. 26.13. Конструктивное решение перекрытий многоэтажного здания с межферменными этажами

а — фрагмент поперечного разреза и детали перекрытия; б — варианты железобетонных ферм-ригелей для перекрытий: 1 — в виде арки с затяжкой; 2 — безраскосной фермы; 3 — безраскосной фермы с подкосами в крайних панелях



Для обеспечения жесткости перекрытия после установки колонн вышележащего этажа надколонную зону армируют и бетонируют монтажным бетоном. Так как надколонные плиты работают как балки, название перекрытия безбалочным условно и объясняется тем, что в его форме и внешнем виде балочная структура мало заметна.

Каркас со сборно-монолитным безбалочным перекрытием при расположении надколонных плит в одном направлении состоит из колонн, плоских капителей, надколонных и пролетных плит. Пролетные плиты опирают на выступающие четверти надколонных плит-балок. Поперечную и продольную жесткость каркаса достигают путем сварки выпусков арматуры пролетных плит с арматурной сеткой, укладываемой по верху надколонных плит, и замоноличиванием ее монтажным бетоном. Для лучшего сцепления монтажного бетона с надколонными плитами в них закладывают вертикально выступающие стержни.

Сборно-монолитное безбалочное перекрытие с надколонными плитами, расположенными в одном направлении, имеет сравнительно простое решение и небольшое число типоразмеров сборных элементов. Его недостаток — большая трудоемкость работ по укладке значительного объема монолитного бетона.

Каркасы многоэтажных зданий с укрупненной сеткой колонн. В практике проектирования и строительства преимущественно применяют железобетонные каркасы многоэтажных зданий с перекрытиями балочного типа с сеткой колонн 6×6 и 9×6 м. Разработаны каркасы с пролетом 12 м и с шагом 6—12 м; пример такого решения дан на рис. 26.11 и 26.12.

Для более свободной организации технологического процесса и повышения универсальности многоэтажных производственных зданий в ряде случаев целесообразно внедрение укрупненных сеток колонн — 12×12 м

(см. рис. 26.8). Такие здания отвечают условиям непрерывной и частичной модернизации технологии производства, например в радиотехнической, электронной, приборостроительной, легкой и других отраслях промышленности.

Для производственных зданий с сеткой колонн 12×12 м и балочными конструкциями перекрытий принята рамная схема каркаса с применением коробчатых плит высотой 600 мм или с применением взаимозаменяемых ребристых плит той же высоты.

Каркасы многоэтажных промышленных зданий с межферменными этажами. В промышленном строительстве широко применяют пролеты 12, 18 и 24 м, которые в ряде случаев рационально перекрывать безраскосными или другого вида фермами; высота этих ферм достигает 3 м и более (рис. 26.13). Это позволяет использовать высоту междуэтажного перекрытия для устройства так называемых межферменных технических этажей (см. рис. 26.8, в). Здания с такими этажами оказались удобными при размещении в них производств с кондиционированием воздуха и с развитой системой санитарно-бытового обслуживания.

В зданиях с межферменными этажами технического и вспомогательного назначения с сетками колонн 12×6 и 18×6 м предусмотрено применение железобетонных безраскосных ферм при пролете 12 м и железобетонных или стальных безраскосных ферм пролетом 18 м с высотой 3,6 м. По верхним поясам укладывают ребристые, а по нижним — многопустотные или специальные «санитарно-технические» плиты со встроенными светильниками и воздухораспределительными вентиляционными каналами. Пример конструктивного решения межферменного перекрытия пролетом 12 м, а также возможные варианты железобетонных ферм пролетом 18 м для устройства такого типа перекрытий приведены на рис. 26.13, а, б.

Глава VII

Стены промышленных зданий

§ 27. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К СТЕНАМ. ФАХВЕРКИ

Стены производственных зданий по сравнению со стенами гражданских зданий подвергнуты более сложному комплексу внешних и внутренних силовых и несиловых воздействий (рис. 27.1). Поэтому к конструктивному решению стен промышленных зданий предъявляются не только общие требования, но и требования, свойственные в каждом отдельном случае характеру технологического процесса.

Наружные стены совместно с покрытиями защищают внутреннее пространство зданий от различных внешних воздействий, зависящих от конкретно заданного климатического района строительства.

Температурно-влажностный режим внутренней среды производственных помещений и климатические условия района строительства — решающие исходные данные, на основе которых устанавливают необходимую величину сопротивления теплопередаче стен R_0 .

Так, например, неотапливаемые здания и цехи с большими избыточными тепловыделениями проектируют с холодными стенами, имеющими ничтожно малое R_0 не только в южных районах, но и в средней зоне страны; промышленные здания с нормальным температурным режимом или с повышенной влажностью, возводимые в средних и северных районах, должны иметь теплые стены с R_0 , определяемым по расчету.

Наружные стеновые ограждения промышленных зданий должны обладать необходимой прочностью, стойкостью против атмосферных воздействий и коррозии, т. е. сопротивлением разрушающему действию агрессивной среды; иметь требующиеся тепло-, водо-, воздухо- и звукоизоляционные качества; быть достаточно долговечными и огнестойкими, обеспечивать

индустриальность и экономическую эффективность строительства. Кроме того, к стеновым ограждающим конструкциям предъявляют эстетические требования, так как наружные стены и материалы, из которых они выполнены, имеют большое значение в архитектурном решении здания.

Долговечность стен обеспечивают применением материалов с достаточной стойкостью против разрушающих воздействий окружающей среды или защитой малостойких материалов путем устройства защитных слоев из морозостойких, влагостойких и обладающих противокоррозионной стойкостью материалов. Степень долговечности стеновых конструкций зависит не только от материалов, из которых они выполнены, но и от влажностного режима производственных помещений, а для наружных стен — и от климатических условий района строительства.

Таким образом, конструктивное решение и материалы для устройства стен выбирают в зависимости от климатических условий района строительства, температурно-влажностного режима производственных помещений, особенностей технологического процесса производства и принятой конструктивной схемы здания. При выборе материалов стен необходимо наиболее полно использовать их теплоизолирующие и механические свойства.

В зависимости от конструктивной схемы здания и по роду статической работы стены подразделяют на **несущие, самонесущие и навесные**.

Несущие стены воспринимают нагрузки от собственной массы, покрытий, перекрытий и в ряде случаев от подъемно-транспортного оборудования. В промышленном строительстве несущие стены применяют редко, для их устройства используют кирпич, крупные и мелкие блоки и др.

Самонесущие стены воспринимают

нагрузки от собственной массы, ветра и передают их на каркас при помощи гибких или скользящих связей, не препятствующих осадке стен. Само-несущие стены выполняют в виде крупных панелей или блоков и каменных материалов; первое решение — более индустриальное, а следовательно, более рациональное и предпочтительное.

Навесные стены воспринимают нагрузки от собственной массы и ветровые нагрузки в пределах только одного этажа при многоэтажных зданиях или в пределах одного шага (одной панели) в одноэтажных каркасных зданиях. Эти стены выполняют в основном функции ограждающих конструкций, так как свою массу они передают на каркас через опорные стальные столики или через обвязочные балки.

Навесные стеновые панели изготовляют из легких материалов, благодаря чему не требуется дополнительного усиления колонн каркаса. Этому требованию в большей мере отвечают многослойные панельные конструкции и листовые материалы.

Для предохранения стен от проникания грунтовой влаги в их нижней части устраивают гидроизоляцию из рулонных материалов или из цементного раствора. Гидроизоляционный слой укладывают между фундаментными балками, на которые опирают стены, и нижней частью стен на отметке 0,03, т. е. на 30 мм ниже уровня пола. Дождевые и талые воды отводят от стен путем устройства отмостки.

Сборные крупноразмерные элементы стен изготовляют с полной заводской готовностью, т. е. с наружной и внутренней отделкой. Внутренние поверхности стен имеют отделочный слой только в тех случаях, когда это необходимо по санитарно-техническим или по производственно-технологическим условиям.

Рис. 27.2. Устройство фахверка в одноэтажных промышленных зданиях со сборным железобетонным каркасом

а — установка колонн продольного фахверка; б — установка колонн торцевого фахверка; 1 — основные колонны; 2 — колонны продольного фахверка; 3 — колонны торцевого фахверка; 4 — стальные наставки; 5 — стропильные фермы

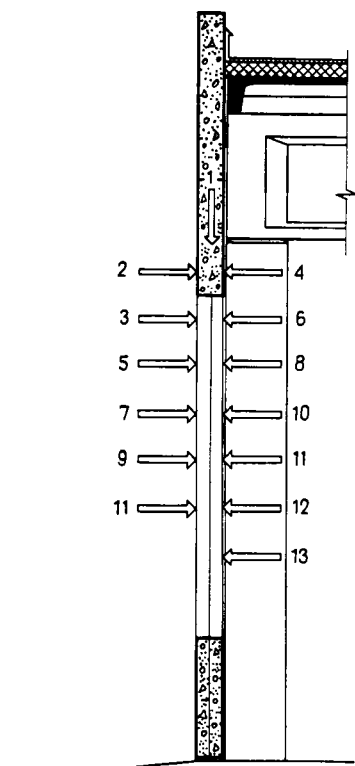
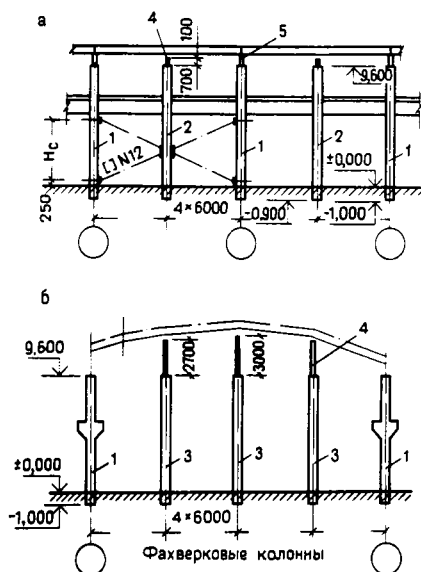


Рис. 27.1. Внешние воздействия на вертикальные ограждения промышленных зданий

1 — нагрузка от вышележащих частей; 2 — давление ветра; 3—4 — воздействия температуры наружного и внутреннего воздуха; 5, 6 — воздействия атмосферной влаги и влаги воздуха помещения; 7, 8 — воздействия агрессивных химических веществ, содержащихся в наружном и внутреннем воздухе; 9 — солнечная радиация; 10 — тепловые удары; 11 — звук; 12 — динамическая нагрузка и силы вибрации; 13 — микроорганизмы



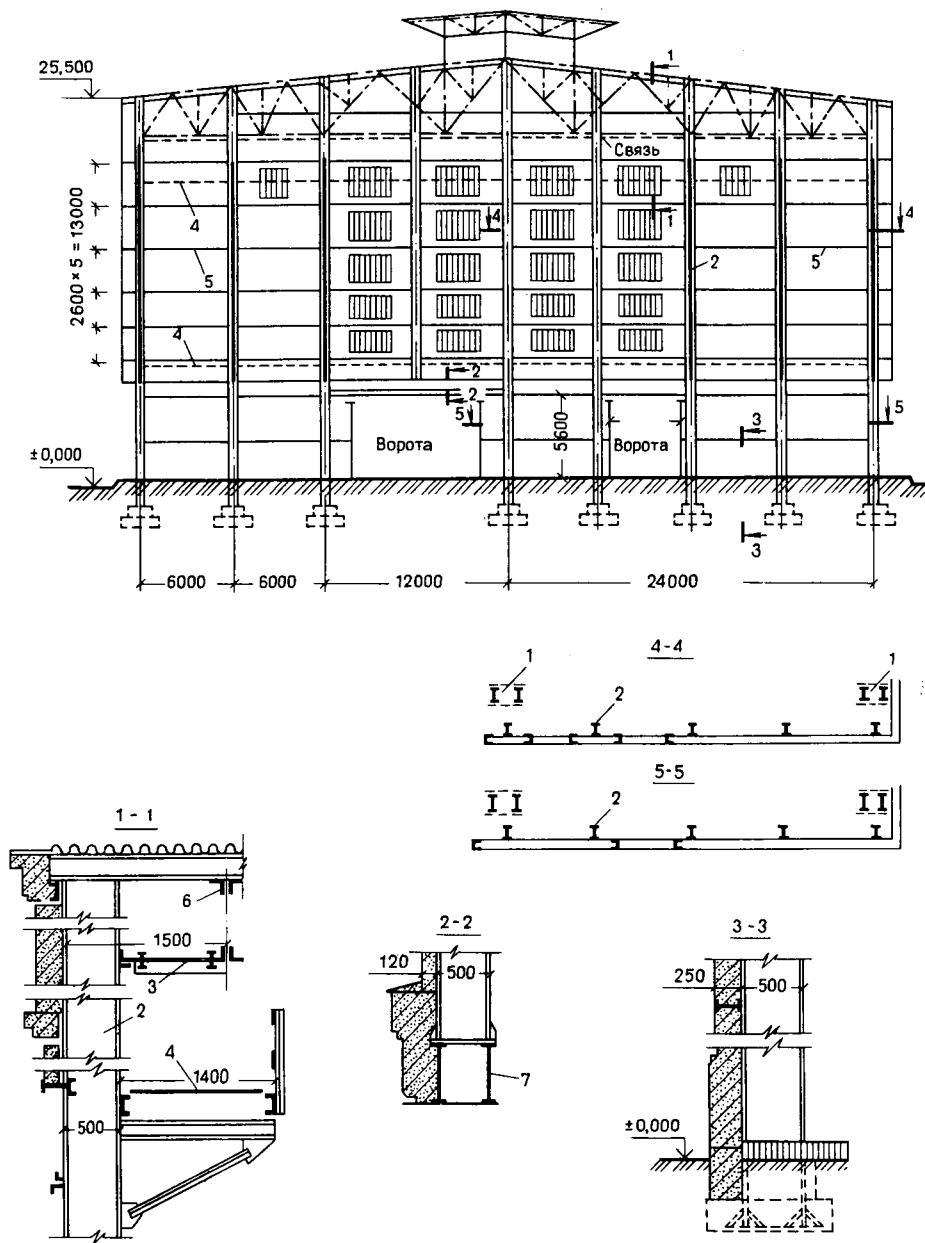


Рис. 27.3. Стальной фахверк торцевой стены
1 — колонна каркаса; 2 — стойка фахверка; 3 — ветровая ферма; 4 — переходной мостик; 5 — ригель фахверка; 6 — стропильная ферма; 7 — надворотная балка

В производственных зданиях при расстоянии между колоннами основного каркаса, превышающем предельную длину стеновых панелей, по линии наружных продольных стен и по линии торцовых стен устанавливают дополнительный каркас, называемый обычно **фахверком** (рис. 27.2 и 27.3).

Фахверк состоит из железобетонных или стальных ригелей, а иногда и раскосов. При крупнопанельных стенах и сборном железобетонном каркасе фахверк состоит только из вертикальных элементов — железобетонных или стальных колонн.

Следует отметить, что торцовые стены одноэтажных зданий не воспринимают нагрузок от кранов и несущих конструкций покрытия. Однако они,

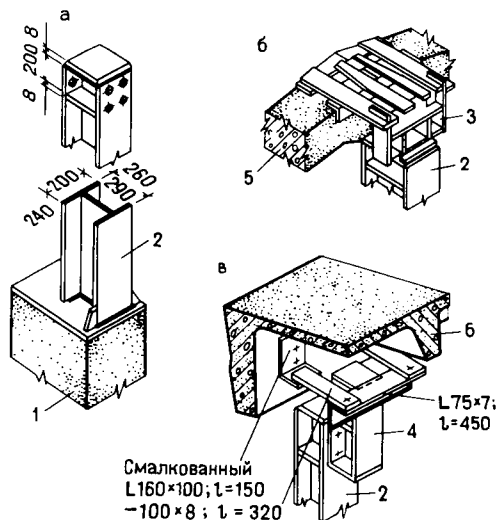


Рис. 27.4. Детали крепления фахверковых колонн

а — стальная наставка фахверковых колонн; б — крепление торцевой фахверковой колонны; в — крепление продольной фахверковой колонны к плите покрытия: 1 — железобетонная колонна; 2 — стальная наставка; 3 — стальная приставка, тип 1; 4 — стальная приставка, тип 2; 5 — железобетонная ферма; 6 — железобетонная плита покрытия

как правило, имеют большую высоту и протяженность, образуют большие поверхности, которые воспринимают значительную ветровую нагрузку. В связи с этим для обеспечения устойчивости в торцовые стены всегда вводят фахверк.

При шаге колонн каркаса здания 12 м и более между ними по линии наружных стен через 6 м устанавливают фахверковые колонны, которые опирают на отдельные самостоятельные фундаменты. При панельных стенах в торцах здания фахверковые колонны устанавливают также через 6 м и опирают аналогично продольному каркасу на собственные фундаменты. Элементы фахверка воспринимают массу стен и действующие на стены ветровые нагрузки и передают их на каркас здания.

Фахверковые колонны жестко заделывают в фундаменты и сверху шарнирно соединяют с элементами покрытия (рис. 27.4). Шарнирное крепление выполняют так, чтобы оно передавало ветровую нагрузку на каркас здания и исключало возможность передачи вертикальных нагрузок от покрытия на фахверковые ко-

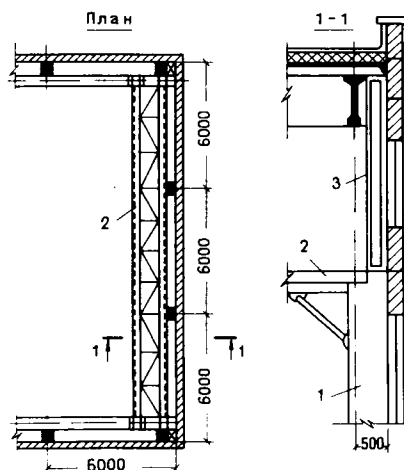


Рис. 27.5. Устройство горизонтальных стальных связей на уровне подкрановых балок в торце здания

1 — колонна торцевого фахверка; 2 — стальная горизонтальная ветровая ферма; 3 — стальной надколонник колонны торцевого фахверка

лонны, т. е. крепление осуществляют по типу скользящей опоры, которая воспринимает только горизонтальные ветровые нагрузки.

В торцах высоких производственных зданий на уровне подкрановых балок устраивают горизонтальные ветровые фермы, которые одновременно служат связями и дополнительными (в горизонтальной плоскости) опорами для высоких фахверковых колонн (рис. 27.5). Таким образом, фахверковые колонны воспринимаемые горизонтальные нагрузки от ветра передают на горизонтальные фермы-связи, посредством которых ветровые нагрузки передаются на каркас здания.

Наружные стены производственных зданий могут быть как с утепленным, так и с открытым каркасом и фахверком. При открытом каркасе (фахверке) стеновые ограждения и остекление размещают между колоннами каркаса и фахверка, которые непосредственно выходят на фасад. Такое решение характерно для неотапливаемых зданий. Иногда, при агрессивной среде по отношению к каркасу, колонны каркаса и фахверка могут быть полностью открытыми. При таком решении наружные стены будут располагаться за внутренней гранью колонн.

Для отапливаемых зданий в преобладающем большинстве климатических районов нашей страны во избежание промерзания каркас и фахверк требуют утепления, в этом случае наружные стены полностью выносят за наружную грань колонн. Такое расположение наружных стен — лучшее решение, оно отвечает требованиям унификации и принято в практике проектирования и строительства промышленных зданий.

§ 28. СТЕНЫ ИЗ КИРПИЧА И КРУПНЫХ БЛОКОВ

Стены промышленных зданий из кирпича и мелких блоков (камней) по своему конструктивному решению идентичны со стенами гражданских зданий. Такие стены применяют для небольших отдельно стоящих зданий и для участков стен с большим числом технологических отверстий, дверей, ворот и других проемов. Их, как правило, выполняют с применением сплошной кладки, и они могут быть несущими, самонесущими и, в отдельных случаях, навесными.

Толщина каменных наружных стен отапливаемых зданий в большинстве случаев зависит от теплотехнических требований и составляет 250—510 мм. В зданиях производственного назначения несущие стены при большой свободной длине и высоте в целях обеспечения устойчивости усиливают пилястрами, которые повышают жесткость конструкции и вместе с тем могут быть опорами для подкрановых балок и несущих конструкций покрытия. Устойчивость торцовых стен против ветровых нагрузок также повышают путем устройства пилястр.

Самонесущие кирпичные наружные стены выносят за внешнюю (наружную) грань колонн каркаса и устанавливают на железобетонные фундаментные балки (рис. 28.1). Надпроемные переемы опирают непосредственно на кладку стен, вследствие чего необходимость устройства горизонтальных обвязочных балок отпадает. Устойчивость самонесущих стен обеспечивают колоннами каркаса.

Связь стен с колоннами осуществляют с помощью анкеров или клеммер, которые ставят по высоте через 1,2—2,4 м и выполняют из полосовой или круглой стали диаметром 8—10 мм в виде Т-образных элементов. Одной стороной анкер заводят в тело стены примерно на 200—250 мм, а другой крепят сваркой к закладной стальной детали железобетонной колонны.

В каркасных зданиях навесные стены из кирпича и искусственных камней располагают перед колоннами каркаса и опирают поярусно на фундаментные и обвязочные балки, которые вынесены за наружные грани колонн (рис. 28.2). Такое расположение наружных стен обеспечивает защиту элементов каркаса от атмосферных воздействий и влияния колебаний наружных температур.

Для устройства навесных (фахверкового типа) стен многоэтажных зданий создают фахверк, представляющий собой вспомогательный пристенный каркас из стальных стоек и ригелей, который крепят непосредственно к каркасу здания или к перекрытиям каркасного здания. В этом случае навесные стены расчленяют на отдельные самостоятельные участки, массу и ветровые нагрузки от которых передают на пристенный фахверковый каркас. Решение (из зарубежной практики) стены фахверкового типа, расчлененной на отдельные участки, дано на рис. 28.3. Чтобы уменьшить толщину стены отапливаемого здания применена слоистая конструкция кирпичной стены с вентилируемой воздушной прослойкой. Такое решение возможно для производственных зданий, строящихся в районах с жарким климатом (где короткая зима без отрицательных температур и длинное, жаркое лето).

Крупные блоки для стен промышленных зданий изготовляют из легких или ячеистых бетонов (керамзитобетона, бетона на зольном гравии и др.). В зависимости от районов строительства толщину блоков наружных стен принимают 300, 400 и 500 мм, а внутренних стен — 300 мм. Для устройства стен применяют блоки ря-

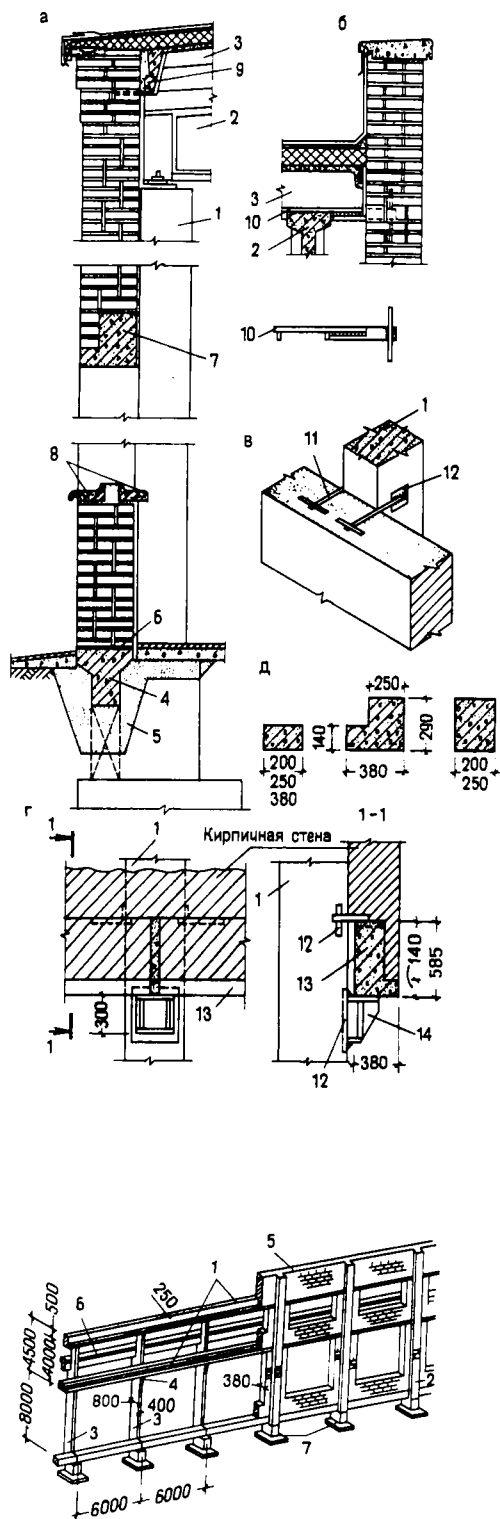


Рис. 28.1. Конструктивное решение самонесущих кирпичных наружных стен

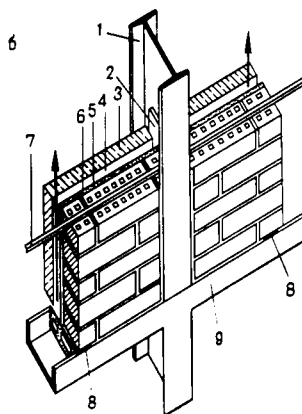
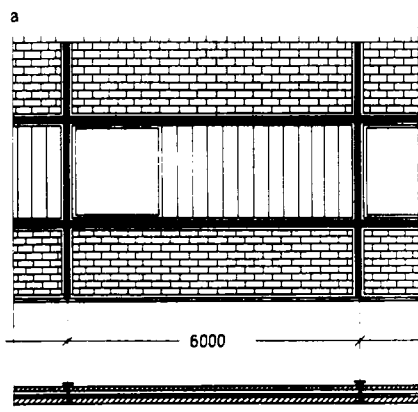
а — продольная стена с карнизом; б — парапет торцевой стены; в — деталь крепления стены к колонне; г — то же, обвязочных балок; д — сечения железобетонных перемычек: 1 — железобетонная колонна; 2 — балка покрытия; 3 — плита покрытия; 4 — фундаментная балка; 5 — подсыпка под балку; 6 — гидроизоляция; 7 — железобетонная перемычка; 8 — железобетонные подоконные доски; 9 — анкер, скрепляющий стену с плитами покрытия; 10 — то же, с балками покрытия; 11 — то же, с колоннами; 12 — закладная деталь колонны; 13 — обвязочная балка; 14 — стальная консоль

Рис. 28.2. Конструктивное решение навесной стены одноэтажного промышленного здания

1 — обвязочные балки; 2 — пилястра; 3 — колонна; 4 — консоль колонны; 5 — несущая стена; 6 — подкрановая балка; 7 — фундамент под колонну каркаса

Рис. 28.3. Конструктивное решение навесной стены многоэтажного промышленного здания

а — деталь фасада; б — конструкция стены: 1 — колонна фахверка; 2 — полистирол; 3 — газобетонная плита 50 мм; 4 — воздушная прослойка 40 мм; 5 — известковая штукатурка 20 мм; 6 — кирпичная кладка; 7 — полосовая сталь 20 × 5 мм; 8 — продух; 9 — ригель



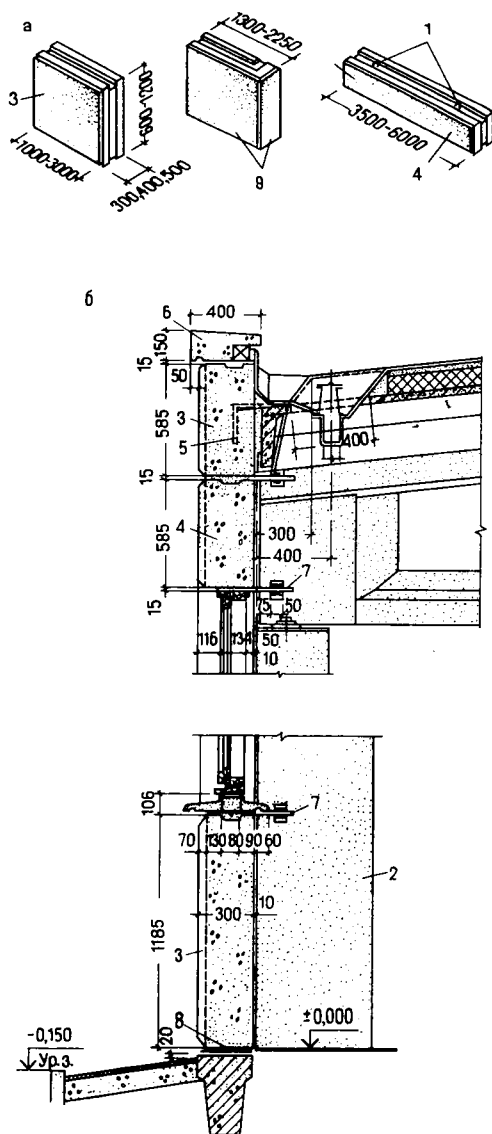


Рис. 28.4. Типы крупных стеновых блоков и поперечный разрез продольной стены из крупных блоков одноэтажного промышленного здания

а — типы блоков; б — разрез по стене: 1 — монтажная петля; 2 — колонна каркаса; 3 — рядовой блок; 4 — блок-перемычка; 5 — анкер для крепления стены к плитам покрытия; 6 — парапетная плита; 7 — Т-образный анкер; 8 — гидроизоляция; 9 — угловой блок

довые, угловые, перемычечные, парапетные, карнизные. Номинальную высоту блоков принимают в один или два укрупненных модуля, т. е. 600 и 1200 мм. Действительные размеры рядовых и угловых блоков по высоте составляют 585 и 1185 мм, перемычечных 585 мм. Номинальную длину блоков принимают кратной укрупненному модулю — 500 мм (рис. 28.4, а).

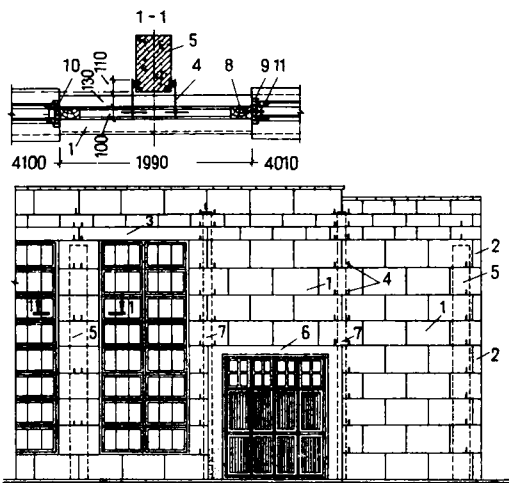


Рис. 28.5. Разрезка торцевой стены одноэтажного промышленного здания на крупные блоки и деталь стены

1 — рядовой блок; 2 — угловой блок; 3 — блок-перемычка; 4 — Т-образные анкера; 5 — колонна каркаса; 6 — железобетонная рама ворот; 7 — колонна фахверка; 8 — деревянная пробка для крепления оконной коробки; 9 — нагель-ник; 10 — пакля; 11 — оконная коробка

Перемычечные блоки перекрывают проемы и в то же время являются обвязочными поясами, повышающими пространственную жесткость стен. Блоки укладывают на растворе марки не ниже 25 с расшивкой швов с наружной стороны и подрезкой с внутренней. Для лучшего заполнения швов раствором в блоке с трех сторон устраивают пазы. Вертикальные каналы, образующиеся в стыке блоков, заполняют легким бетоном. Толщина горизонтальных швов между блоками 15 мм, вертикальных — 10 мм.

Пример разрезки продольной стены одноэтажного промышленного здания на блоки, детали стыков и крепления самонесущих стен к колоннам каркаса показан на рис. 28.4, б. Проемы для ворот в крупноблочных стенах окаймляют железобетонными рамами, стойки которых опирают на самостоятельные фундаменты и крепят к ним анкерными болтами. Стойки рамы соединяют со стенами при помощи стальных выпусков, закладываемых в горизонтальные швы между блоками. Высоту рамы для ворот от уровня пола принимают кратной 1,2 м.

Укладку легкогобетонных блоков в стену производят с перевязкой швов. Для крепления стен к колоннам

каркаса здания в горизонтальные швы, а также по верху обвязочных поясов из блоков-перемычек закладывают гибкие Т-образные анкеры с последующей их приваркой к закладным элементам железобетонных колонн. Связь между наружными продольными и торцовыми стенами достигают перевязкой кладки в углах здания и закладкой в горизонтальные швы кладки связей из круглой стали не реже, чем через два ряда блоков. В блоки, находящиеся на уровне несущей конструкции ограждающей части покрытия, закладывают анкеры для крепления их к плитам покрытия. Приварку анкеров к колоннам производят по ходу монтажа блоков. Разрезка торцовой стены одноэтажного промышленного здания на крупные блоки и деталь этой стены представлены на рис. 28.5.

Стены из крупных блоков устраивают и в многоэтажных промышленных зданиях. Перемычечные блоки стен многоэтажных зданий жестко соединяют между собой и образуют пояса, идущие по периметру всего здания, которые при помощи стальных закладных деталей прикрепляют к плитам перекрытий. Рядовые и угловые блоки крепят к железобетонным или стальным колоннам каркаса Т-образными анкерами, которые закладывают между блоками (по два на каждый этаж) и приваривают к закладным деталям колонны. Такое крепление дает возможность свободной осадки стен.

Для предупреждения коррозии закладных стальных деталей их покрывают антикоррозионными составами, а места соединения заливают битумной мастикой. Остальные металлические части креплений покрывают цементным молоком.

§ 29. СТЕНЫ ИЗ КРУПНЫХ ПАНЕЛЕЙ

Для обеспечения полной сборности промышленных зданий наряду с использованием сборных несущих конструкций (колонн, балок, ферм и др.) применяют стеновые панели заводского изготовления.

Преимущества панельных стен, обеспечивающих сокращение постройочной трудоемкости и резкое уменьшение массы зданий, привели к применению их почти на всех проектируемых и строящихся объектах различных отраслей промышленности.

Стеновые панели при правильном конструктивном выполнении полностью отвечают требованиям, предъявляемым к ограждающим конструкциям. Они хорошо противостоят атмосферным воздействиям, не допускают проникания влаги внутрь конструкции, препятствуют прониканию внутрь конструкций водяного пара (конденсации) со стороны помещений, воспринимают нагрузки от собственной массы вышележащих конструкций и от напора ветра, действующего на поверхность панели; они также хорошо противостоят воздействиям, возникающим в процессе эксплуатации технологического оборудования и внутрицехового транспорта, в том числе и воздействиям агрессивного характера.

В практике отечественного промышленного строительства в основном используют стеновые панели, изготовляемые из армированных легких и ячеистых бетонов, как правило, сплошного сечения, а также слоистые панели из тяжелого бетона в сочетании с эффективными утеплителями.

Крупные панели применяют для устройства стен отапливаемых и неотапливаемых зданий. Стены из крупных панелей имеют навесную и самонесущую конструктивную схему. Навесные стены устраивают, когда панели имеют небольшую толщину и для их изготовления используют материалы с малой объемной массой.

Самонесущие панельные стены применяют в производственных зданиях с влажным и мокрым режимами. Устройство в этом случае навесных панельных стен нецелесообразно, так как при навесных стенах для опирания панелей необходимо устройство стальных опорных консолей-столиков, которые в процессе эксплуатации будут подвергаться коррозии.

По местоположению панели подразделяют на рядовые, угловые, пере-

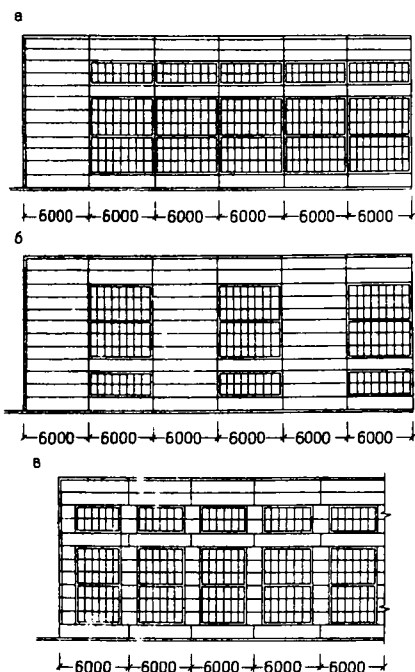


Рис. 29.1. Схемы разрезки стен на крупные панели одноэтажных промышленных зданий

а — с ленточными проемами; б — с проемами, расположенными через шаг колонн; в — с колоннами и простенками шириной 1,5 или 3 м

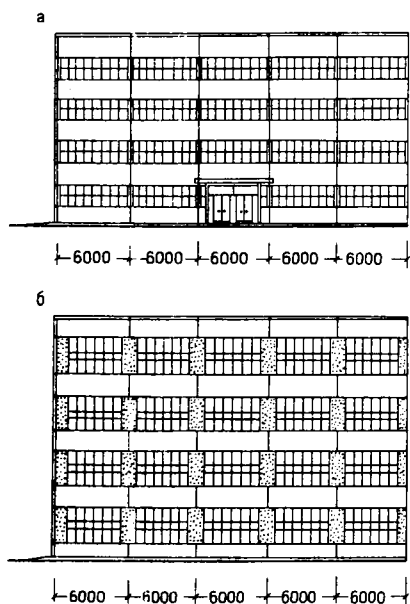


Рис. 29.2. Схемы разрезки стен многоэтажных промышленных зданий на крупные панели

а — с ленточными проемами; б — с проемами и простенками

мычечные, парапетные, карнизные и простеночные. Панели в стенах располагают, как правило, горизонтально. При этом упрощается крепление панелей и достигается большая герметичность швов.

На рис. 29.1 и 29.2 показаны наиболее распространенные варианты разрезки стен на крупные панели одноэтажных и многоэтажных промышленных зданий. На рис. 29.1, а, б изображены разрезки с навесными панелями, а на рис. 29.1, в — с самонесущими панелями. Навесные панели при помощи специальных креплений навешивают на колонны каркаса, а самонесущие панели-перемычки опирают на простеночные панели.

В целях унификации элементов стен и деталей креплений размеры панелей по высоте приняты: 0,9; 1,2; 1,5 и 1,8 м, т. е. кратные модулю 0,3 м, а по длине — равные шагу колонн 6 или 12 м.

Основные унифицированные панели длиной 6 м для стен отапливаемых зданий даны на рис. 29.3. Как отмечалось ранее, составные железобетонные панели (см. рис. 29.3, б) применяют только при отсутствии легких или ячеистых бетонов. Панели стен отапливаемых зданий длиной 12 м показаны на рис. 29.4. Железобетонные ребристые панели для стен неотапливаемых зданий представлены на рис. 29.5.

Для неотапливаемых зданий применяют плоские железобетонные панели из тяжелого бетона марки 300 с предварительно напряженной арматурой толщиной 70 мм и длиной 6 м. Угловые панели для стен неотапливаемых зданий изготовляют длиной 6,1 и 6,35 м. Длина простеночных панелей, применяемых при решении фасада с отдельными оконными проемами, 1,5 и 3 м.

Однослойные стеновые панели отапливаемых зданий изготовляют из автоклавных ячеистых бетонов (марка 35, $\gamma_{\text{сух}} = 700\text{—}800 \text{ кг/м}^3$) и легких бетонов: керамзитобетона (марка 50, $\gamma_{\text{сух}} = 900\text{—}1200 \text{ кг/м}^3$); бетона на зольном гравии (марка 50, $\gamma_{\text{сух}} = 800\text{—}1400 \text{ кг/м}^3$); аглопоритобетона (марка 50, $\gamma_{\text{сух}} = 1000\text{—}1200 \text{ кг/м}^3$) и др. Толщина панелей по теплотехническим и кон-

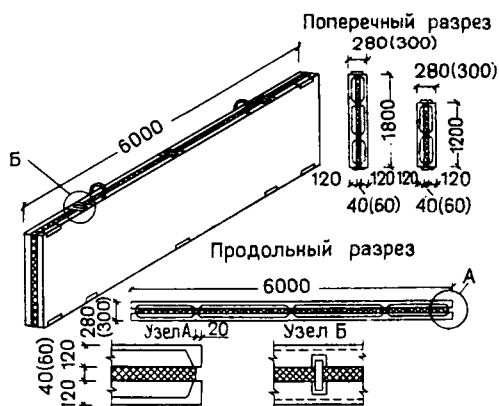
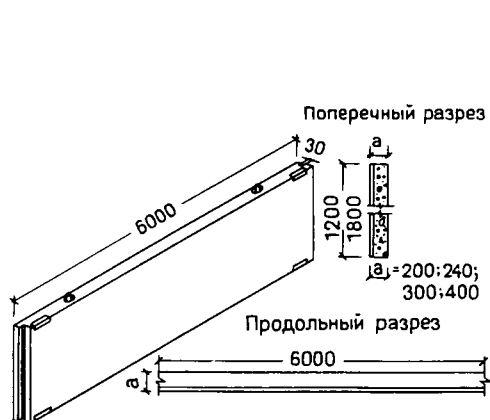


Рис. 29.3. Стеновые панели отапливаемых зданий

структивным расчетам 160, 200, 240 и 300 мм. Панели из бетонов на пористых заполнителях должны изготавливать с наружным и внутренним фактурными слоями толщиной 20 мм из цементно-песчаного раствора марки 100. Легкобетонные панели применяют в производственных зданиях с влажностью воздуха не более 75% и с неагрессивной средой. Панели из ячеистых бетонов применяют в зданиях с относительной влажностью не более 60% и с неагрессивными газовыми средами.

Унификация стеновых панелей тесно связана с унификацией основных параметров зданий. Принцип раскладки панелей в стенах одноэтажных и многоэтажных промышленных зданий показан на рис. 29.6. По конструктивным и монтажным условиям в одноэтажных зданиях перемычные панели над верхними оконными проемами устанавливают на отметке 600 мм ниже верха колонн или низа несущих конструкций покрытия. В многоэтажных зданиях поясные, надоконные панели устанавливают на 600 мм ниже отметки междуэтажных перекрытий.

Нижние стеновые панели опирают на фундаментные балки, верх которых на 30 мм ниже отметки пола первого этажа. В этом случае, когда цокольные панели выполнены из ячеистых бетонов и не защищены от атмосферных воздействий (например, не оштукатурены цементным раствором), цокольную часть стены выполняют из кирпича.

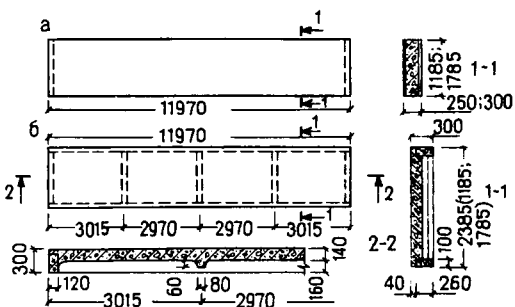


Рис. 29.4. Стеновые панели отапливаемых зданий длиной 12 м

а — однослойная керамзитобетонная; б — комплексная с железобетонным контуром и плитой из керамзитобетона

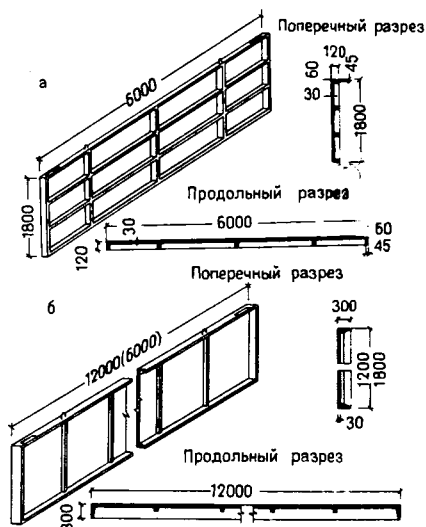
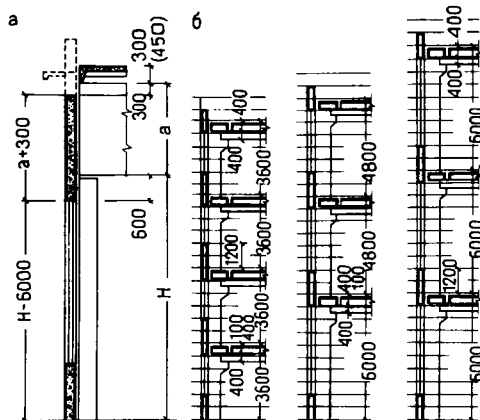


Рис. 29.5. Железобетонные ребристые панели для стен неотапливаемых зданий

а — панель с перекрестными ребрами; б — панель с поперечными ребрами



Крупнопанельные стены отапливаемых одноэтажных промышленных зданий из легких и ячеистых бетонов выполняют как самонесущими, так и навесными. Панели толщиной 160 мм для стен отапливаемых зданий, а также стеновые панели неотапливаемых зданий применяют в конструктивных решениях с навесными стенами. На уровне верха горизонтальных оконных проемов стеновые перемычные панели устанавливают на опорные стальные столики консольного типа, воспринимающие вертикальные нагрузки от вышележащих панелей, сечения их элементов определяют расчетом. Опорные столики сваркой крепят к закладным стальным элементам колонн, они своими ребрами входят в швы между панелями. Такие же столики консольного типа устанавливают на глухих участках стен, расстояние между ними по высоте определяют в зависимости от материала и массы (веса) панелей, а также от конструкции и несущей способности столиков.

В самонесущих стенах надоконные панели опирают на простеночные панели. Максимальную высоту самонесущих стен определяют расчетом на смятие панелей в местах их опирания на фундаментную балку, а также на прочность сечений простенков.

Основной вариант крепления стеновых панелей — при помощи гибких анкеров. Опирающие панели на опорные столики и заполнение в этом месте оконного проема переплетами представлено на рис. 29.7. В этом варианте

Рис. 29.6. Унификация элементов стен промышленных зданий по высоте

а — раскладка панелей стен одноэтажных зданий; б — то же, многоэтажных зданий

Рис. 29.7. Крепление стеновых панелей к колонне (а) и установка панели на опорный столик (б)

1 — колонна; 2 — стеновая панель; 3 — закладная деталь стеновой панели; 4 — закладная деталь колонны; 5 — стержень диаметром 14 мм, $l = 200$ мм; 6 — лист 50×10 , $l = 100$ мм; 7 — лист 50×6 , $l = 100$ мм; 8 — мастика УМС-50; 9 — поронизол; 10 — опорный столик; 11 — стальная слив

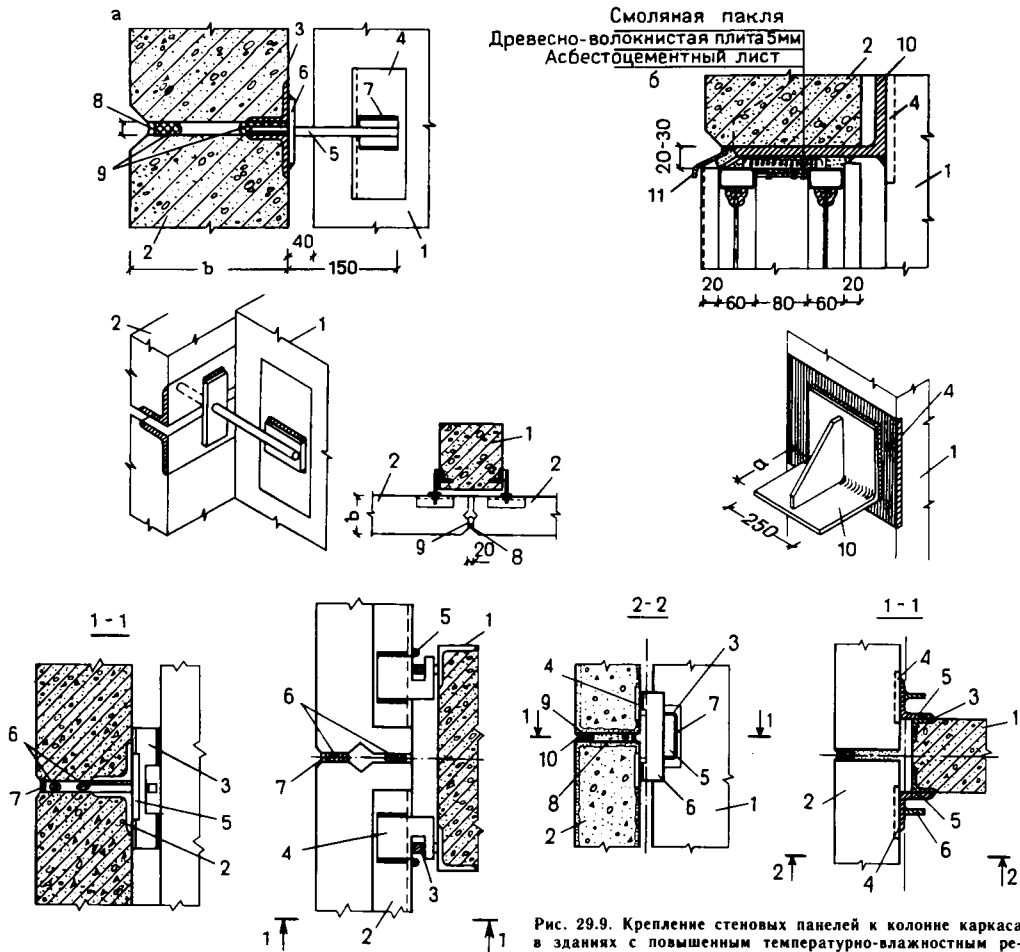
панели крепят к закладным деталям на боковых гранях колонн.

В зданиях, к интерьерам которых предъявляют повышенные архитектурные требования, крепят панели скрытым способом (рис. 29.8). В этом случае панели крепят к закладным деталям на наружной грани колонн, таким образом крепления скрыты в зазоре между панелью и колонной.

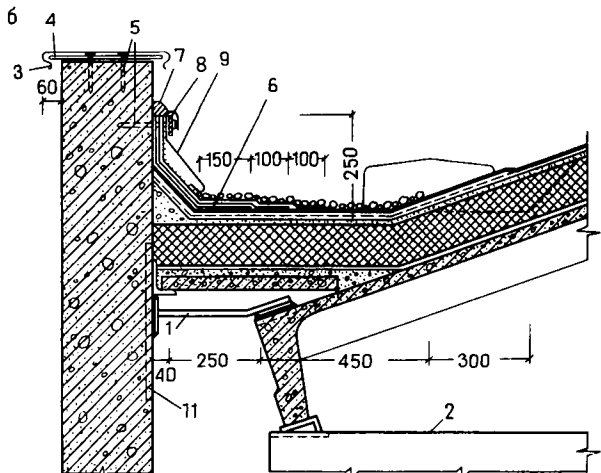
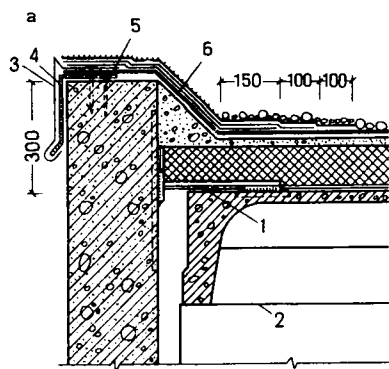
В производственных цехах с повышенной влажностью воздуха стальные детали, предназначенные для крепления панелей к элементам каркаса, в целях предотвращения их коррозии выносят на внутреннюю поверхность панели (рис. 29.9) и покрывают антикоррозионными составами.

Крепление панелей с помощью двух коротышей из уголков, привариваемых к закладным деталям в панелях и в колоннах каркаса, в настоящее время применяют в основном для неотапливаемых зданий (рис. 29.10).

Крепления парапетных панелей продольных стен к конструкциям покрытий при плоском покрытии с низким парапетом и при скатном покрытии с высоким парапетом показаны на рис. 29.11. Здесь также представлены детали примыкания кровли к парапетным панелям и установка водосточной воронки при скатных кровлях. Вертикальные и горизонтальные швы между стеновыми панелями осуществляют с применением упругих синтетических прокладок (поронизол, гернита и др.) и герметизирующих мастик (УМ-40, УМС-50 и др.). Цементно-песчаный раствор для заделки швов можно применять только в отдельных случаях.



29,7	
29,8	29,9
29,10	



29,11	29,14
29,12	29,13

Рис. 29.11. Крепление парапетных панелей продольных стен к несущим конструкциям покрытия

a — вариант при плоской кровле и низком парапете; *б* — вариант при скатной кровле и высоком парапете; 1 — анкер; 2 — верх несущей конструкции покрытия; 3 — оцинкованная кровельная сталь; 4 — костыли из плоской стали через 600 мм; 5 — дюбели; 6 — дополнительные слои рубероида; 7 — мастика; 8 — стальная полоса; 9 — фартук из оцинкованной кровельной стали

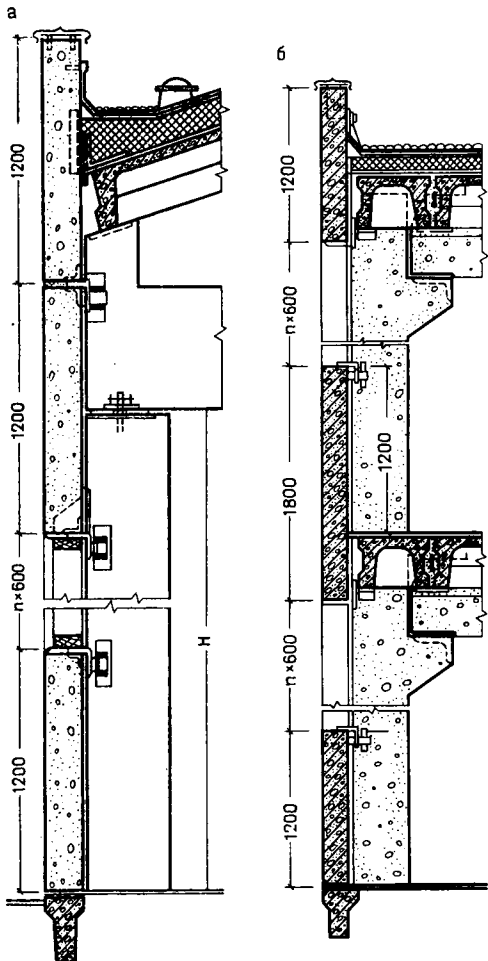
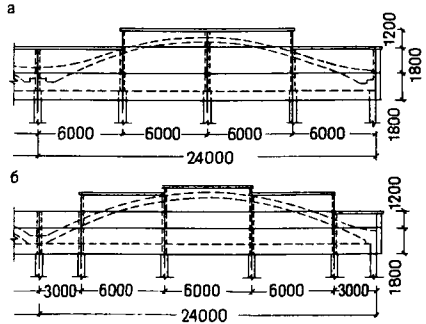


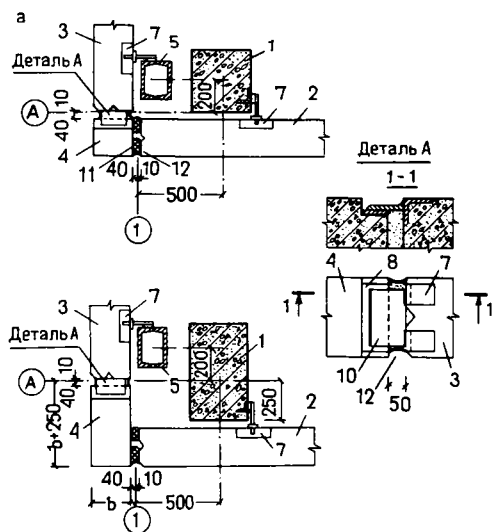
Рис. 29.12. Разрезы стен из крупных панелей одноэтажных (*a*) и многоэтажных (*б*) промышленных зданий

Рис. 29.13. Раскладка стеновых панелей длиной 6 м (*a*), длиной 3 и 6 м (*б*) в торцевых стенах при покрытиях по сегментным фермам

Рис. 29.14. Детали стен из крупных панелей

a — решение угла стены здания с помощью угловых блоков; *б* — решение угла здания с помощью удлиненных панелей; *в* — крепление факхверковой колонны к основной колонне каркаса; *г* — крепление парапетных торцевых панелей; 1 — колонна каркаса; 2 — стеновая панель продольной стены; 3 — стеновая панель торцевой стены; 4 — легкобетонный угловой блок; 5 — стойка торцевого факхверка; 6 — удлиненная стеновая панель; 7 — закладная деталь стеновой панели; 8 — закладная деталь углового блока; 9 — стальная насадка для крепления панелей; 10 — накладка; 11 — упругая прокладка; 12 — герметизирующая мастика; 13 — стальная наставка факхверковой колонны



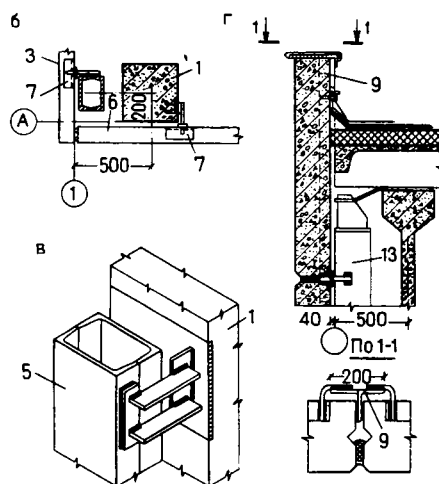


Детальные разрезы продольных панельных стен и примыкающих к ним конструкций покрытий и перекрытий одноэтажных и многоэтажных зданий даны на рис. 29.12.

В целях упрощения решения фронтонов, особенно при покрытиях по сегментным фермам, торцовые стены одноэтажных зданий можно решать с применением трехметровых стеновых панелей и установкой крайних фахверковых колонн на расстоянии 3 м от продольных разбивочных осей (от угловых колонн), остальные фахверковые колонны размещают через 6 м (рис. 29.13).

Крепление панелей торцовых стен к фахверковым колоннам и к стальным стойкам фахверка, примыкающим непосредственно к угловым колоннам каркаса здания, производят аналогично рассмотренным ранее креплениям продольных стен (рис. 29.14).

В отапливаемых зданиях угловые блоки крепят к торцовым панелям металлическими накладками (см. деталь А на рис. 29.14). В неотапливаемых зданиях углы решают с помощью удлиненных панелей. Панельные стены отапливаемых зданий из легких и ячеистых бетонов более чем в три раза легче кирпичных, но все же их масса достаточно велика (около 250 кг/м²).



§ 30. ОСТЕКЛЕННЫЕ ПОВЕРХНОСТИ СТЕН

Для достижения необходимой освещенности и аэрации остекленные поверхности наружных стен промышленных зданий делают значительно больших размеров, чем гражданских зданий. Их размеры определяют в соответствии с расчетом, изложенным ранее [2, с. 180], и в целях унификации переплетов назначают кратными по ширине 0,5 и по высоте 0,6 м. Створки переплетов бывают с вертикальной и горизонтальной осью навески. Они могут быть верхне-, нижне- и среднеподвесными (рис. 30.1).

В связи со значительными размерами промышленных зданий в них применяют преимущественно створки, вращающиеся вокруг горизонтальной оси. На чертежах фасадов зданий открывающиеся переплеты и способ их навески показывают условными обозначениями. Для этого проводят две наклонные линии, концы которых доводят до той стороны переплета на которой расположены петли. Если переплет открывается наружу, то линии делают сплошными, если внутрь — пунктирными. Открывающиеся среднеподвесные переплеты изображают двумя перекрещивающимися диагоналями. Линия или пунктир показывает открывание одинарного остекления, двойные линии — двойного. Одна кося линия — открывание одного из пе-

реплетов двойного остекления окон.

Заполнение оконных проемов переплетами может быть двойное, одинарное и смешанное. При смешанном решении нижнюю часть проема для исключения возможности дутья у рабочих мест на высоту 2,4 м от пола заполняют двойными переплетами, а верхнюю — одинарными. Выбор типа заполнения оконных проемов производят в зависимости от требуемого микроклимата помещения и характера происходящего в нем технологического процесса.

В большинстве случаев переплеты окон в промышленных зданиях делают с одинарным остеклением.

Заполнения оконных проемов промышленных зданий могут быть с деревянными, стальными и железобетонными переплетами, из стеклоблоков, стеклопакетов или светопрозрачных изделий и на основе полимеров.

Деревянные оконные блоки изготовляют по ГОСТ 12506—81. Блок состоит из коробки и одинарных или спаренных створок. Их применяют только в зданиях с нормальным температурно-влажностным режимом помещений. При открывании створок наружу переплеты делают без напlava (рис. 30.2, а, в, г.), при открывании внутрь — с наплавом (рис. 30.2, б, д).

После установки оконного блока в проеме с наружной стороны устраивают слив из оцинкованной кровельной стали, а с внутренней — деревянную или бетонную подоконную доску. Зазор между коробкой и стеной конопатят, а затем закрывают наличниками, прибиваемыми к коробке. Коробки крепят к боковым откосам оконных проемов при помощи анкеров, ершей или других видов креплений, устанавливаемых через 1,2 м по высоте, но не менее двух на каждую сторону проема. Если оконный проем заполняют несколькими коробками, то их соединяют между собой болтами через 1,2 м по высоте. Зазоры между соседними коробками конопатят паклей и с обеих сторон закрывают наличниками. В оконных проемах большой высоты коробки выполняют в два три яруса.

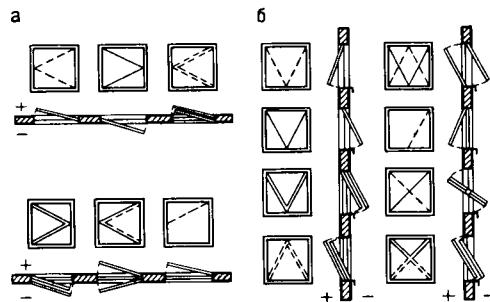


Рис. 30.1. Схемы оконных переплетов промышленных зданий и условные обозначения их открывания

а — переплеты с вертикальной осью навески; б — переплеты с горизонтальной осью навески. (На разрезах знак плюс означает внутреннюю, а минус — наружную сторону ограждения)

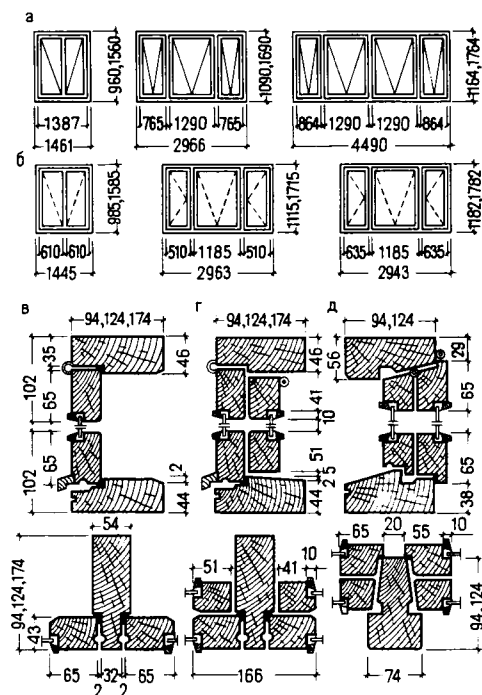


Рис. 30.2. Деревянные переплеты

а — схемы переплетов с наружным открыванием створок; б — то же, с внутренним открыванием створок; в — сечения блока с одинарными переплетами без напlava для окон с наружным открыванием створок; г — то же, со спаренными переплетами; д — сечения блока со спаренными переплетами с наплавом при внутреннем открывании створок

В целях восприятия ветровой нагрузки устанавливают ветровые брусья, которые скрепляются при помощи анкеров со стенами или каркасом здания.

За последнее время получили применение деревянные оконные панели (рис. 30.3), которые изготовляют

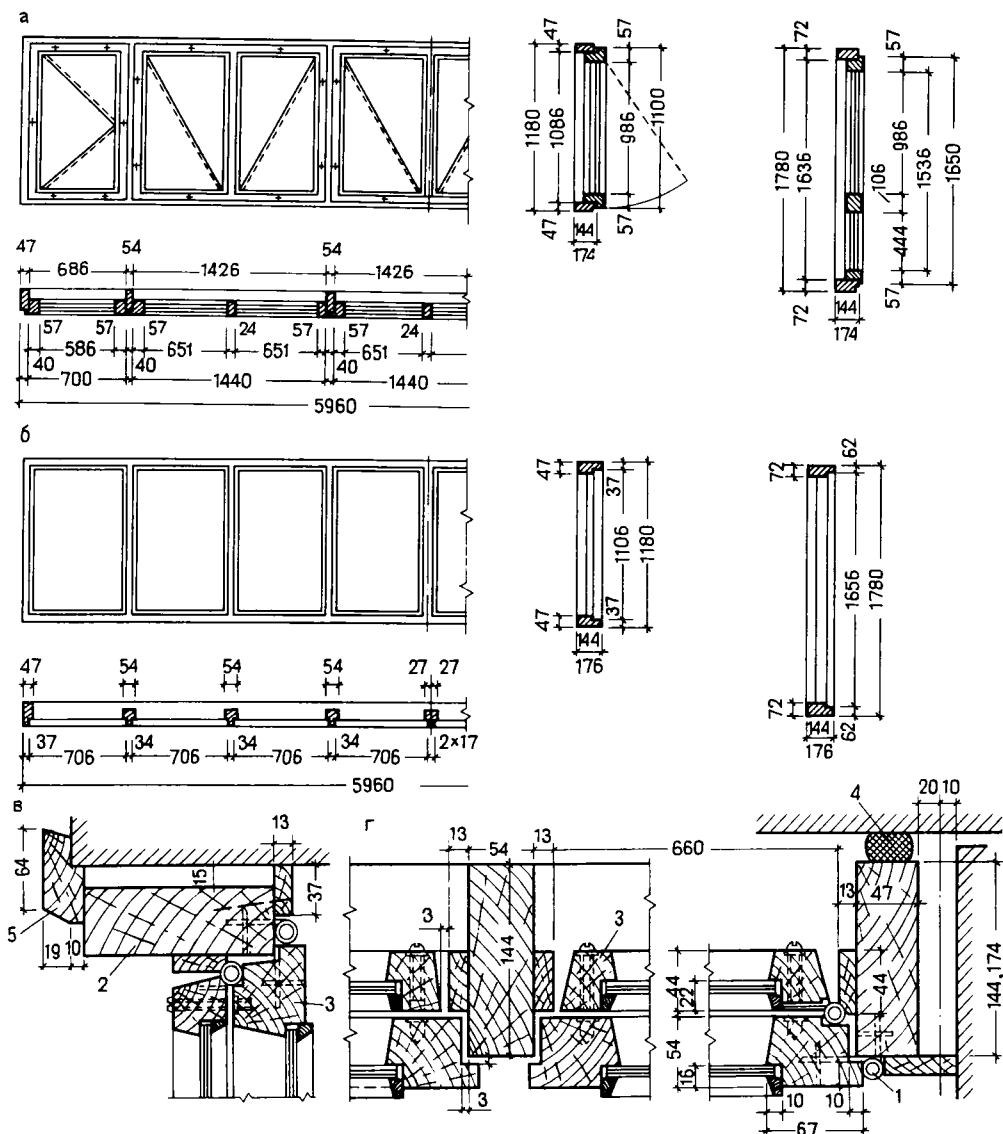


Рис. 30.3. Деревянные оконные панели

а — с тремя фрамугами; б — глухая; в — вертикальный разрез в месте примыкания к стеновой панели; г — горизонтальный разрез в месте примыкания к колонне; 1 — петля; 2 — коробка; 3 — спаренный переплет; 4 — упругая прокладка; 5 — нащельник

номинальной высотой 1,2 и 1,8 м и длиной 6 м. Размеры их унифицированы со стеновыми панелями, благодаря чему они взаимозаменяемы. Оконные панели состоят из коробки и переплетов, которые могут быть глухими и створными. В деревянных оконных панелях применяют в основном спаренные переплеты как с боковой, так и с горизонтальной навеской. Переплеты с боковой навеской располагают по краям панелей. Деревянные оконные панели скрепляют между собой на гвоздях или шурупах, швы между ними закрывают наличниками.

В горячих цехах (литейных, прокатных и др.), в цехах с высокой влажностью воздуха и в зданиях повышенной капитальности устраивают стальные оконные переплеты. Они более долговечны и надежны в эксплуатации, чем деревянные. Оконные проемы можно заполнять как отдельными переплетами, так и переплетами в виде крупных панелей. Отдельные стальные переплеты изготовляют из прокатных

или гнутых штампованных профилей (рис. 30.4, а). Переплеты могут быть глухие и открывающиеся с верхним, нижним и боковым подвесом (рис. 30.4, б, в).

Стальные переплеты состоят из верхней обвязки (уголки $25 \times 35 \times 3,3$ мм), внутренних и боковых обвязок (таврики высотой 35 мм с симметричной и асимметричной полками) и нижней обвязки (сложный профиль, служащий одновременно и сливом).

При высоте оконного проема до 3,6 м стальной переplet крепят к вертикальным импостам, которые располагают через 1,5 или 2 м в зависимости от ширины переплета. При высоте 4,8—6 м устанавливают верхнюю, а при высоте более 6 м — нижнюю обвязку из уголков. Если высота проема 7,2 м и более, устанавливают горизонтальные ветровые импосты. При двойных переплетах нижнюю часть окна отделяют от верхней одинарным горизонтальным импостом, образованным двумя уголками, соединенными на сварке стальным листом (рис. 30.5, а). Навеску стальных переплетов осуществляют с помощью скоб, петель и болтов (рис. 30.5, б, в, г).

Более совершенной и индустриальной конструкцией по сравнению с обычными стальными переплетами являются стальные оконные панели (рис. 30.6). Они достаточно просты, жестки и позволяют заполнить оконные проемы высотой до 20 м. Оконные панели изготовляют из трубчатых или гнутых профилей. Их размеры соответствуют размерам стеновых панелей высотой 1200 и 1800 мм и длиной 6 м. Они могут быть глухими и с открывающимися створками, с одинарным или двойным остеклением. Панель состоит из общей рамы и остекленных элементов (рамок), которые либо навешивают на петли, либо закрепляют при помощи сварки. По высоте проема панели устанавливают друг на друга, при этом собственная масса их передается на нижележащую стеновую панель. Каждую панель крепят болтами к колоннам каркаса в четырех точках.

Железобетонные оконные перепле-

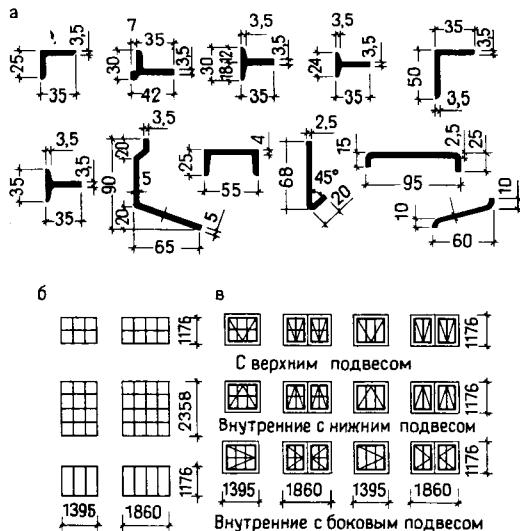


Рис. 30.4. Стальные переплеты

а — профили стальных элементов; б — схемы глухих переплетов, в — схемы створных переплетов

ты огнестойки, прочны, не подвержены загниванию, экономичны в эксплуатации, но трудоемки в изготовлении. В них сложно устраивать створные части, поэтому в большинстве случаев железобетонные переплеты устраивают глухими, а при необходимости открывающиеся створки или форточки выполняют из стали или дерева. Железобетонные переплеты крепят к стенам при помощи выпусков арматуры из швов или постановкой стальных закрепов. Стекла крепят к переpletам клеммерами из оцинкованной кровельной стали, которые устанавливают с шагом 150—300 мм.

В безоконных герметичных зданиях, а иногда и в зданиях с обычным режимом можно устраивать светопрозрачные стены из стекложелезобетонных панелей, заполненных пустотелыми вакуумированными стеклянными блоками (рис. 30.7). Стены из стекложелезобетонных панелей обладают хорошей светорассеивающей способностью, что обеспечивает равномерность освещения, снижает инсоляцию помещений. Они имеют незначительную воздухопроницаемость и достаточную огнестойкость. Однако при эксплуатации стеклоблоки, жестко зажатые в железобетонной раме панели, при неравномерном нагреве

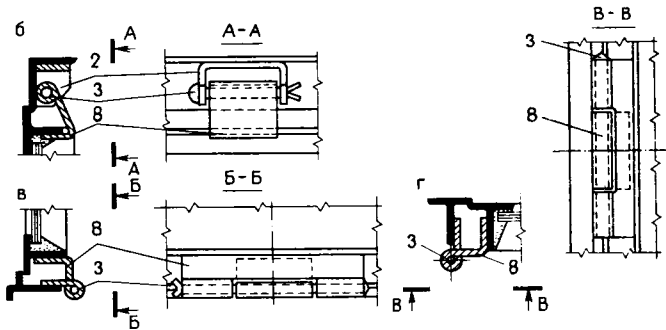
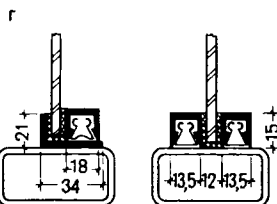
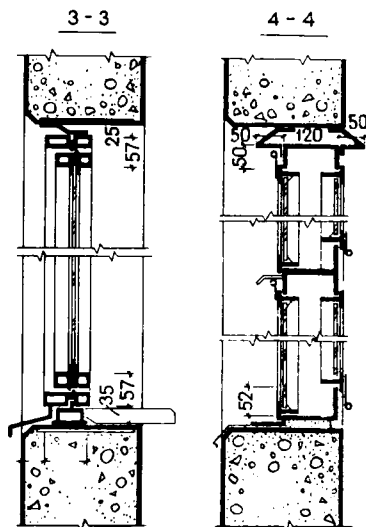


Рис. 30.6. Устройство ленточного остекления с применением стальных оконных панелей

а — из трубчатых профилей; б — из гнутых профилей; в — установка стекла с использованием резиновых профилей; г — то же, с использованием пружинных защепок



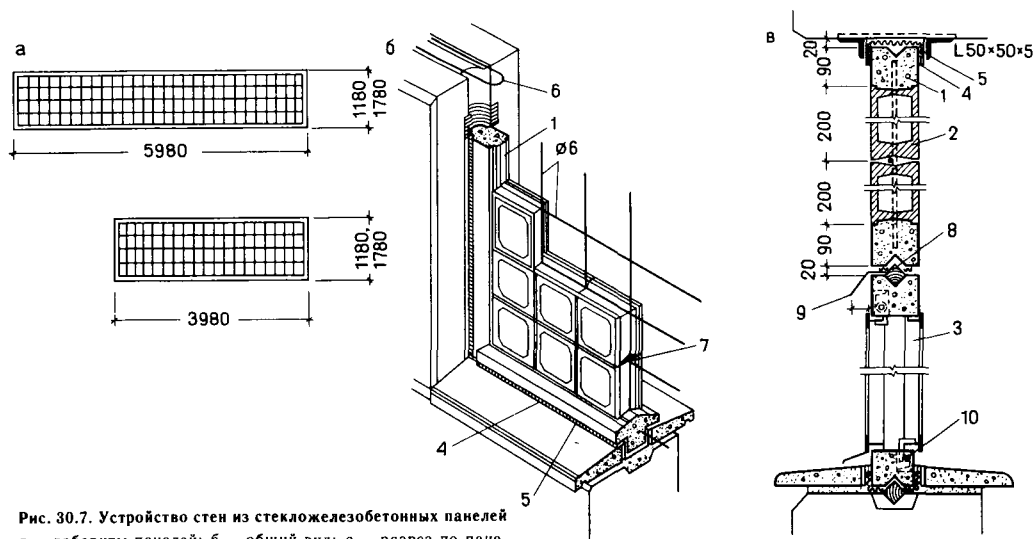


Рис. 30.7. Устройство стен из стекложелезобетонных панелей
 а — габариты панелей; б — общий вид; в — разрез по панели с фрамугой: 1 — обвязка панели; 2 — стеклоблок; 3 — стальная фрамуга; 4 — два слоя толя; 5 — конопатка; 6 — выпуск арматуры для закладки в швы; 7 — безусадочный цементный раствор; 8 — деревянный брусok 40 x 40 мм; 9 — слив; 10 — петля

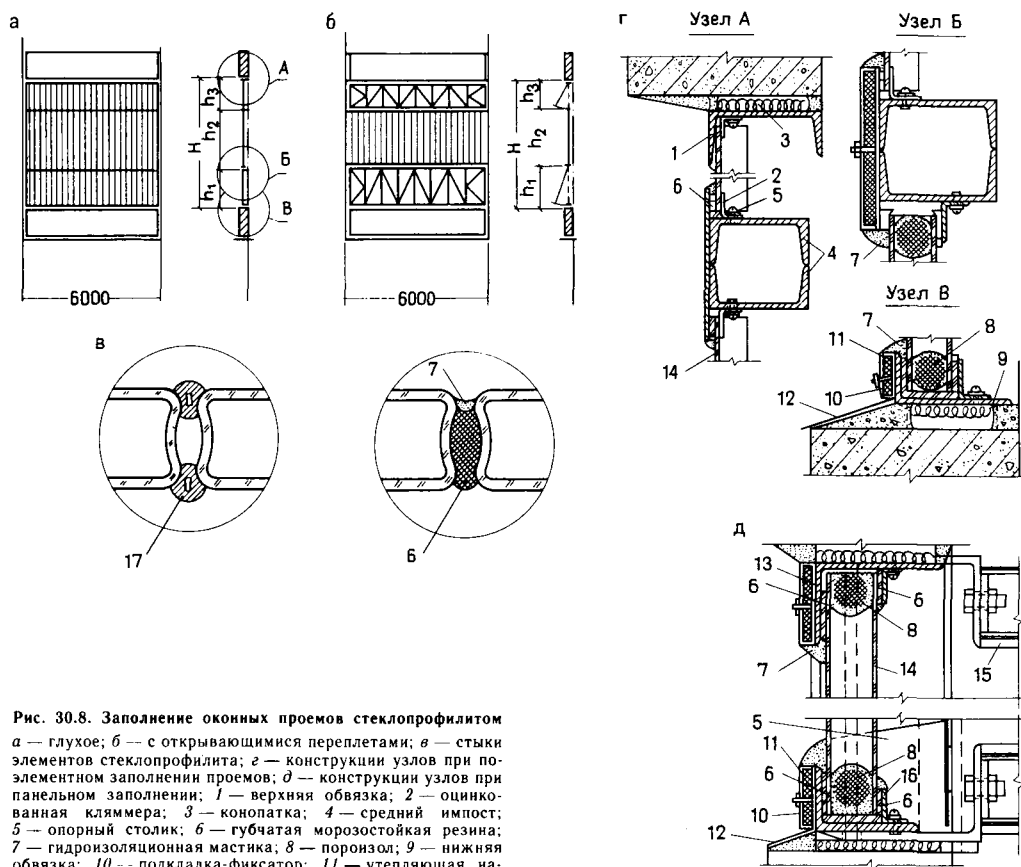


Рис. 30.8. Заполнение оконных проемов стеклопрофилитом
 а — глухое; б — с открывающимися переплетами; в — стыки элементов стеклопрофилита; г — конструкции узлов при панельном заполнении: 1 — верхняя обвязка; 2 — оцинкованная кляммера; 3 — конопатка; 4 — средний импост; 5 — опорный столик; 6 — губчатая морозостойкая резина; 7 — гидроизоляционная мастика; 8 — поронизол; 9 — нижняя обвязка; 10 — подкладка-фиксатор; 11 — утепляющая накладка; 12 — фартук; 13 — рама панели; 14 — стеклопрофилит; 15 — закладная деталь колонны; 16 — прижимной уголок; 17 — поливинилхлоридный профиль

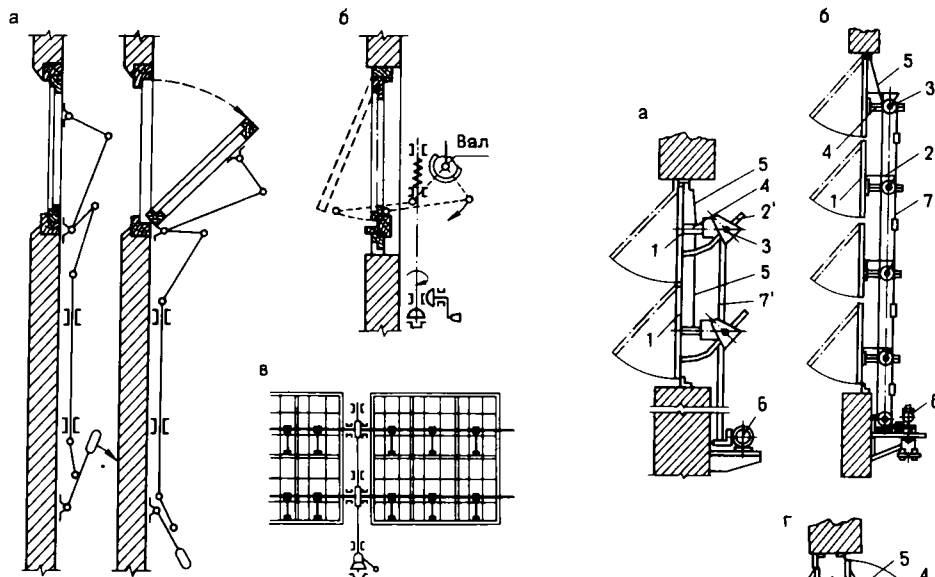


Рис. 30.9. Схема ручных приборов для открывания створок
а — одного переплета; б — нескольких переплетов, распо-
ложенных в одном ярусе; в — нескольких переплетов, распо-
ложенных в двух ярусах

Рис. 30.10. Схемы установки механизмов для открывания
переплетов

а, в — одинарный и двойной переплеты с реечным прибором
открывания; б, г — одинарный и двойной переплеты с рычаж-
ным прибором открывания: 1 — переплет; 2 — рычажный
прибор; 2' — реечный прибор; 3 — вал-труба; 4 — крон-
штейн; 5 — подвеска; 6 — привод; 7 — вертикальная тяга;
7' — вертикальные валы; 8 — междуоконный прибор

30.9	30.10 а, б
	30.10 в, г

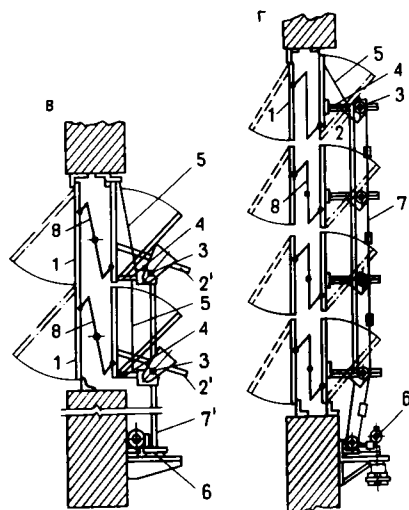
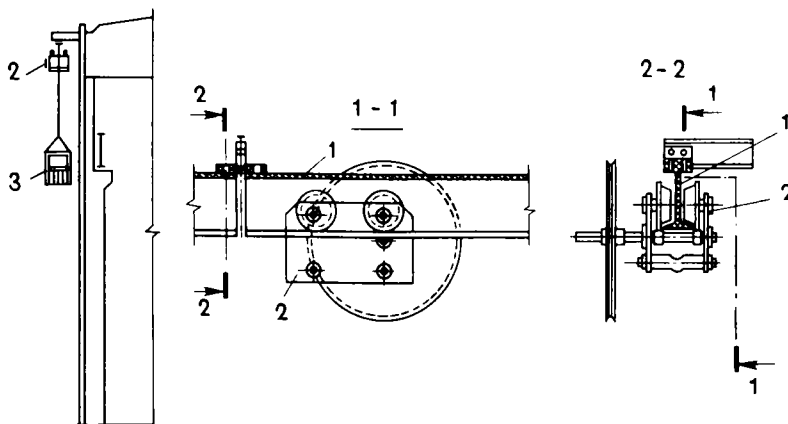


Рис. 30.11. Подвесная люлька для прочистки и ремонта
остекления

1 — монорейс; 2 — тележка; 3 — люлька



могут растрескиваться. Оконные проемы можно заполнять и профильным стеклом, стеклопрофилитом, который изготавливают швеллерного или коробчатого сечения.

Заполнение оконных проемов стеклопрофилитом может быть глухим (рис. 30.8, а) или с открывающимися переплетами (см. рис. 30.8, б), панельным (см. рис. 30.8, г) или панельным (рис. 30.8, д). Стыки между отдельными элементами стеклопрофилита заполняют прокладками из поливинилхлоридных профилей полого сечения или пористой резиной с промазкой со стороны помещения бутафольно-цементной мастикой (см. рис. 30.8, в).

Для управления аэрацией производственных помещений необходимо предусмотреть удобное открывание и закрывание створок переплетов. Если оконные проемы расположены на небольшой высоте от пола, переплеты открывают и закрывают вручную, а при большой высоте применяют простейшие ручные механизмы или моторные приводы с дистанционным управлением. В случае, когда переплеты открывают редко или когда их число невелико (не более 12), а управление ими может быть организовано без создания дополнительных лестниц и площадок, используют ручные приборы. Во всех других случаях применяют приборы, имеющие моторные приводы. Простейший ручной прибор — рычажный с жесткой тягой, с его помощью можно открывать створки (рис. 30.9).

Для одновременного открывания нескольких рядом расположенных створок применяют приборы с горизонтальным валом (см. рис. 30.9, б). Рычаги с тягами прикрепляют с одной стороны к валу, а с другой — к нижней обвязке переплета. Вал приводят во вращение механизмом, состоящим из ручной лебедки, вертикального вала и червячной передачи.

Если створки переплетов располагают по высоте в несколько рядов, то к вертикальному валу присоединяют необходимое число горизонтальных валов при помощи червячных передач.

Таким прибором можно обслуживать ряд створок длиной до 18 м.

При двойном остеклении наружные и внутренние переплеты скрепляют между собой стальной тягой — связью. Механизмы для открывания оконных переплетов с моторными приводами могут быть реечного и рычажного типа. Первые имеют угол открывания до 60°, а вторые — до 45°.

Механизмы открывания переплетов состоят: из приборов открывания элементов, связанных непосредственно с переплетами, передаточных звеньев (горизонтальных и вертикальных валов и тяг), приводов, приводящих в движение передаточные звенья, кронштейнов для подшипников передаточных звеньев и рам приводов. На каждый открываемый переплет устанавливают два прибора открывания.

Поперечные разрезы стен по переплетам и механизмам для открывания одинарных и двойных переплетов одним приводом с приборами реечного типа показаны на рис. 30.10, а в и рычажного типа — на рис. 30.10, б, г.

Регулярная очистка остекления оконных переплетов способствует значительному снижению затрат на искусственное освещение помещений, повышению производительности и безопасности труда, сохранению здоровья рабочих, а следовательно, и улучшению качества продукции.

При высоте промышленных зданий до 10 м для очистки и текущего ремонта остекления используют передвижные раздвижные лестницы. При большой высоте одноэтажных и многоэтажных зданий протирку стекол снаружи осуществляют с подвесных люлек. На рис. 30.11 показана тележка с подвесной люлькой, которая передвигается по монорельсу, прикрепленному к карнизной части стены здания. Тележка может быть установлена и на рельсовый путь, который укладывают по покрытию производственного корпуса.

Если высота здания 30 м и более, люльку, чтобы она не раскачивалась от ветра, крепят специальными захватами к оконным переплетам.

Глава VIII

Покрытия

§ 31. ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ ПОКРЫТИЙ И ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К НИМ

В промышленных зданиях по сравнению с гражданскими покрытия воспринимают более разнообразные воздействия (рис. 31.1). Их несущая конструкция работает под нагрузкой от собственной массы, а также больших временных нагрузок от снега и ветра. Кроме того, при наличии подвесного транспорта или мостовых кранов на несущие конструкции покрытия передаются и динамические нагрузки.

Степень активности несиловых воздействий (атмосферные осадки, паровлажная влага, солнечная радиация, положительная и отрицательная температуры, химические вещества, содержащиеся в воздухе, микробы) зависит от климата местности и характера технологического процесса, протекающего в производственном здании. Если технологический процесс протекает при нормальном температурно-влажностном режиме без выделения производственных вредностей на покрытие действуют лишь атмосферные несиловые воздействия.

В горячих цехах металлургических заводов, в некоторых помещениях предприятий химической промышленности наиболее активные несиловые воздействия оказывают избыточная температура и влажность внутреннего воздуха, а также химические вещества, содержащиеся в воздухе, окружающем покрытие.

Так, например, в прокатных цехах вследствие излучения тепла нагревательными печами, раскаленными слитками, заготовками и горячими готовыми изделиями, температура воздуха под покрытием в отдельных местах достигает 100°C , а температура воздуха над покрытием поднимается до 50°C . Интенсивное высушивание плит покрытия снизу при одновремен-

ном увлажнении сверху кислыми атмосферными осадками способствует их разрушению.

Силовые и несиловые воздействия на покрытия могут действовать постоянно, временно или мгновенно, имея характер силовых, тепловых или иных «ударов».

Ограждающие конструкции покрытий должны хорошо сопротивляться всем силовым и несиловым воздействиям, т. е. должны обладать достаточной прочностью, малой деформативностью, иметь хорошие изоляционные качества (гидро-, паро-, тепло-, газоизоляция), быть пожаробезопасными, долговечными и коррозионностойкими. Кроме того, ограждающие части покрытий должны быть промышленными и экономичными в строительстве и в эксплуатационных условиях.

Покрытия над производственными зданиями, как правило, устраивают бесчердачными с пологой скатной или плоской кровлей, с внутренними и в отдельных случаях с наружными водостоками. При рассмотрении особенностей конструктивных решений промышленных зданий указывалось, что покрытия могут иметь **беспрогонную и прогонную** схемы решения (рис. 31.2). Беспрогонная схема более экономична и получила преимущественное распространение.

Ограждающие части покрытия разделяют в зависимости от степени теплоизоляции (т. е. величины сопротивления теплопередаче R_0) на **утепленные и холодные**.

Соответственно функциональному назначению покрытия состоят из ограждающей и несущей частей. На выбор и решение ограждающей части покрытий промышленных зданий влияет комплекс изменяющихся внешних и внутренних климатических воздействий. Это требует выполнения ограждающих конструкций из отдельных различного назначения слоев и эле-

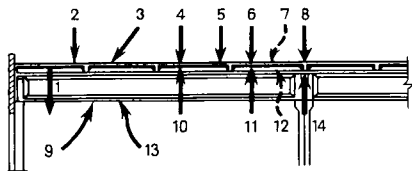


Рис. 31.1. Внешние воздействия на покрытие

1 — постоянные нагрузки (масса конструкций оборудования); 2 — временные нагрузки (снег, нагрузки от транспортных средств, эксплуатационные нагрузки); 3 — ветер; 4 и 10 — воздействие температур окружающей среды; 5 — атмосферная влага (осадки, влажность воздуха); 6 и 11 — химические агрессивные вещества, содержащиеся в наружном и внутреннем воздухе; 7 и 12 — микробы, содержащиеся в наружном и внутреннем воздухе, 8 — солнечная радиация; 9 — влага, содержащаяся во внутреннем воздухе; 13 — тепловые удары; 14 — динамические удары

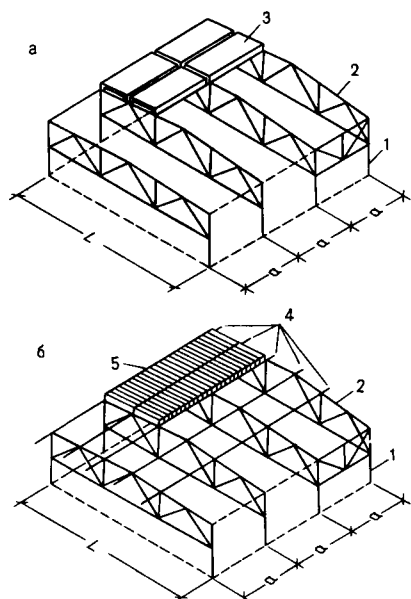


Рис. 31.2. Конструктивные схемы ограждающей части покрытия

а — беспрогонная; б — прогонная; 1 — колонна; 2 — несущая конструкция покрытия — ферма; 3 — плита покрытия; 4 — прогон; 5 — мелкоразмерная плита, укладываемая по прогону

ментов, которые в эксплуатационных условиях должны обеспечить надежную работу покрытия.

На рис. 31.3 приведены основные схемы конструкций ограждающей части покрытий для отапливаемых и неотапливаемых производственных зданий. Наиболее распространенные решения покрытий по сборным железобетонным плитам даны на рис. 31.3, а; их недостатком следует считать большую массу. Легкого типа покрытия выполняют с применением стального профилированного настила и

новых эффективных утеплителей (см. рис. 31.3, в). Легкие ограждающие конструкции применяют при устройстве покрытий по стальным несущим конструкциям, они целесообразны для строительства в отдаленных и северных районах нашей страны.

В последнее время получили распространение армированные сплошного сечения панели из легких и ячеистых бетонов. Они одновременно служат несущими элементами ограждающей части покрытия и теплоизоляцией. Укладка таких панелей возможна только в покрытиях над помещениями с нормальной и пониженной влажностью воздуха. В этом случае по панелям делают только выравнивающий слой и рулонный гидроизоляционный ковер (см. рис. 31.3, б).

Совершенствование тяжелых железобетонных ограждающих конструкций покрытий промышленных зданий направлено на разработку облегченных, комплексной конструкции плит с увеличенной длиной и со сниженной трудоемкостью возведения.

На рис. 31.4 показана комплексная плита облегченной конструкции, несущая часть которой выполнена из легкого конструкционного бетона марки 400 с утеплителем из легких или ячеистых бетонов с объемной массой не более 500 кг/м^3 . В целях предотвращения увлажнения утеплителя во время перевозки и производства монтажных работ на комплексную плиту при ее изготовлении наклеен один слой рубероида. Масса покрытия из комплексных плит по сравнению с массой покрытия по сборным железобетонным плитам уменьшена на 24%, а стоимость снижена на 18%.

Выбор решения ограждающей конструкции покрытия зависит от назначения здания, требуемого температурно-влажностного режима в перекрываемом помещении, количества тепла, выделяемого в помещение технологическими установками, и способа удаления с кровли воды и снега.

В неотапливаемых промышленных зданиях покрытия делают холодными, без утеплителя. В зданиях со значи-

тельными выделениями тепла покрытия при стальной кровле устраивают также холодными, а при рулонной кровле в целях снижения температуры стяжки и гидроизоляционного ковра покрытия выполняют холодными с воздушной прослойкой или утепленными.

В отапливаемых зданиях с нормальным температурно-влажностным режимом во избежание образования конденсата на внутренних поверхностях покрытия, а при наружном водоотводе и в целях устранения возможности образования наледи на карнизах, ограждающие части покрытия делают утепленными. При внутреннем водоотводе, чтобы обеспечить подтаивание снега на кровле, слой теплоизоляции выполняют с пониженным значением сопротивления теплопередаче.

При утепленном покрытии его ограждающая часть состоит из несущей конструкции, пароизоляции, теплоизоляции, выравнивающей стяжки и кровли, а при холодном — только из несущей конструкции, стяжки и кровли.

Толщина теплоизоляции зависит от физических показателей материала, условий его эксплуатации и необходимой величины сопротивления теплопередаче покрытия. При устройстве несущей и ограждающей частей покрытия в виде сплошных плит из легкого или ячеистого бетона, выполняющих как несущие, так и теплоизоляционные функции, устройство теплоизоляционного слоя не нужно.

Чтобы обеспечить жесткость основания под гидроизоляционный ковер, материал, из которого выполняют теплоизоляцию, должен обладать достаточной прочностью на сжатие. В целях индустриализации строительства в основном применяют плитные утеплители. Под теплоизоляцией располагают пароизоляцию, которая препятствует прониканию в утеплитель влаги из воздуха помещений. Гидроизоляционная часть покрытия должна обеспечивать непротекаемость кровли.

В условиях Москвы в летний жаркий день под влиянием солнечной радиации температура кровли, выполненной из рубероида или другого ру-

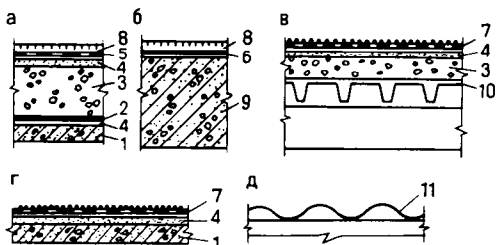


Рис. 31.3. Типы конструктивных решений ограждающей части покрытия

а — утепленное с несущими железобетонными плитами; б — то же, из конструктивно-теплоизоляционных материалов; в — то же, с несущими настилами из металла; г — неутепленное с железобетонными плитами; д — то же, с кровлей из листовых материалов; 1 — несущая железобетонная плита; 2 — пароизоляция; 3 — теплоизоляция; 4 — выравнивающая стяжка или затирка (по плитам с ровными поверхностями не выполняется); 5 — гидроизоляционный ковер рулонной кровли; 6 — то же, мастичной кровли, армированной стеклосетками; 7 — то же, с верхним слоем из рубероида с крупнозернистой (бронирующей) посыпкой; 8 — защитный слой; 9 — несущая плита из легкого или ячеистого бетона; 10 — несущий стальной настил; 11 — волнистый лист из асбестоцемента, стали или сплавов алюминия

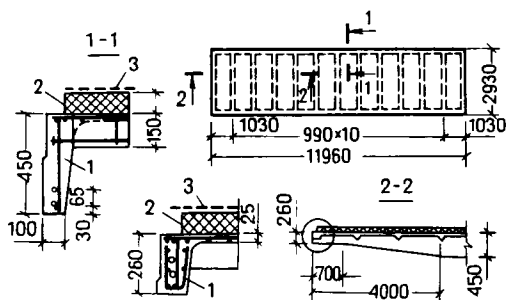


Рис. 31.4. Плита покрытия комплексной конструкции с переменной высотой продольных ребер

1 — несущая плита из легкого конструкционного бетона марки 400; 2 — утеплитель из особо легкого или ячеистых бетонов с объемной массой не более 500 кг/м³; 3 — слой рубероида

лонного материала, имеющего черный цвет, достигает 70°C. В целях предупреждения рулонного ковра от механических повреждений, атмосферных воздействий и разрушения при пересихании, а также для улучшения санитарно-гигиенического режима внутреннего климата помещений вводят защитный слой, который способствует снижению температуры верхней поверхности кровли. Наиболее распространенным решением является покрытие гидроизоляционного ковра одним или двумя слоями светлого гравия с крупностью зерен 5—15 мм, втопленных в кровельную мастику. Светлый цвет гравия способствует снижению температуры кровли.

§ 32. КОНСТРУКЦИИ ОГРАЖДАЮЩИХ ЧАСТЕЙ ПОКРЫТИЙ

При беспрогонных схемах покрытий по основным несущим конструкциям укладывают крупноразмерные плиты — настилы, которые служат несущими элементами ограждающей части покрытия и основанием под следующие ее слои.

В практике современного промышленного строительства при железобетонных и стальных основных несущих конструкциях наибольшее распространение получили сборные железобетонные унифицированные плиты в основном из тяжелого бетона. Конструкция этих плит рассмотрена в § 24. В последнее время находят все большее применение плиты покрытия, изготовляемые на основе стального профилированного настила, алюминия, пластических масс, асбестоцемента и других прогрессивных строительных материалов.

При холодных покрытиях, устраиваемых по сборным железобетонным панелям, поверхность их выравнивается цементным раствором, после чего наклеивают рулонный гидроизоляционный ковер (рис. 32.1, а). В утепленных покрытиях после заделки швов между железобетонными панелями укладывают слой теплоизоляции, для которого применяют легкие или ячеистые бетоны (керамзитобетон, бетон на зольном гравии, пенобетон, газобетон и др.); жесткие минераловатные плиты или утеплители выполняют в виде засыпки — из керамзитового и зольного гравия, гранулированного шлака, пемзы, ракушечника и др. По термоизоляции устраивают цементную, а в зимнее время асфальтовую стяжку, по которой наклеивают рулонную кровлю (рис. 32.1, б).

Над отапливаемыми помещениями особенно с большой влажностью внутреннего воздуха делают пароизоляцию из одного или двух слоев рулонного материала или промазывают поверхность плит битумом.

Если расчетом влажностного режима покрытия по нормам строительной теплотехники установлено, что в холодное время года из помещения

в ограждающую конструкцию покрытия проникает незначительное количество водяных паров, а вся накопившаяся в зимний период влага в теплое летнее время года может испариться, то в таком случае пароизоляцию можно не устраивать.

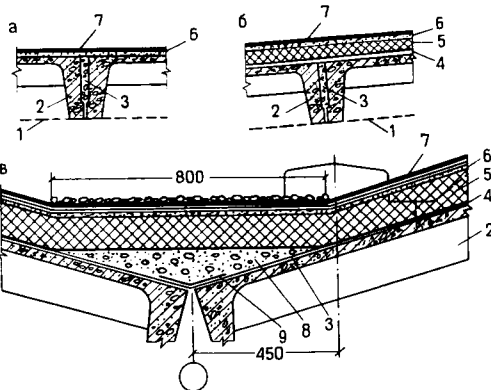
В настоящее время ендовы устраивают плоскими шириной 0,8—1,5 м (рис. 32.1, в), в которых основной гидроизоляционный ковер по ширине 1,5—2 м усиливают дополнительно двумя слоями кровельного материала и защищают слоем из мелкого гравия, втопленного в кровельную мастику.

В местах перепада высот между отдельными пролетами здания устраивают температурные швы (рис. 32.2); в этом случае рулонный гидроизоляционный ковер поднимают на высоту не менее 250 мм на специально устраиваемую для этого кирпичную стенку.

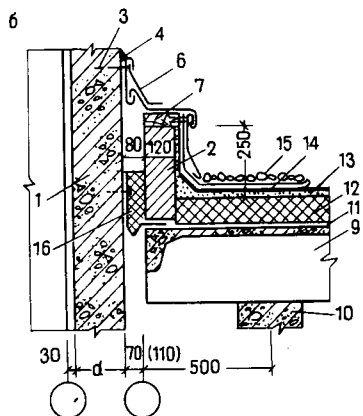
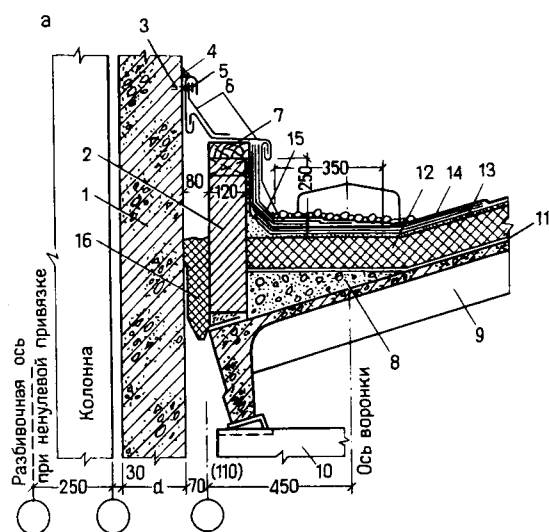
Ограждающая часть покрытия может быть устроена и из мелкогабаритных элементов с применением железобетонных и стальных прогонов. Железобетонные и стальные прогоны укладывают по верхнему поясу железобетонных или стальных несущих конструкций покрытия. Ограждающая часть покрытия в этом случае состоит из железобетонных плит, укладываемых по прогонам поперек пролета здания, пароизоляции, теплоизоляции, стяжки и кровли.

Железобетонные прогоны с Т- или П-образным поперечным сечением могут перекрывать пролеты 6 м (рис. 32.3, а, б). Железобетонные сборные плиты (рис. 32.3, в, г) изготовляют с ребрами или без них. Длина плит соответствует принятому расстоянию между осями прогонов, которые передают нагрузку ограждающей части на несущие конструкции. Для обеспечения большой площади опирания концы плит делают с трапецевидной вырезкой и располагают в смежных рядах вразбежку со сдвигом на половину ширины плиты (рис. 32.3, д). Плиты укладывают насухо с последующей заливкой швов цементным раствором. Применяют также армированные плиты из автоклавного ячеистого бетона длиной 1,5 и 3 м и тол-

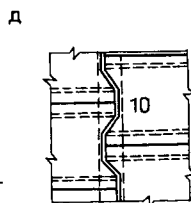
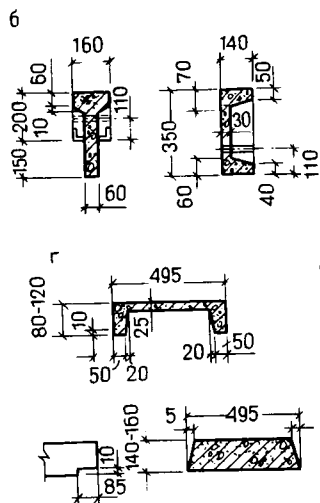
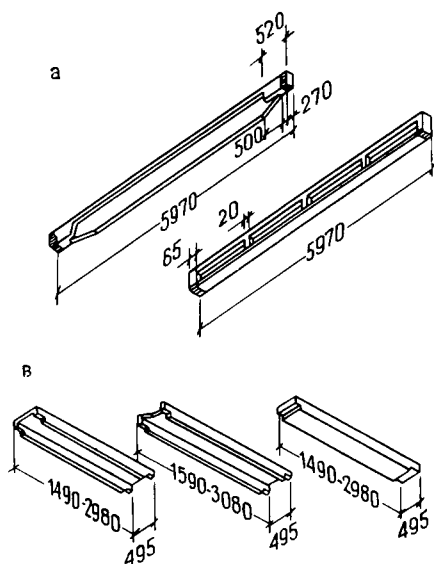
а — холодное; б — утепленное; в — деталь ендовы; 1 — верх несущей конструкции покрытия; 2 — ребристая железобетонная плита; 3 — цементный раствор; 4 — пароизоляция; 5 — термоизоляция; 6 — стяжка; 7 — гидроизоляционный ковер; 8 — набетонка; 9 — слой рубероида



1— стена; 2— кирпичная стенка; 3— дюбель; 4— мастика; 5— полосовая сталь; 6— оцинкованная кровельная сталь; 7— деревянный брус; 8— набетонка; 9— железобетонная ребристая плита; 10— верх несущей конструкции покрытия; 11— пароизоляция; 12— термоизоляция; 13— стяжка; 14— гидроизоляционный ковер; 5— дополнительные слои гидроизоляционного ковра; 16— термовкладыш



a — железобетонные прогоны; *б* — поперечное сечение прогонов; *в* — железобетонные и армопенобетонные плиты; *г* — сечение плит; *д* — стык плит



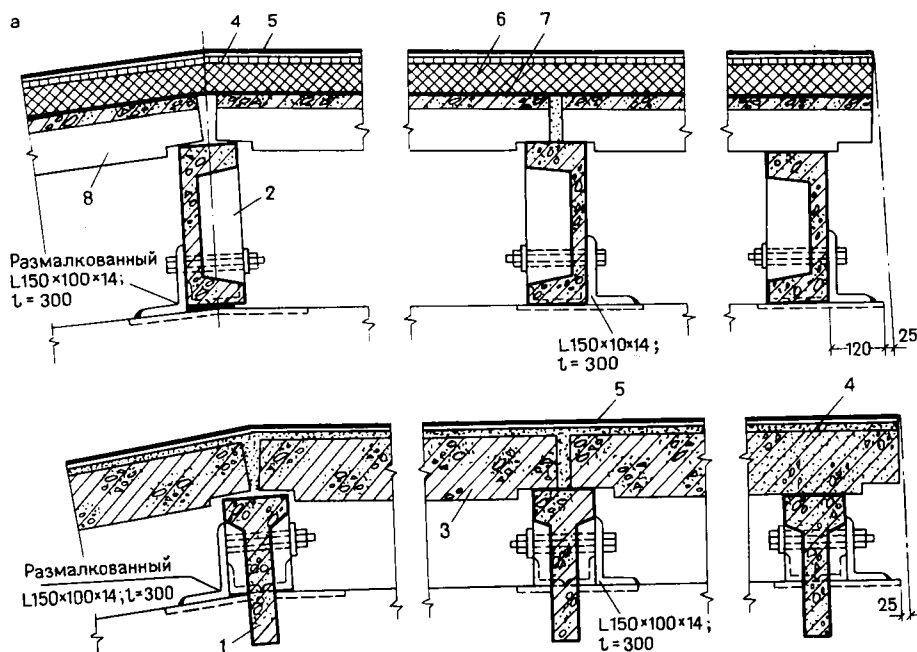


Рис. 32.4. Конструктивное решение ограждающей части покрытия при железобетонных прогонах швеллерного типа и ребристых плитах (а), железобетонных прогонах таврового типа и гладких плитах (см. нижний рис.)

1— прогон таврового типа; 2— прогон швеллерного типа; 3— гладкая армобетонная плита; 4— стяжка; 5— рулонный ковер; 6— теплоизоляция; 7— пароизоляция; 8— ребристая плита

щиной 140—160 мм. Укладка таких плит возможна только в покрытиях над помещениями с нормальной влажностью воздуха.

На рис. 32.4 показано крепление железобетонных прогонов к несущим конструкциям покрытия и решение его ограждающей части при ребристых плитах (см. рис. 32.4, а) и плоских армобетонных плитах (см. рис. 32.4, б).

Для стальных прогонов используют прокатные швеллерообразные, двутавровые или уголкового профиля. Ограждающую конструкцию устраивают либо по железобетонным плитам, аналогично рассмотренным решениям по железобетонным прогонам, либо по прогонам укладывают рассмотренные ранее облегченные утепленные асбестоцементные плиты, слоистые плиты на основе пластических масс, волнистые асбестоцементные или стеклопластиковые листы, стальной или алюминевый штампованный настил.

§ 33. КРОВЛИ И ВОДООТВОДЫ С ПОКРЫТИЙ

В промышленных зданиях устраивают главным образом рулонные кровли, однако применяют кровли из асбестоцементных волнистых листов, а также мастичные кровли, армированные стекломатериалами.

Рулонные кровли устраивают из рубероида, гидроизола, толя, толь-кожи, изола, битумизированной стеклоткани, пленки, из синтетических материалов и др. Число слоев рулонных материалов назначают в зависимости от уклона покрытия и принимают для кровель из рубероида, гидроизола, толь-кожи и других материалов, наклеиваемых на мастиках с защитным слоем гравия, следующее: при уклоне не менее 12% — два слоя, при уклоне не менее 2,5% — три слоя, при уклоне не менее 1,5% — четыре слоя и более.

Максимальные уклоны покрытий при кровле из рулонных материалов не должны превышать 25%. При больших уклонах рулонный ковер прибивают к основанию гвоздями или приклеивают теплостойкой клеящей мастикой. Уклоны больше 25% допускают только на отдельных участках покрытия, таких, как борта фонарей,

глухие скаты зубчатых покрытий и т.д.

Рулонные кровли устраивают по цементно-песчаной или асфальтобетонной стяжке. Толщина стяжки должна быть при укладке по бетону и плитным утеплителям 15—25 мм, и плитным утеплителям 15—25 мм; по сыпучим и нежестким плитным утеплителям 25—30 мм; ее армируют сварными сетками.

Гидроизоляционный кровельный ковер устраивают путем склейки между собой слоев рулонного кровельного материала горячими или холодными битумными или горячими дегтевыми мастиками. Рулонные битумные материалы (рубероид, гидроизол, изол) наклеивают только на битумных мастиках, а рулонные дегтевые (толь, толь-кожа и др.) — только на дегтевых.

При наклейке небиостойких рулонных материалов в состав битумных мастик вводят антисептики типа фтористого или кремнефтористого натрия. При устройстве гидроизоляционного ковра кровли с уклоном менее 3% применяют только биостойкие материалы: рубероид с антисептированной основой, гидроизол, изол, битумизированную стеклоткань и др.

Для верхнего слоя ковра применяют покровные материалы с крупнозернистой или чешуйчатой посыпкой. В нижние слои рубероидных кровель укладывают рубероид с мелкой минеральной посыпкой марки РМ, рубероид подкладочный марки РМП и пергамин. В кровлях из дегтевых рулонных материалов во все слои ковра наклеивают кровельный беспокровный толь с обязательным устройством поверху защитного слоя из мелкого гравия.

Покровные рулонные материалы наклеивают на горячих или холодных мастиках, а беспокровные — только на горячей.

Кровельный ковер в покрытиях над горячими цехами необходимо устраивать из таких рулонных материалов, которые обладают повышенной теплостойкостью, гнилостойкостью и эластичностью. Например, в зонах покрытия, где температура стяжки

достигает 45—55°C, гидроизоляционный ковер целесообразно выполнять из двух слоев бризола или изола и двух слоев рубероида повышенного качества с бронировкой слюдяной крошкой или мелким гравием светлых тонов. Теплостойкость приклеивающей мастики должна быть не менее 100°C.

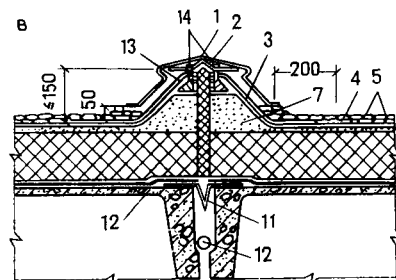
При плоских покрытиях с заливными кровлями по стяжке наклеивают гидроизоляционный ковер из четырех слоев толь-кожи на дегтевой мастике, защищаемый сверху слоем втопленного в мастику гравия или шлака.

Гидроизоляционный ковер в местах примыкания к стенам, парапетам и другим выступающим элементам должен плавно подниматься при скатных покрытиях на высоту не менее 250 мм, а при плоских и заливных кровлях — не менее чем на 150 мм. Места примыканий оклеивают сверху дополнительными слоями рулонного материала, сопрягаемыми с основным ковром внахлестку. Верхний край гидроизоляционного ковра заводят в бороздку и надежно прикрепляют оцинкованными гвоздями к антисептированным рейкам и защищают фартуком из оцинкованной кровельной стали с последующей заделкой борозды цементным раствором. При заделке гидроизоляционного ковра в борозду бетонных или керамических камней, края гидроизоляционного ковра и фартука защемляют в борозде деревянными пробками и заделывают цементным раствором.

В деформационных швах при рулонных кровлях в гидроизоляционном ковре устраивают различного вида компенсаторы из оцинкованной стали (рис. 33.1).

В местах примыкания рулонного гидроизоляционного ковра к трубам, мачтам и вентиляционным шахтам его усиливают дополнительным слоем рулонного материала и слоем мешковины, пропитанной соответствующей мастикой (рис. 33.2).

Армированные мастичные кровли выполняют на основе битумных, битумно-резиновых и битумно-латексных эмульсий. Для повышения трещино-

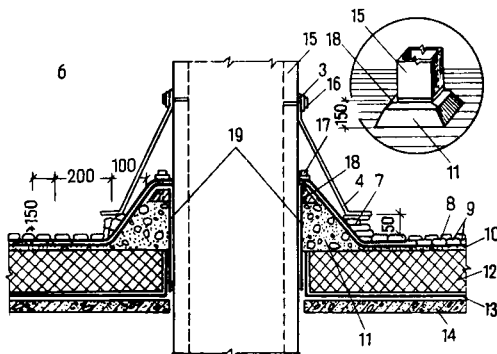
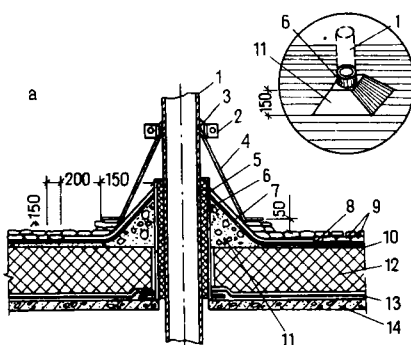


а — при сборных железобетонных плитах с компенсатором в виде выкружки; б — при профилированном стальном настиле с компенсатором в виде выкружки; в — при сборных железобетонных плитах, наклонных бетонных бортах с компенсатором по ним; 1 — обделка оцинкованной сталью или пластмассой; 2 — верхний компенсатор из оцинкованной стали; 3 — дополнительные слои гидроизоляции; 4 — основной гидроизоляционный ковер; 5 — гравийное защитное покрытие; 6 — стяжка; 7 — борт из раствора или бетона; 8 — теплоизоляция; 9 — парозащита; 10 — несущая плита покрытия; 11 — нижний компенсатор из оцинкованной стали; 12 — теплоизоляция из волокнистого материала; 13 — антисептированные деревянные бруски; 14 — оцинкованные гвозди; 15 — слой рубероида, укладываемый насухо; 16 — оцинкованная кровельная сталь; 17 — минераловатные плиты; 18 — фасонный элемент (выкружка) из оцинкованной кровельной стали; 19 — дюбели; 20 — самонарезающиеся болты

устойчивости мастики или эмульсии их армируют стекломатериалами. В кровлях с применением горячих битумных и битумно-резиновых мастик используют стеклохолст, а в кровлях с применением битумно-латексных эмульсий — стеклосетку. На мастичную кровлю сверху наносится защитный слой из гравия или краски АЛ-177.

Мастичные кровли в зависимости от уклонов подразделяют на плоские с уклоном $i \leq 2,5\%$ и скатные с уклоном $i > 2,5\%$. Наибольшие уклоны основных скатов мастичных кровель не должны превышать 25%. Состав мастичной кровли выбирают в зависимости от уклона согласно данным табл. 33.1.

В коньковой части кровель основной мастичный водоизоляционный ко-



а — к трубе или к мачте круглого сечения; *б* — к вентиляционной шахте: *1* — труба (или мачта); *2* — обжимное кольцо; *3* — промазка суриком; *4* — зонт из оцинкованной кровельной стали; *5* — просмоленная пакля; *6* — патрубок; *7* — дополнительный слой мешковины, пропитанный дегтевой мастикой, и один слой толь-кожи; *8* — гидроизоляционный ковер из четырех слоев толь-кожи; *9* — двухслойная гравийная посыпка; *10* — стяжка; *11* — борт из раствора; *12* — теплоизоляция; *13* — парозащита; *14* — несущая плита покрытия; *15* — вентиляционная шахта; *16* — дубель; *17* — оцинкованные гвозди с шайбами; *18* — антисептированный деревянный брусок; *19* — один слой толь-кожи

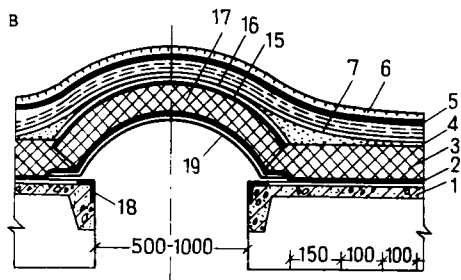
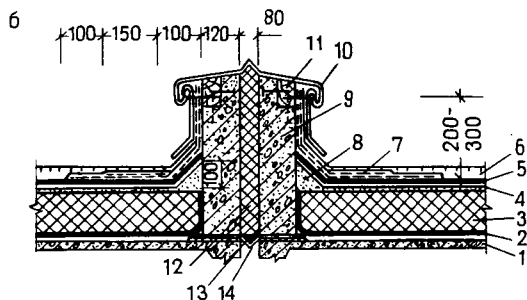
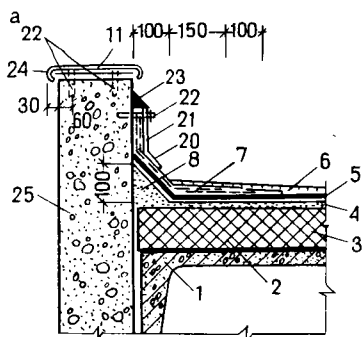


Рис. 33.3. Детали устройства покрытия с мастичной кровлей

а — примыкание мастичной кровли к парапету; б, в — температурные швы; 1 — плита покрытия; 2 — пароизоляция; 3 — утеплитель; 4 — основание под кровлю; 5 — основной мастичный гидроизоляционный ковер; 6 — защитный слой или покраска АЛ-177; 7 — армирующие прокладки из стекло-материала дополнительного водоизоляционного ковра; 8 — наклонный бортик; 9 — бортовые кирпичные стенки; 10 — обделка деформационного шва оцинкованной кровельной сталью; 11 — антисептированный деревянный брус; 12 — утеплитель из волокнистого материала; 13 — окраска битумом; 14 — компенсатор из оцинкованной кровельной стали; 15 — рубероид, укладываемый насухо; 16 — выкружка из оцинкованной кровельной стали; 17 — эластичный утеплитель (минераловатные плиты); 18 — уголок 50×50 мм по всей длине; 19 — вставка-выкружка из оцинкованной кровельной стали; 20 — фартук из оцинкованной кровельной стали; 21 — полоса 3×40 мм по всей длине; 22 — дюбели через 600 мм; 23 — мастика УМ-40; 24 — кровельная сталь; 25 — стена

вер усиливают по ширине 0,5—0,6 м дополнительным армированным мастичным слоем, а в ендовах по ширине 1,5—2 м двумя слоями. В местах примыканий кровель к выступающим конструктивным элементам основной мастичный водоизоляционный ковер доводят до верха переходных бетонных бортиков (рис. 33.3, а). Эти места усиливают двумя дополнительными мастичными слоями, армированными двумя прокладками из стеклохолста или стеклосетки. Верхний край дополнительного мастичного ковра, поднятый на высоту 200—300 мм, закрепляют от сползания, защищают от затекания воды и воздействия солнечной радиации.

В местах устройства деформационных швов с бортовыми стенками мастичные кровли сверху защищают компенсаторами из оцинкованной кровельной стали (рис. 33.3, б), а при устройстве деформационного шва по стальным вставкам — выкружкам водоизоляционный ковер усиливают двумя армированными слоями мастик (рис. 33.3, в).

Мастичные бесшовные кровли получают распространение и за рубежом. Так, например, в США для

ТАБЛИЦА 33.1. СОСТАВ МАСТИЧНОЙ КРОВЛИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УКЛОНА ПОКРЫТИЯ

Уклон покрытия, %	Число слоев битум-ной или прокладок док из но-рези-мастики	Число армирующих или прокладок док из стек-ло-новой ткани	Защитный слой
До 10	3	2	Гравий
10—15	2	2	»
Более 15	3	2	Краска АЛ-177

устройства таких кровель применяют эластомеры. В отличие от рулонных кровель, укладываемых на битумных или дегтевых мастиках, кровли из эластомеров имеют надежное сцепление с любым основанием, хорошо сопротивляются резким температурным колебаниям, не образуя при этом трещин, имеют низкие эксплуатационные расходы, но высокую первоначальную стоимость.

Кровлю из эластомеров устраивают следующим образом: на основание наносят тонкий слой неопрена, по которому распыляют слой стекловолокна толщиной 2 мм. Затем слой стекловолокна покрывают дополнительно че-

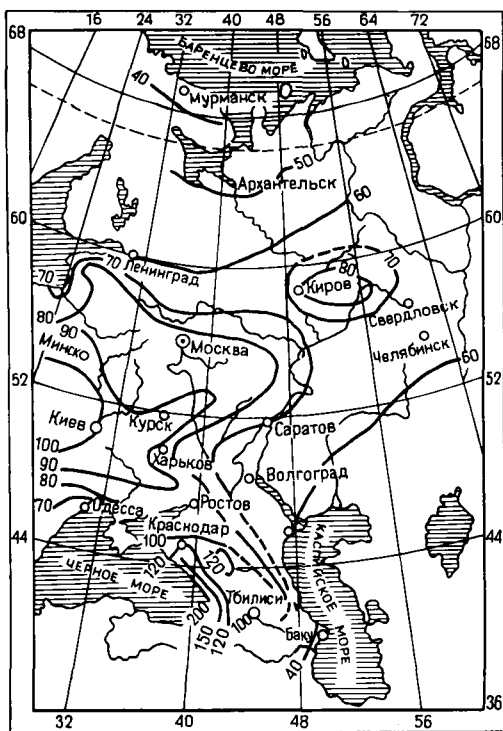
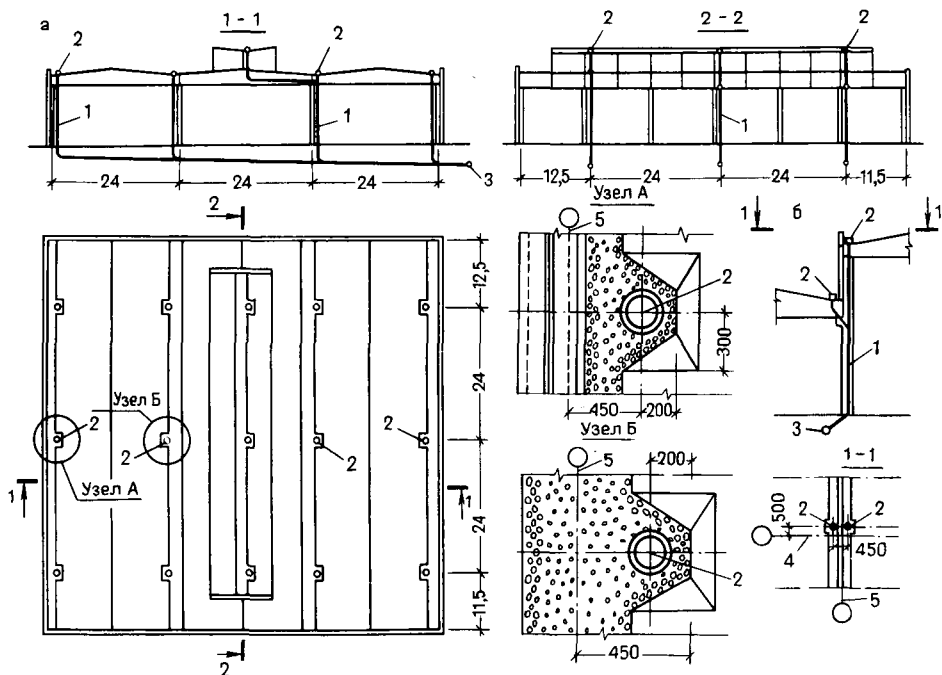


Рис. 33.4. Значения величины q_{20} для европейской территории СССР

Рис. 33.5. Примеры решения внутренних водостоков с покрытий промышленных зданий без перепада высот (а), с перепадом высот (б)

1 — трубы; 2 — воронки; 3 — коллектор; 4 — поперечная разбивочная ось; 5 — продольная разбивочная ось



тырьмя слоями неопрена толщиной до 3 мм каждый. Наружную поверхность неопрена защищают двумя слоями сульфохлорированного полиэтилена толщиной до 3 мм каждый. Общая толщина кровли 20 мм. Защитный слой сульфохлорированного полиэтилена в случае износа может быть обновлен.

Отвод воды с покрытий промышленных зданий может быть наружный и внутренний. Наружный неорганизованный водоотвод устраивают при отсутствии дождевой канализации на территории предприятия и ширине отапливаемых зданий не более 72 м, т. е. расстояние пути воды по кровле в одну сторону должно быть не более 36 м.

Многопролетные производственные здания со скатными или плоскими покрытиями проектируют, как правило, с внутренним водоотводом, при этом в целях унификации конструктивных элементов покрытий не следует устраивать наружный водоотвод с крайних скатов кровли. Внутренние водостоки не следует устраивать в покрытиях над неотапливаемыми помещениями, при кровлях из асбестоцементных волнистых листов, в покрыти-

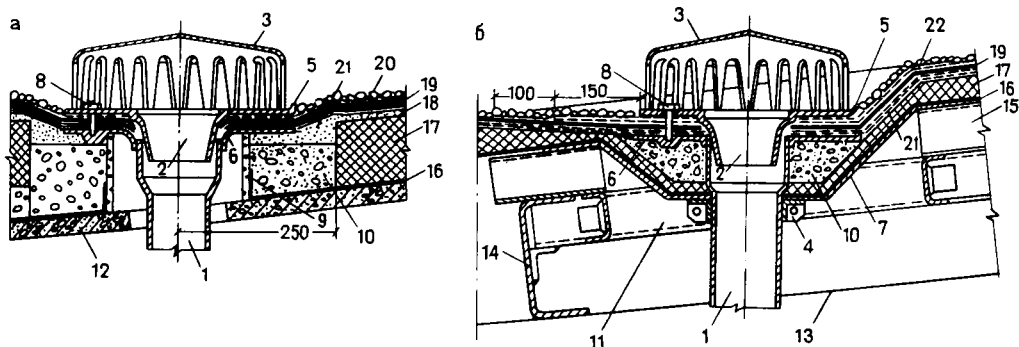


Рис. 33.6. Установка водосточных воронок (ВР-9Б) на покрытии промышленных зданий

а — по сборным железобетонным плитам; б — по стальному профилированному настилу: 1— водосточная труба; 2— воронка; 3— колпак; 4— хомут; 5— прижимное кольцо воронки; 6— воротник; 7— стальной поддон; 8— глухая гайка; 9— обрезок асбестоцементной трубы; 10 — набетонка; 11— стальная рама; 12— железобетонная плита покрытия; 13— верх несущей конструкции покрытия; 14— стальной прогон; 15— стальной настил; 16— паронизация; 17— термоизоляция; 18— стяжка; 19— основной гидроизоляционный ковер; 20— гравий, втопленный в мастику; 21— два слоя рубероида по ширине ендовы 1,5—2 м; 22— два слоя стеклоткани, пропитанной мастикой (шириной 350 мм вокруг воронки)

ТАБЛИЦА 33.2. МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ПЛОЩАДИ ВОДОСБОРА НА ОДНУ ВОДОСТОЧНУЮ ВОРОНКУ, м²

Кровли	Величина q_{20} , л/с, на 1 га			
	более 120	120—100	менее 100	100
Скатные	.600	800	1200	
Плоские	.900	1200	1800	
Плоские, заполня- емые водой	.750	1000	1500	

ях по деревянным несущим конструкциям, а также в случае отсутствия на площадке строительства ливневой канализации.

Покрытия многопролетных неотапливаемых зданий с внутренним отводом воды допускается проектировать при наличии производственных тепловыделений, обеспечивающих положительную температуру внутри зданий, или при устройстве специального обогрева водосточных воронок и труб.

Нельзя устраивать сток воды с утепленных покрытий над отапливаемыми помещениями на холодную кровлю неотапливаемых зданий. Размещение водосточных воронок на кровле производят в зависимости от конструктивного решения здания, профиля кровли и допустимой площади водосбора на одну воронку.

На скатных кровлях водосточные воронки располагают в пониженных ее участках — ендовах. При плоских покрытиях в каждом ряду колонн устанавливают не менее одной воронки. Площадь водосбора, приходящуюся на одну водосточную воронку, определяют расчетом в зависимости от типа и уклона кровли, а также от конструкций водосточной системы.

Максимальная площадь водосбора на одну водосточную воронку не должна превышать величин, указанных в табл. 33.2.

При проектировании системы внутренних водостоков и определении площади кровли на одну воронку интенсивность дождя продолжительностью 20 мин (q_{20}) принимают в зависимости от района строительства согласно данным карты, приведенной на рис. 33.4. Расстояние между воронками для скатных кровель должно быть не более 48 м. При плоских покрытиях максимальная длина пути воды не должна превышать 150 м.

Пример решения внутренней водосточной системы для покрытия одноэтажного промышленного здания представлен на рис. 33.5. Размещение внутренних водостоков на плане покрытия и на разрезах промышленного здания показано на рис. 33.5, а, решение внутренних водостоков при перепаде высот двух смежных параллельных пролетов — на рис. 33.5, б. Здесь же показаны детали размещения воронок у крайней и средней ендовы.

Расположение воронок в плане должно иметь единую стандартную

привязку к продольным разбивочным осям, равную 450 мм, и к поперечным осям — 500 мм. Такая привязка обеспечивает единообразное расположение и устройство отверстий в унифицированных плитах покрытий для установки воронок.

К одному стояку обычно предусматривают присоединение минимального числа воронок. В случае присоединения двух воронок их располагают симметрично по отношению к стояку. Для увеличения пропускной способности воронок подвесные трубопроводы с несколькими водосточными воронками (в случае их наличия) располагают от поверхности кровли на расстоянии не менее 12 диаметров патрубка воронки.

Для промышленных зданий с плоским или скатным покрытием применя-

ют чаще всего водосточные воронки ВР-9Б. Воронки состоят из сливного патрубка, прижимного кольца и колпака. Сливной патрубок крепят к плите покрытия или другим конструктивным элементам при помощи хомута, а прижимное кольцо глухими гайками прижимает гидроизоляционный ковер к фланцу сливного патрубка.

Гидроизоляционный ковер в месте примыкания к воронке усиливают двумя дополнительными слоями гидроизоляционного материала (рис. 33.6) или листом оцинкованной кровельной стали, заклеенной сверху промасленным холстом. Зазор между нижней частью сливного патрубка и раструбом стояка заделывают просмоленной паклей и битумной мастикой.

Глава IX

Устройства для верхнего освещения и аэрации

Верхнее освещение осуществляется с помощью фонарей, светопрозрачных панелей и покрытий.

Аэрация производственных помещений производится через установленные на покрытии аэрационные фонари или путем использования для этих целей световых фонарей с открывающимися створками переплетов.

Несущие и ограждающие конструкции систем верхнего освещения и аэрации воспринимают сложный комплекс внешних силовых и несиловых воздействий, аналогичных рассмотренному ранее (см. гл. VI—VIII настоящего учебника) в отношении наружных стен и покрытий промышленных зданий.

Одним из основных требований, предъявляемых к конструкциям световых, светоаэрационных и аэрационных устройств, является правильный выбор материалов, из которых их будут выполнять, т. е. материалов, обеспечивающих хорошую сопротивляемость всем внешним воздействиям.

В наибольшей мере этому требованию удовлетворяют металл и железобетон.

§ 34. КЛАССИФИКАЦИЯ ФОНАРЕЙ И ИХ ОБЩИЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ СХЕМЫ

По назначению фонари в промышленных зданиях подразделяют на **световые, светоаэрационные и аэрационные**. Применение того или иного типа фонаря зависит от требований к среде производственных помещений промышленных зданий. Фонари, как правило, располагают вдоль пролетов здания.

Фонарь состоит из несущей конструкции — каркаса и ограждающих конструкций — покрытия, стен и заполнения световых или аэрационных проемов.

По форме фонари подразделяют на двусторонние, односторонние (шеды) и зенитные (рис. 34.1). Двусторонние и односторонние фонари могут иметь вертикальное и наклонное остекление. В связи с этим поперечный профиль фонаря может быть: прямоугольным (см. рис. 34.1, а, б), трапециевидальным (см. рис. 34.1, в, г), зубчатым (см. рис. 34.1, д) и пилообразным (см. рис. 34.1, е).

Если фонарь имеет треугольный, куполообразный, трапецеидальный или очерченный по сложной кривой профиль со светопрозрачными поверхностями, его называют зенитным (см. рис. 34.1, ж, и). Когда световые проемы расположены горизонтально и элементы их заполнения вмонтированы в ограждающую конструкцию покрытия, они носят название светопрозрачных панелей.

Зенитные фонари и светопрозрачные панели могут располагаться в отдельных точках покрытия, идти по нему в виде ленты или размещаться по всей площади покрытия. Габариты систем верхнего освещения и аэрационных фонарей определяют требованиями к степени естественной освещенности и аэрации помещений. Размеры конструктивных схем фонарей унифицированы и согласованы с основными габаритами здания. Так, ширину их назначают в зависимости от числа и величины пролетов здания. Обычно для 12- и 18-метровых пролетов принимают фонари шириной 6 м, а для пролетов 24, 30 и 36 м — 12 м. Высоту фонаря определяют на основании световых и аэрационных расчетов. В целях удобства эксплуатации (снегоочистка) и по противопожарным требованиям длина фонарей должна быть не более 84 м. Если требуется большая длина, то фонари устраивают с разрывами, величину которых принимают 6 м. По этим же соображениям фонарь не доводят до торцовых стен на 6 м.

Водоотвод с фонарей шириной 6 м делают наружным, а с фонарей шириной 12 м — наружным или внутренним, чтобы стекающая вода не попадала на остекление.

Фонари независимо от назначения имеют одинаковую конструктивную схему. В качестве примера рассмотрим конструктивное решение светоаэрационного фонаря шириной 6 м со стальным каркасом (рис. 34.2). Каркас фонаря состоит из поперечных рам и продольных элементов. К последним относят: бортовые плиты, прогоны для крепления створок или переплетов, плиты покрытия и связи.

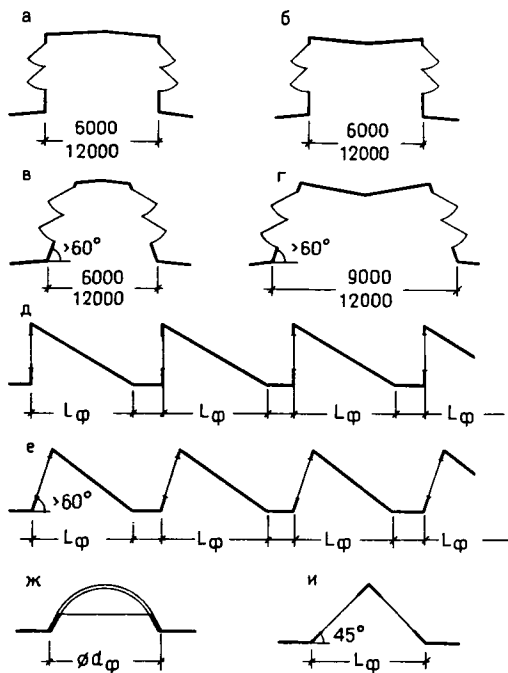


Рис. 34.1. Типы фонарей

двусторонние (с наружным и внутренним водостоком): а, б — прямоугольные; в, г — трапецеидальные двусторонние (шеды); д — зубчатые; е — пилообразные; зенитные: ж — точечные, куполообразные; и — треугольные — ленточные

П-образные стальные рамы фонаря устанавливают на несущие конструкции покрытия здания. Рама представляет собой стержневую систему, состоящую из вертикальных стоек, верхнего пояса и раскосов, все элементы которой выполняют из прокатного металла и соединяют между собой при помощи фасонки на сварке и болтах.

Для взаимоувязки размеров конструктивных элементов покрытия и фонаря привязку крайних стоек поперечных рам к разбивочным осям принимают равной 150 мм при 6-метровом шаге рам и 250 мм при 12-метровом шаге.

Опорные плиты стоек поперечных рам фонаря закрепляют анкерными монтажными болтами с последующей приваркой их к закладным стальным деталям в верхнем поясе несущей конструкции покрытия.

Бортовые плиты фонаря устанавливают на опорные столики, которые располагают в нижней части крайних стоек поперечных рам фонаря. При пролете бортовых плит 6 м и высоте

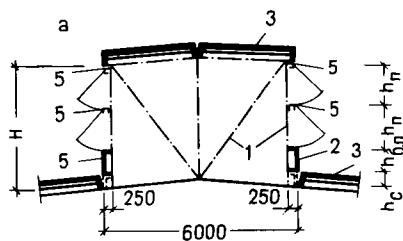
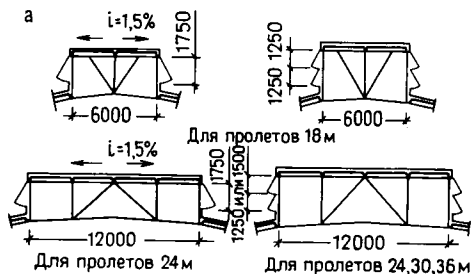
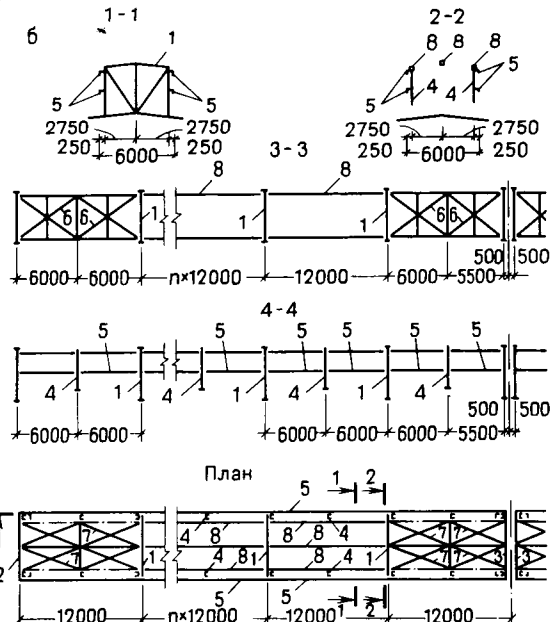


Рис. 34.2. Конструктивная схема фонаря

а — общая схема фонаря; б — схема несущих конструкций: 1 — поперечная рама фонаря; 2 — бортовая плита; 3 — плита покрытия; 4 — промежуточная стойка; 5 — прогоны для крепления створок переплетов; 6 — вертикальные крестовые связи; 7 — горизонтальные крестовые связи; 8 — распорка



34.3. Конструктивные схемы светоаэрационных фонарей с каркасом повышенной жесткости

а — типы поперечных рам; б, в — типы продольных рам: 1 — верхний пояс несущей конструкции покрытия; 2 — поперечная рама фонаря; 3 — верхний элемент продольной рамы фонаря, швеллер № 12 при шаге поперечных рам фонаря 6 м и швеллер № 18 при шаге поперечных рам фонаря 12 м; 4 — промежуточная стойка продольной рамы фонаря из швеллера № 12; 5 — нижний элемент продольной рамы фонаря из швеллера № 12; 6 — верхний элемент цокольной части фонаря из швеллера № 12; 7 — средний элемент продольной рамы фонаря; 8 — стальные листы толщиной 3 мм; 9 — раскос из уголка 50×4 мм

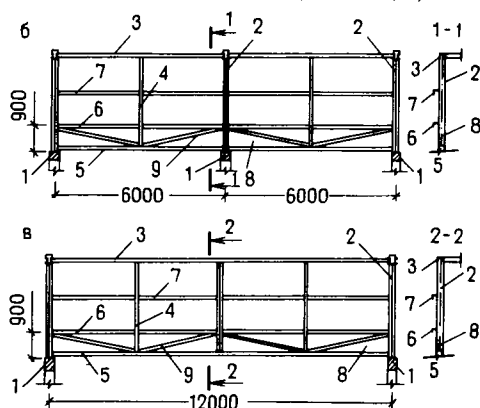


Рис. 34.4. Поперечные разрезы продольных стен светоаэрационных прямоугольных фонарей

а — с неутепленными ограждающими конструкциями из железобетонных ребристых плит; б — с ограждающими конструкциями из легкбетонных плит; в — с утепленными ограждающими конструкциями по ребристым железобетонным плитам: 1 — железобетонная поперечная рама фонаря; 2 — стальная поперечная рама фонаря; 3 — железобетонная ребристая плита покрытия фонаря; 4 — железобетонная ребристая плита покрытия здания; 5 — легкбетонная плита покрытия фонаря; 6 — легкбетонная плита покрытия здания; 7 — ребристая железобетонная бортовая плита; 8 — легкбетонная бортовая плита; 9 — стальной лист толщиной 3 мм; 10 — теплоизоляция; 11 — карнизная доска; 12 — асбестоцементная утепленная карнизная панель

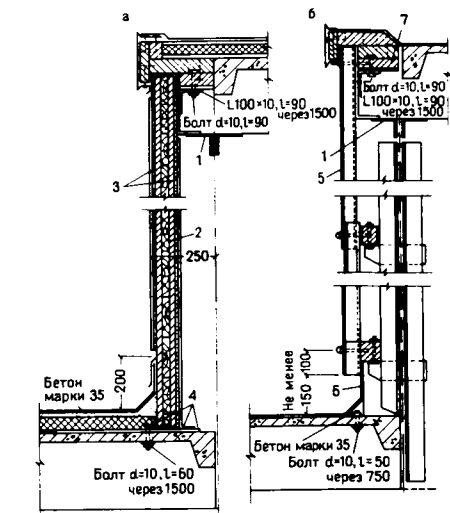


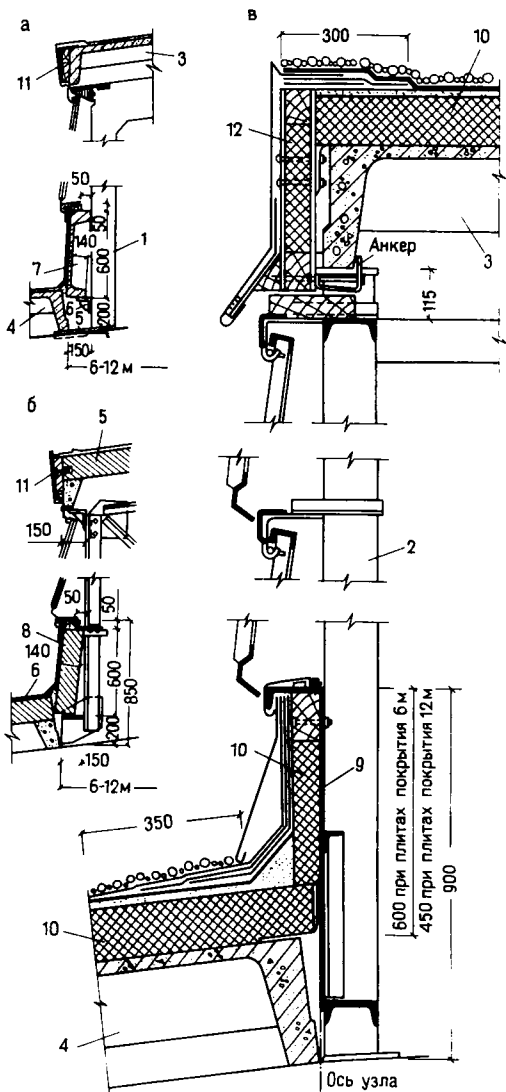
Рис. 34.5. Конструктивное решение торцевых стенок фонаря
 а — световой со стенкой из деревянных щитов, обшитых асбестоцементными листами; б — аэрационного со стенкой из асбестоцементных волнистых листов: 1 — верхний пояс рамы фонаря; 2 — деревянный щит из трех слоев досок; 3 — обшивка из асбестоцементных листов; 4 — нижний элемент крепления торцевой стенки из уголкового и полосового стали; 5 — асбестоцементные волнистые листы; 6 — стальной лист; 7 — вкладыш из доски 50×800 мм

600 мм плиты могут быть однослойными из легкого или ячеистого бетона или ребристыми из тяжелого бетона с утеплением, а при пролете 12 м и высоте 800 мм — только ребристыми из тяжелого бетона. Бортовые плиты крепят при помощи сварки закладных стальных деталей, заложенных в углы плит к стальным элементам, закрепленным на стойках рамы.

Возможно решение и без бортовых плит, тогда их функцию выполняют стальные листы высотой 900 мм, располагаемые в цокольной части фонаря. Стальные листы крепят с помощью сварки к продольным элементам и стойкам фонарных рам. Для повышения жесткости стальных листов ставят раскосы. Продольная рама, состоящая из цокольной части (нижний и верхний элементы, стальной лист с раскосом), верхнего и среднего элементов с промежуточной стойкой (рис. 34.3, б) или стойками (рис. 34.3, в) в сочетании с поперечными рамами (рис. 34.3, а), повышают пространственную жесткость и устойчивость каркаса фонаря.

Прогоны для крепления створок или переплетов фонаря выполняют из прокатных или гнутых угловых профилей. Их расположение по высоте зависит от числа и размеров створок или переплетов фонаря. Длина прогонов соответствует шагу рам. Прогоны прикрепляют на болтах к элементам рамы фонаря.

При шаге поперечных рам 12 м для крепления фонарных переплетов с длиной 6 м в середине между рамами располагают промежуточные стойки. Их опирают внизу на бортовые плиты, а сверху крепят к продольным ребрам крупнопанельных плит покрытия. По верхнему поясу рам фонарей укладывают железобетонные плиты покрытий размером 1,5×6, 3×6, или 3×12 м, которые являются несущим элементом



ограждающей его части и обеспечива-
ют вместе с тем пространственную
жесткость каркаса фонаря. В целях
сокращения числа сборных элементов
предпочтительно применение плит ши-
риной 3 м. В этом случае также сокра-
щается расход металла на ригель
стальной рамы фонаря.

Устойчивость каркаса фонаря,
кроме того, обеспечивают устройством
связей (см. рис. 34.2). Горизонтальные
и вертикальные крестообразные связи
устанавливают в крайних панелях
у деформационных швов, а в плоско-
сти ригелей поперечных рам — рас-
порки.

Ограждающие конструкции фона-
рей — продольные и торцовые стены,
покрытия и заполнение световых или
аэрационных проемов.

На рис. 34.4 показано конструктив-
ное решение продольных стен свето-
аэрационных фонарей прямоугольно-
го профиля со сборными железобетон-
ными и стальными рамами. Карнизную
часть продольной стены утепляют с по-
мощью карнизной доски (см. рис. 34.4,
а) или утепленной асбестоцементной
карнизной панели (см. рис. 34.4, в).
Карнизную панель крепят путем ус-
тановки ее нижней части и закрепле-
ния верхней болтами к обрезкам угол-
ков. Уголки крепят к железобетонной
плите покрытия фонаря дюбелями.

На рис. 34.5 показана конструкция
торцовых стенок фонарей. При утеп-
ленных покрытиях торцовую стенку
можно выполнять из сборных деревян-
ных щитов (три слоя досок толщиной
по 19 мм). С обеих сторон щиты оби-
вают асбестовым картоном, а с наруж-
ной стороны дополнительно листовой
кровельной сталью. Щиты в нижней
части закрепляют стальным элемен-
том, а в верхней части прижимают
карнизной доской (см. рис. 34.5, а).
Для торцовых стен фонарей можно
применять и панели из асбестоцемент-
ных листов, утепленных минеральным
войлоком.

При холодных покрытиях торцовые
стены делают из волнистых асбесто-
цементных листов усиленного профиля
или из волнистой стали, как показано
на рис. 34.5, б. Ограждающую часть

фонарей выполняют аналогично кон-
струкции основного покрытия. На
рис. 34.4, б показано ее решение с
использованием армопенобетонных
плит, на рис. 34.4, в — с применением
ребристых железобетонных плит.

§ 35. СВЕТОВЫЕ ФОНАРИ, СВЕТОПРОЗРАЧ- НЫЕ ПАНЕЛИ И ПОКРЫТИЯ

Общие сведения. Световые фонари
и светопрозрачные покрытия должны
иметь: высокую светоактивность и
постоянство светового режима, низ-
кую инсоляционную способность,
простое конструктивное решение,
небольшие теплопотери и эксплуата-
ционные расходы.

Светоактивность фонарей и свето-
прозрачных панелей и покрытий в
основном зависит от их размеров, кон-
струкций и угла наклона остекления.
Геометрические размеры светопроемов
определяют на основе точных или при-
ближенных расчетов, методика кото-
рых приведена ранее [2, с. 180].

В результате проведенных исследо-
ваний установлены необходимые соот-
ношения между пролетом здания и ши-
риной фонаря, шириной и высотой фо-
наря, высотой от горизонтальной ра-
бочей поверхности до нижнего края
светового проема и расстоянием меж-
ду осями смежных фонарей, и, нако-
нец, между расстоянием остекленных
поверхностей смежных фонарей и вы-
сотой фонаря (рис. 35.1). Эти соотно-
шения приводятся в табл. 35.1. На
рис. 35.2 показан характер образова-
ния сугробов между фонарями при
различном поперечном их очертании.
Наклонное и вертикальное положение
остекленных поверхностей фонаря спо-
собствует образованию сугробов, при-
чем в последнем случае может быть
закрыто снегом до 60—70% остеклен-

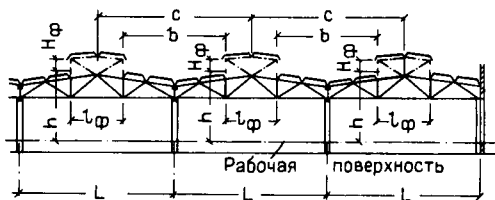


Рис. 35.1. Взаимосвязь размеров фонаря с размерами
здания (см. табл. 35.1)

ТАБЛИЦА 35.1. ВЗАИМОСВЯЗЬ ОСНОВНЫХ РАЗМЕРОВ СВЕТОВЫХ ФОНАРЕЙ И РАССТОЯНИЙ МЕЖДУ ФОНАРЯМИ ОТ ГАБАРИТОВ ЗДАНИЯ (СМ. РИС. 35.1)

Фонарь	Соотношение			
	Между шириной фонаря l_{ϕ} и прслетом здания L	Между осями смежных фонарей C и высотой h от горизонтальной рабочей поверхности до нижнего края светового проема	Между остеклением фонарей b и высотой фонаря H_{ϕ}	Между высотой фонаря H_{ϕ} и шириной l_{ϕ}
Прямоугольный (с двусторонним расположением остекления)	$l_{\phi} = (0,4-0,6) L$	C не более $4h$	b — не менее $1,5 \frac{H_{\phi}}{l_{\phi}}$, но не более $0,45 (H'_{\phi} + H''_{\phi})$, где H'_{ϕ} и H''_{ϕ} — высоты смежных фонарей	$\frac{H_{\phi}}{l_{\phi}} = 0,3$, но не более $0,45$
Трапециевидный (с двусторонним расположением остекления)	$l_{\phi}^{cp} = (0,4-0,6) L$, где l_{ϕ}^{cp} — средняя линия трапеции фонаря	C не более $2h$	b не менее $H'_{\phi} + H''_{\phi}$	—
Зенитный	—	C не более $2,5h$	b не менее $H'_{\phi} + H''_{\phi}$	—

ных поверхностей фонарей. Поэтому в районах с большими снегопадами наиболее экономично применять зенитные фонари куполообразного профиля и плоские светопрозрачные панели или покрытия, с которых ветер будет сдувать снег.

Системы верхнего освещения, имеющие большую светоактивность, способствуют прониканию в рабочую зону помещений прямых солнечных лучей. До последнего времени защита рабочей зоны производственных помещений от инсоляции достигалась путем применения фонарей с вертикальным остеклением и с ориентацией остекленных поверхностей односторонних фонарей на север (см. рис. 35.2, б). В последнее время защиту рабочей зоны от инсоляции осуществляют применением светопрозрачных материалов, не пропускающих прямых солнечных лучей, устройством светорассеивающих покрытий и солнцезащитных элементов.

На рис. 35.2, в показана схема прямоугольного зенитного фонаря, исключающего возможность попадания прямых солнечных лучей в помещение. Двойной ассиметричный купол выполнен из прозрачного бесцветного органического стекла. Купол очерчен двумя параболой, одна из которых сильно выпуклая, а другая пологая. Расположение парабол наружного и внутреннего куполов диаметрально противоположно. Выпуклые участки куполов покрывают свето-

рассеивающим составом. При расположении купола по меридиану прямые солнечные лучи не могут проникать через выпуклые участки, а от полого лучи будут отражаться из-за малого угла падения. Рассеянный свет северной части небосвода будет свободно проникать в помещение. Такая конструкция купола получила название Селлекталюкс. Она применяется при строительстве промышленных объектов в ФРГ.

Другой тип зенитных фонарей с использованием солнцезащитных элементов, получивший название Рефлекталюкса (также разработан в ФРГ), характерен тем, что на световой купол из органического стекла на летний период надевают дополнительный полукупол из специального молочного стекла (см. рис. 35.2, г). Полукупол ориентируют на южную сторону небосвода в целях отражения и рассеивания прямых солнечных лучей. В зимний период верхнюю полусферу снимают.

На световую активность фонарей, светопрозрачных панелей и покрытий в значительной мере влияет степень загрязнения стекол газами, дымом, а также оседающей пылью. Поэтому следует предусматривать регулярную очистку остекления (см. § 37).

При выборе системы верхнего освещения следует учитывать световой климат местности. Окончательный выбор системы верхнего освещения осуществляют с учетом всех перечислен-

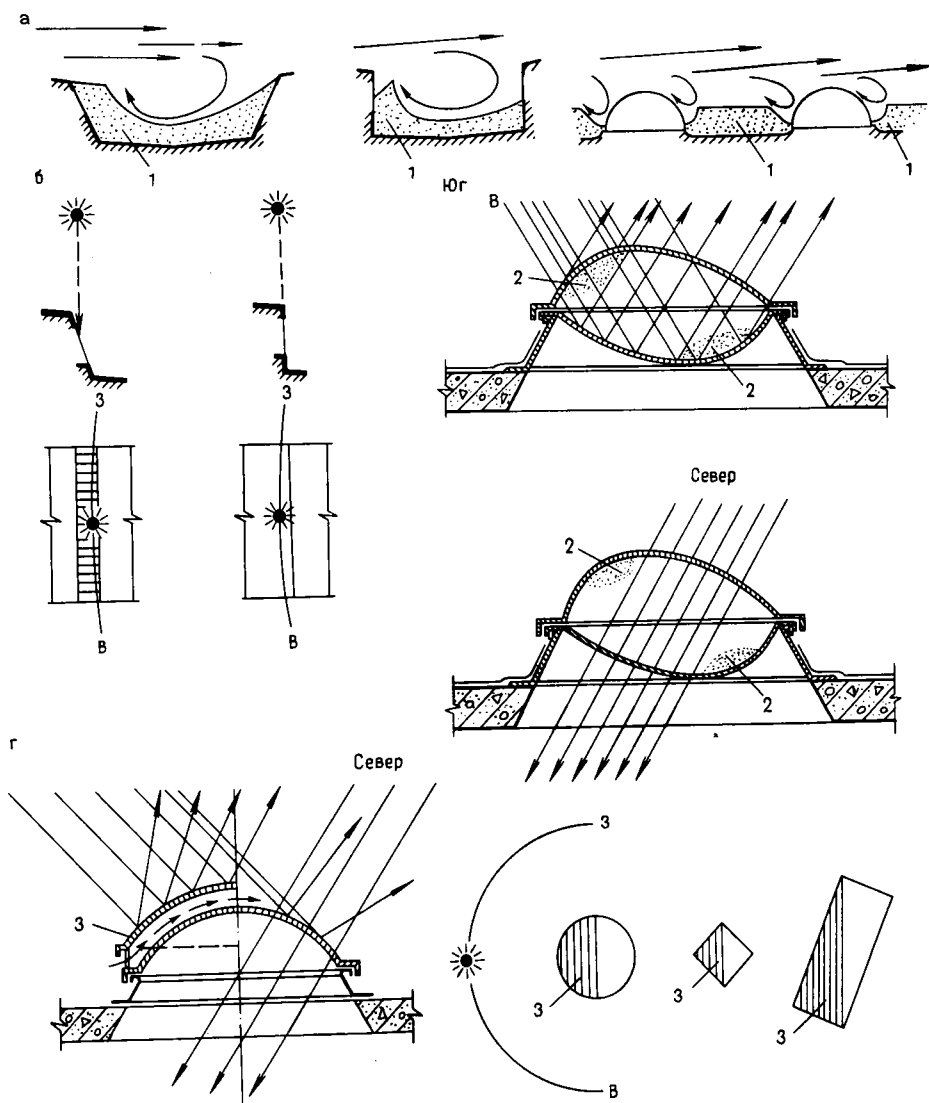


Рис. 35.2. Световые фонари

а — образование снежных заносов у фонарей различного профиля; *б* — проникновение прямых солнечных лучей через фонарь в здание; *в*, *г* — защитные мероприятия от инсоляции: 1 — снежные заносы; 2 — специальное светорассеивающее покрытие; 3 — светорассеивающие элементы

ных факторов и технико-экономического анализа первоначальных и эксплуатационных затрат.

Современные системы верхнего освещения, выполняемые в виде зенитных фонарей, светопрозрачных панелей и покрытий, более экономичны по сравнению с традиционными типами световых фонарей и находят все большее применение в практике промышленного строительства.

Зенитные фонари. По сравнению с фонарями прямоугольного профиля зенитные фонари имеют более высокую светоактивность, меньшую массу, большую свободу размещения на покрытии здания, просты по устройству и, наконец, более экономичны по первоначальным и эксплуатационным затратам.

Распространение получили зенитные фонари куполообразной формы, состоящие из одного или двух колпаков, выполненных из стеклопластика или обычного стекла и бортового элемента, при помощи которого фонарь крепят к элементам покрытия.

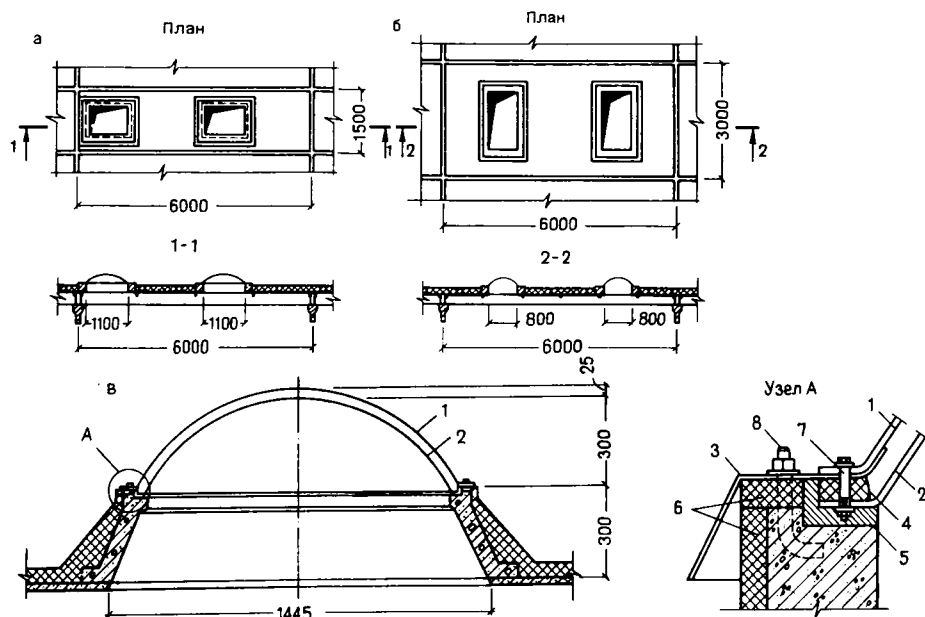


Рис. 35.3. Расположение зенитных фонарей

а — на плите покрытия размером 1,5х6 м; б — на плите покрытия размером 3х6 м; в — поперечный разрез фонаря: 1 — наружный купол, 2 — внутренний купол, 3 — защитный стеклопластиковый фартук, 4 — прокладка из пенополистирола; 5 — уплотнительная прокладка из пенополистирола или пористой резины; 6 — теплоизоляционные плиты из пенополистирола; 7 — крепежный болт; 8 — анкерный болт

Бортовые элементы фонаря, образующие раму, устанавливают на железобетонную плиту покрытия (рис. 35.3, а, б). Зенитные фонари устраивают преимущественно на плоских покрытиях, но они могут быть также размещены на покрытиях скатных и криволинейных. Форма колпака в плане может быть круглой, квадратной или прямоугольной, с вертикальными или наклонными, холодными или утепленными стенками бортового элемента. Для повышения светоактивности фонарей внутреннюю поверхность их бортовых элементов делают гладкой и окрашивают в светлые тона.

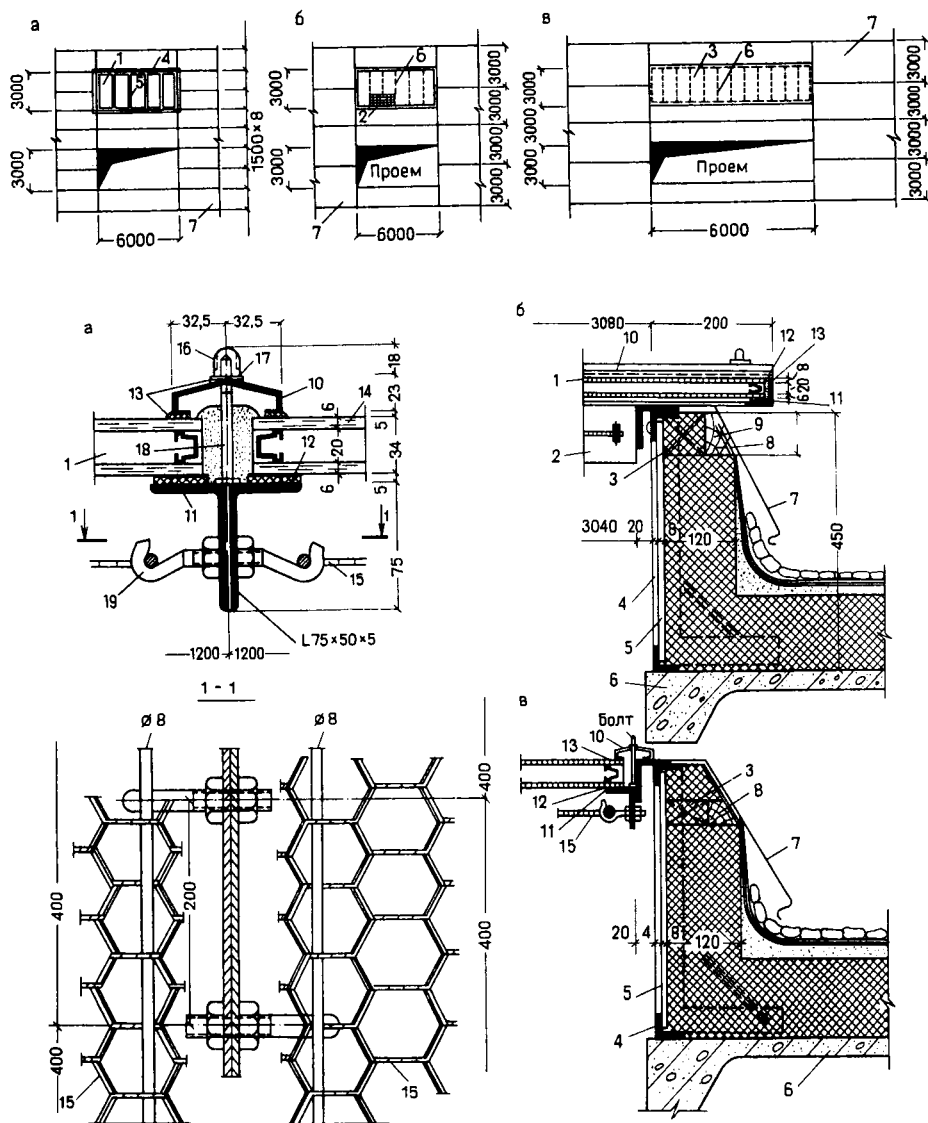
Световые колпаки в зависимости от климатического пояса строительства выполняют однослойными или двухслойными с воздушной прослойкой толщиной 25 мм (рис. 35.3, в).

Наиболее рациональными и распространенными являются прямоугольные (с отношением их длины к ширине не более 2) или квадратные колпаки размером 1200х1200 мм со стрелой подъема 300—400 мм. Мате-

риалом опорной рамы могут быть железобетон, керамзитобетон, металлические, стеклопластиковые или асбестоцементные листы со слоем эффективного утеплителя или без него. Крепление рамы к плитам покрытия осуществляют сваркой закладных стальных деталей или на эпоксидно-цементном клее.

Для создания воздушной прослойки между внутренним и наружным колпаками в опорной части по всему периметру укладывают прокладку из поропласта. В местах примыкания светового колпака к раме основания делают вторую уплотнительную прокладку (из поропласта, пенополиуретана или пористой морозостойкой резины) в виде полосы толщиной 10 и шириной 40 мм, которую приклеивают к опорной железобетонной раме клеем № 88 (см. рис. 35.3, узел А). Для предотвращения попадания дождевых и талых вод в стык между колпаком и рамой устраивают защитный фартук из стеклопластика. Фартук крепят к опорной части колпака и к раме болтами.

При утепленном покрытии, когда опорная рама выполнена из тяжелого железобетона, ее боковые и верхнюю поверхности также утепляют. Для этой цели могут быть использованы плиты



из поропласта, закрепляемые на поверхности рамы холодной битумной мастикой. Поверхность поропласта покрывают гидроизоляционным слоем, выполняемым в виде эпоксидно-битумной композиции, упрочненной стеклотканью, которую наклеивают на поропластовую плиту поливинилацетатной эмульсией.

В целях защиты помещений от попадания прямых солнечных лучей применяют зенитные фонари с колпаками из матового органического стекла. К недостаткам органического стекла следует отнести его хрупкость при ударах. Поэтому в дальнейшем на-

чено перейти на применение ориентированного органического стекла, которое имеет более высокую вязкость, что позволит также снизить толщину колпаков и увеличить их размеры.

Для освещения больших площадей при значительной высоте цеха зенитные фонари располагают сосредоточенно. Так, например, на одной плите размером $1,5 \times 6$ м можно разместить четыре фонаря с размером основания $0,9 \times 1,3$ м.

Светопрозрачные панели. В зависимости от требований, предъявляемых к освещению, светопрозрачные панели можно располагать точно, в

Рис. 35.4. Расположение светопрозрачных панелей в покрытиях зданий

а — из стеклопакетов при плитах $1,5 \times 6$ м, б — из стеклопакетов при плитах 3×6 м; в — из пластикопакетов при плитах 3×12 м: 1 — стеклопакет; 2 — стеклоблоки; 3 — пластикопакет; 4 — бортовой элемент; 5 — каркас стеклопакета; 6 — железобетонная рама; 7 — плита покрытия

Рис. 35.5. Конструктивное решение покрытия со светопрозрачными панелями

а — стык стеклопакетов; б — опирание панели на продольный борт; в — опирание панели на торцевой борт: 1 — стеклопакет; 2 — стальная рама панели; 3 — деревянная пробка; 4 — стальной каркас бортового обрамления; 5 — асбестоцементная плита; 6 — плита покрытия; 7 — фартук из оцинкованной стали; 8 — деревянная рейка; 9 — гвозди; 10 — алюминиевая накладка; 11 — резиновая уплотнительная накладка; 12 — мастика УМС-50; 13 — мастика БЛК; 14 — витринное неполированное стекло; 15 — защитная стальная сетка; 16 — гайка; 17 — шайба; 18 — болт оцинкованный; 19 — крюк

35,4	35,6
35,5	35,7
	35,8

Рис. 35.6. Конструкции панелей

а — из стеклоблоков; б — из стеклопластика; 1 — железобетонная обойма; 2 — стеклоблоки; 3 — подкладка; 4 — плита покрытия; 5 — несущая конструкция покрытия; 6 — паронизация; 7 — термоизоляция; 8 — стяжка; 9 — гидроизоляционный ковер; 10 — монтажный раствор; 11 — гидроизоляционная мастика; 12 — компенсатор; 13 — листы из стеклопластика; 14 — поперечные ребра жесткости; 15, 16 — окаймляющие швеллеры; 17 — диафрагма жесткости

Рис. 35.7. Конструкция светопрозрачной панели с железобетонной несущей рамой и световой плитой из стеклопластика

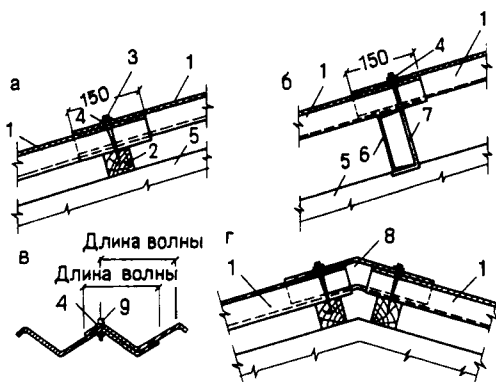
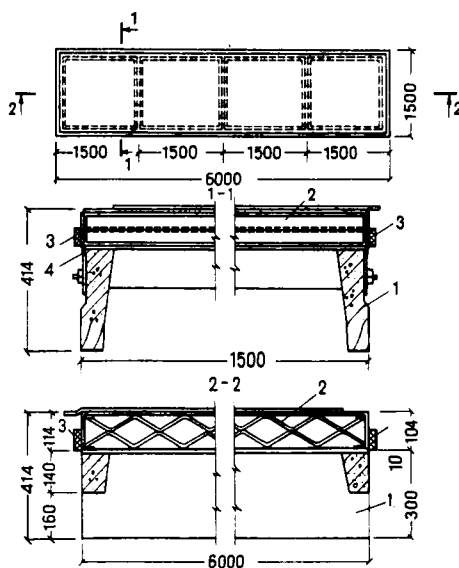
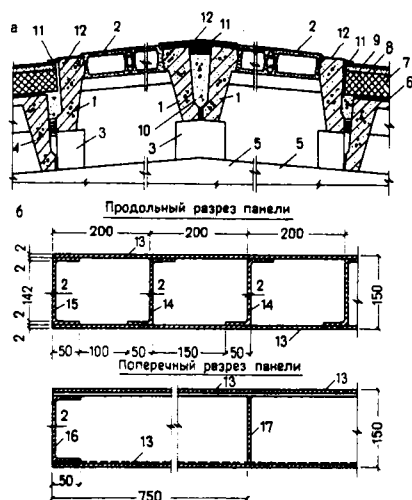
1 — железобетонная рама; 2 — сотовая плита из стеклопластика; 3 — губчатая резина; 4 — накладка из стеклопластика

Рис. 35.8. Конструктивное решение светопрозрачного покрытия из волнистого стеклопластика

а — крепление к деревянной обрешетке; б — крепление к стальному прогону; в — рядовое соединение листов; г — соединение в коньке: 1 — листы стеклопластика; 2 — брусок обрешетки; 3 — шурупы; 4 — шайба с подкладкой; 5 — верхний пояс несущей конструкции покрытия; 6 — стальной прогон; 7 — болт-скоба; 8 — накладка из стеклопластика; 9 — болт

рядовом, в шахматном порядке или в виде ленты. Размеры светопрозрачных панелей назначают такими же, как и размеры плит покрытия, благодаря чему эта конструкция — унифицированная и ее можно применять как для плоских, так и для скатных покрытий (рис. 35.4).

Светопрозрачные панели могут быть выполнены из стеклопакетов, стеклоблоков и пластикопакетов. Панели из стеклопакетов укладывают с уклоном $1,5\%$ на бортовые элементы, которые обрамляют светопроем, оставленный между железобетонными плитами покрытия. Панель состоит из не-



сушей стальной рамы, стеклопакетов и стальной защитной сетки.

Стеклопакет выполняют из двух слоев витринного неполированного стекла при толщине верхнего листа 8 и нижнего 6 мм. Стекла крепят клеем № 88 к алюминиевому трапециевидному профилю высотой 20 мм. Воздушную полость между стеклами заполняют путем продувки сухим воздухом, после чего края стеклопакетов заделывают герметиком УТ-32. Стеклопакеты укладывают на слои мастики УМС-50 по резиновой уплотнительной прокладке на стальной каркас опорной рамы (рис. 35.5). Стыки стеклопакетов сверху заполняют мастикой УМС-50 и закрывают алюминиевыми накладками, которые крепят оцинкованными болтами к стальной раме панели. Стальную раму выполняют из прокатных уголков на сварке, к верхним полкам которых крепят болты прижимных устройств, а к стенке — крюки для навески защитной сетки.

Для опирания светопрозрачной панели по периметру проема устраивают бортовой элемент высотой 400—450 мм, состоящий из стального каркаса, асбестоцементных плит и плитного утеплителя (см. рис. 35.5, б, в). Стойки каркаса размещают через 1,5 м и крепят к железобетонным плитам покрытия дюбелями.

Панель из стеклоблоков (рис. 35.6, а) состоит из несущей железобетонной рамы, в которую укладывают стеклоблоки или стеклянные плитки. Применяют как одно-, так и двухпустотные стеклоблоки. Рифленая поверхность стеклоблоков создает в помещении рассеянный свет. Блоки соединяют между собой на цементном растворе марки 100. Швы между блоками армируют стальной проволокой диаметром 4—6 мм. Для быстрого стока воды уклон покрытий с применением панелей из стеклоблоков делают не менее 7°. Панели из стеклоблоков укладывают в конструкцию покрытия либо заподлицо с основными панелями, либо их наружную поверхность возвышают над кровлей на 50—80 мм. Заделку стыков между панелями со стеклоблоками и плитами покрытия осуще-

ствляют герметиком УТ-32, мастикой УМС-50 с установкой компенсаторов. Нижнюю часть стыка заполняют монтажным бетоном.

Панели из пластикапакетов могут быть выполнены либо целиком из пластической массы, либо несущую часть панели изготавливают из железобетона, а заполнение — из светопрозрачного стеклопластика. Панели опирают либо на соседние несветопрозрачные железобетонные плиты, либо на основные несущие конструкции (например, ваны). Панель из светопрозрачного стеклопластика (рис. 35.6, б) состоит из верхнего и нижнего листов, соединенных Г-образными поперечными элементами. Каждую пару этих элементов в продольном направлении связывают в средней части диафрагмами. Всю панель по периметру обрамляют швеллерами из стеклопластика. Размеры панелей 1,5×6 и 3×6 м при толщине 150 мм. Все соединения клеевые. Масса 1 м² панели из светопрозрачного стеклопластика, по сравнению с массой панели со стеклоблоками, около 10 кг, т. е. примерно в 17 раз меньше, а светопрозрачность в 1,5 раза выше. Панели из стеклопластика имеют достаточно высокое термическое сопротивление, пропускают ультрафиолетовые лучи, создают рассеянное освещение.

На рис. 35.7 показано устройство светопрозрачного покрытия из панелей с железобетонной несущей рамой и сотовой плитой из стеклопластика. Плиты к раме крепят стеклопластиковыми накладками и болтами. В стыках между панелями прокладывают губчатую резину. Сверху швы перекрывают одним из верхних листов плиты.

Светопрозрачные покрытия. Светопрозрачными называют покрытия, если вся ограждающая их часть изготовлена из светопрозрачных материалов: стеклоблоков или пластических масс. Заделка стыков между панелями осуществляется таким же образом, как и при стыковании их с железобетонными плитами покрытия.

Для холодных покрытий можно использовать светопрозрачные волнистые листы из полиэфирного стекло-

пластика или плексигласа. Покрытие, выполняемое из таких листов, обеспечивает освещенность верхним светом и отличается прочностью и долговечностью. Листы укладывают и крепят так же, как волнистые асбестоцементные. Пример конструкции такого покрытия показан на рис. 35.8.

§ 36. СВЕТОАЭРАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И АЭРАЦИОННЫЕ ФОНАРИ

Применяют два вида светоаэрационных устройств: **фонари** и **панели**. Они одновременно выполняют функции освещения и аэрации помещений.

Конструктивное решение светоаэрационных фонарей и светоаэрационных панелей аналогично световым фонарям и светопрозрачным панелям. Распространенные типы светоаэрационных фонарей — фонари прямоугольного профиля системы В. В. Батурина и зенитные. Остекленные створки переплетов, располагаемые в вертикальных стенках фонаря, обеспечивают проникание через них светового потока, а при их открывании и соответствующей регулировке может быть осуществлена необходимая вытяжка воздуха (рис. 36.1, а). Размеры аэрационных проемов определяют расчетами, которые рассматривают в курсе «Вентиляция промышленных зданий». Как вытяжные системы светоаэрационные фонари должны быть защищены от непосредственного воздействия ветра, т. е. быть незадуваемыми, это достигается путем соответствующей расстановки фонарей и увязки их габаритов или устройством так называемых ветроотбойных щитов.

В многопролетных зданиях фонари, расположенные на одинаковой отметке, полностью взаимно защищают друг друга от задувания ветром, направленным под углом 0° , 90° или 180° к продольным осям фонарей.

Фонари считают незадуваемыми, если между высотой фонаря h_c (см. рис. 36.1, а) и шириной межфонарного пространства l (см. рис. 36.1, б) существует соотношение

$$l \leq 5(h_c + \Delta)$$

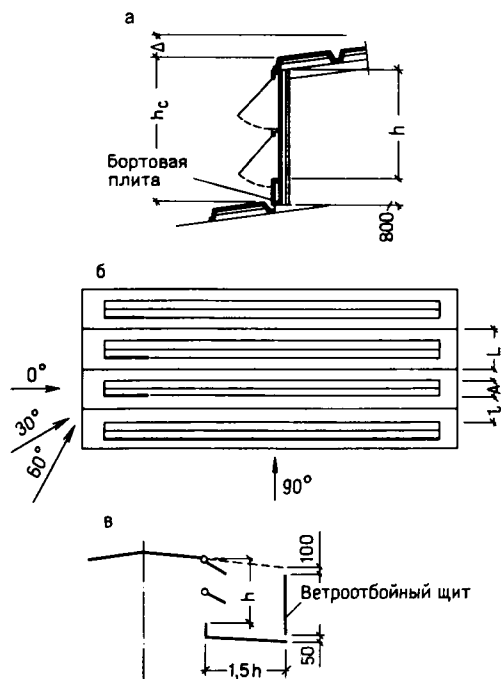


Рис. 36.1. Светоаэрационные фонари прямоугольного профиля

а — поперечный разрез фонаря; б — расположение фонарей на покрытии здания; в — установка ветроотбойного щита

Исключение составляют крайние участки фонарей (см. рис. 36.1, б показаны жирной линией), открытые наветренные проемы которых будут задуваться. Кроме того, если направление ветра с продольной осью фонарей составляет угол 30° — 60° , то проемы фонарей, прилегающих к торцам зданий, будут частично задуваться (см. на рис. 36.1, б — показаны жирной линией). Для предупреждения задувания устанавливают ветроотбойные щиты (рис. 36.1, в) или крайние проемы делают неоткрывающимися.

За последнее десятилетие в промышленном строительстве в основном применялись светоаэрационные фонари прямоугольного профиля. На рис. 36.2 приведены основные унифицированные схемы фонарей прямоугольного профиля. Сплошными линиями показаны габаритные схемы фонарей при шаге рам 6 м, а пунктирными — при шаге 12 м.

Переплеты таких фонарей устраивают двух типов: глухими и открывающимися со створками, расположенными в один, два или более яру-

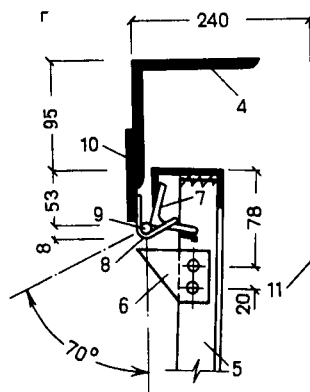
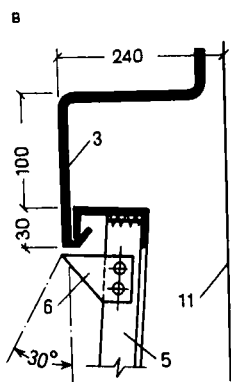
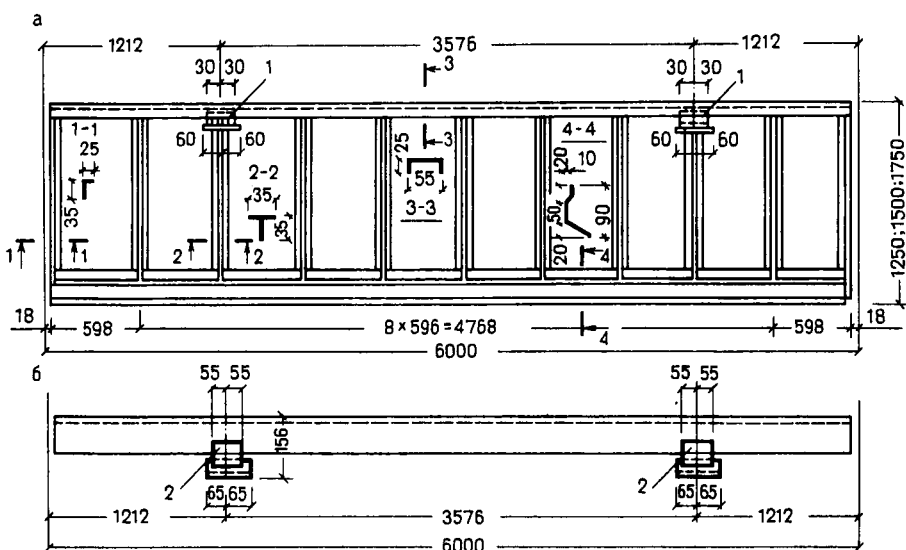
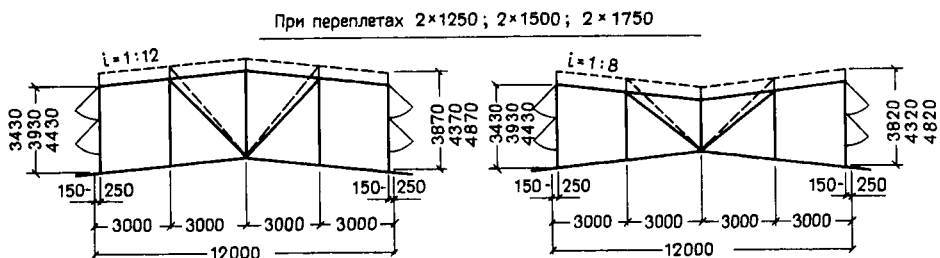
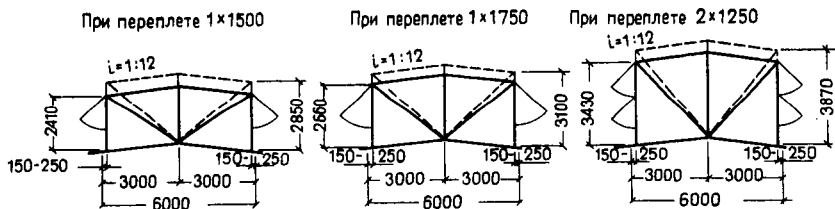


Рис. 36.2. Габаритные схемы светоаэрационных фонарей прямоугольного профиля при листах покрытия шириной 3 м (сплошными линиями обозначены схемы при шаге рам 6 м, пунктирными линиями — при шаге рам 12 м)

сов. В целях стандартизации конструкций переплетов их размеры унифицированы. Длина принята 6 м, а высота 1,25, 1,5 и 1,75 м. Переплеты высотой 1,75 м не удобны при транспортировании, имеют большую массу и высокую гибкость, поэтому их применяют редко.

Переплеты в основном изготавливают из стали и реже из алюминия и дерева. Остекление переплетов может быть одинарное и двойное. Тип остекления выбирают в зависимости от характера технологического процесса, происходящего в здании, и от расчетного перепада температур наружного и внутреннего воздуха.

Верхнеподвесные переплеты подвешивают в двух точках к продольным прогонам (рис. 36.3). Открываемые переплеты блокируют в ленты, длину которых назначают при наличии ручного привода в пределах 30 м и электрического 78 м. Створка стального переплета состоит из обвязки и вертикальных горбыльков. При открывании створки переплета до 30° (см. рис. 36.3, в) швеллер верхней обвязки переплета навешивают к прогону из гнутого профиля, а при открывании до 70° (см. рис. 36.3, г) прогоном служит прокатный уголок, к которому прикреплена при помощи сварки стальная накладка с крючком. В прорези крючка заложен фиксатор из обрезка уголка, к обушку которого закреплена ось. Перо уголка сваркой укреплено в верхней обвязке переплета.

Для предотвращения попадания дождя в помещение через отверстия, образующиеся по краям открытых лент фонарных переплетов, с внутренней стороны позади крайних открывающихся створок устанавливают ветровые (штормовые) панели (рис.

Рис. 36.3. Подвеска переплетов фонаря

а — конструкция переплета и деталей подвески; б — расположение деталей подвески на продольном прогоне; в, г — конструкции узлов подвески при открывании створки переплетов соответственно до 30° и до 70°: 1 — деталь подвески переплета; 2 — деталь подвески прогона остекления; 3 — прогон остекления из гнутого профиля; 4 — прогон остекления из прокатного уголка, 5 — переплет; 6 — упор; 7 — фиксатор; 8 — крючок; 9 — ось; 10 — планка; 11 — наружная грань стойки рамы

36.4, а). Вертикальные щели между створками переплетов закрывают нащельниками (см. рис. 36.4, б).

Створки переплетов заполняют листовым или армированным стеклом толщиной 4—6 мм на суриковой или битумной замазке. Стекла в переплетах укрепляют стальными шпильками, вставляемыми в отверстия, просверленные в ребрах горбыльков (см. рис. 36.4, в), или специальными зажимами (см. рис. 36.4, д). В случае необходимости стык стекол по горизонтали делают внахлестку (см. рис. 36.4, з). Сползанию стекол препятствуют стальные оцинкованные клеммеры В-образной формы. Крепление стекол можно осуществлять и угловыми клеммерами, коротышами, которые крепят к переплету при помощи болтов (см. рис. 36.4, б).

В. В. Батуриным были предложены незадуваемые при любых направлениях ветра **светоаэрационные фонари** (рис. 36.5). Такой фонарь состоит как бы из двух половинок прямоугольного фонаря, поставленных с разрывом, величина которого зависит от высоты фонаря. Внутренние стороны фонаря имеют открывающиеся створки, а внешние — глухое остекление. По концам фонаря устанавливают глухие торцовые стенки. Фонарь системы В. В. Батурина имеет преимущества и с точки зрения уменьшения возможности загрязнения его остекленных поверхностей, однако при метелях его заносит снегом.

Светоаэрационные зенитные фонари куполообразного очертания также совмещают функции освещения и аэрации. Отработанный воздух может быть удален через межкупольное пространство (рис. 36.6, а), путем открывания купола (рис. 36.6, б), поднятием купола (рис. 36.6, в) или через отверстия, устраиваемые в бортовом элементе (рис. 36.6, г).

При удалении из помещения воздуха с повышенной влажностью и избыточных тепловыделений можно устраивать зенитный фонарь из двух куполов, которые соединены между собой на опоре посредством распорных болтов. Внутренний купол имеет в

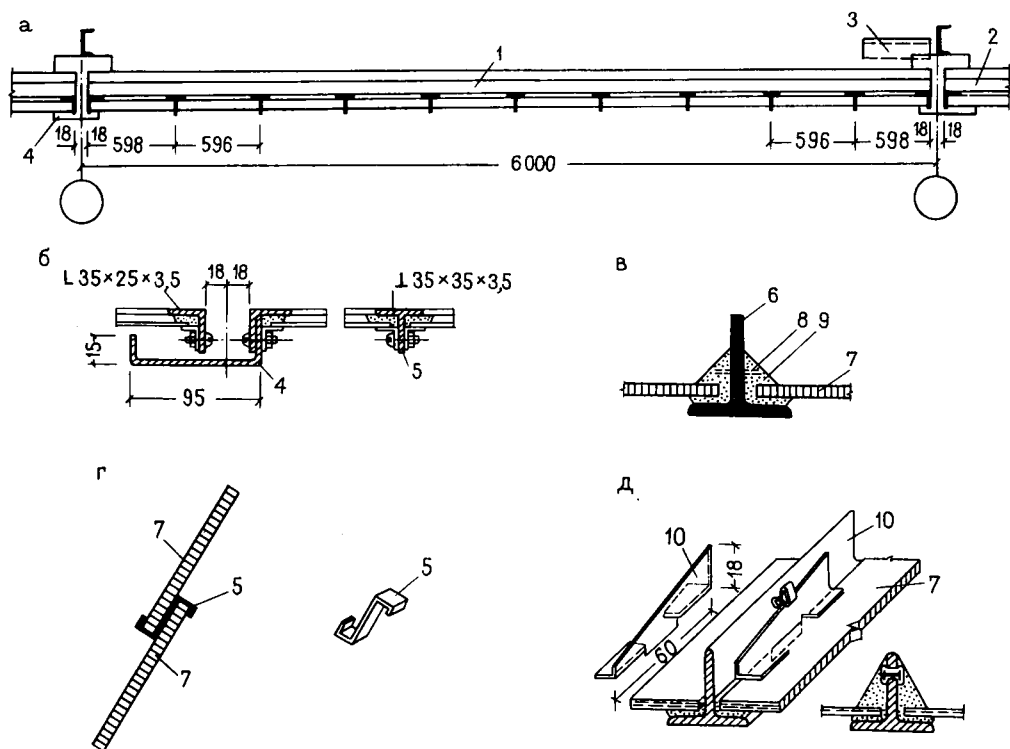


Рис. 36.4. Детали стального переплета фонаря
 а — установка ветровой панели; б — установка нащельника; в — крепление стекла шпилькой и замазкой; г — стык стекла по длине; д — укрепление стекла зажимами; 1 — открывающаяся створка; 2 — глухая створка; 3 — ветровая панель; 4 — нащельник; 5 — климмера; 6 — горбылек; 7 — стекло; 8 — шпилька; 9 — замазка; 10 — зажим

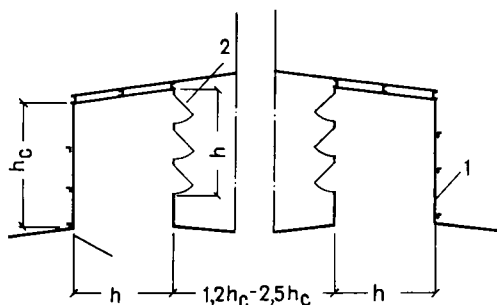


Рис. 36.5. Незадуваемый светоаэрационный фонарь системы В. В. Батурина

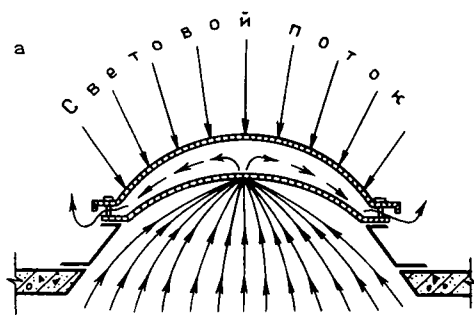
1 — глухие створки переплетов; 2 — открывающиеся створки переплетов

центре круглое отверстие, через которое воздух из помещения проникает в межкупольное пространство и выходит наружу. Воздушный поток, соприкасаясь с внутренней поверхностью наружного купола, охлаждается и из него выпадает конденсат, который стекает по наружной поверхности внутреннего купола и далее через зазор между куполами на кровлю. Максимальный размер таких куполов 1,8×2,7 м. Для защиты от проникновения косо́го дождя по периметру купола устраивают ко́жух из оцинкованной кровельной стали.

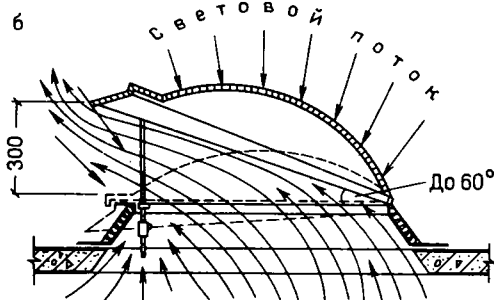
Над подсобными помещениями устраивают светоаэрационные купола

небольшого размера диаметром 0,6—0,8 м; естественную вентиляцию в этом случае осуществляют путем поднятия купола. Проемы в бортовых элементах купола делают в виде сплошной ленты, идущей по всему его периметру. Проемы заполняют жалюзийными решетками, которые крепят к металлическому каркасу бортового элемента.

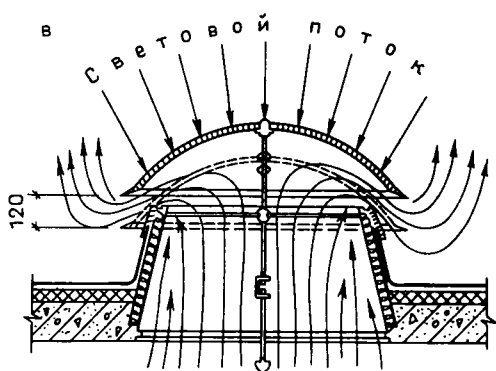
При применении **светоаэрационных панелей** отработанный воздух можно удалять одним из двух способов: открыванием самой панели (рис. 36.7, а) и через аэрационные проемы в бортовом элементе. Эти проемы могут быть заполнены устройством с регулируемыми воздушными щелями (рис.



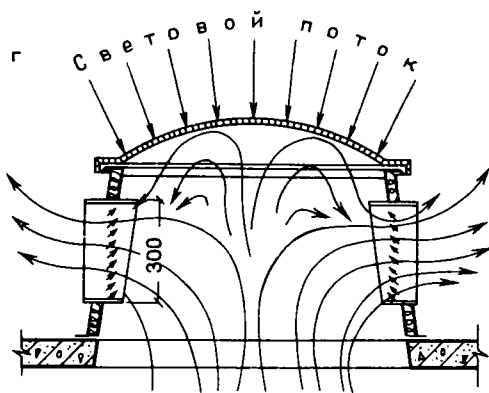
Поток удаляемого отработанного воздуха



Поток удаляемого отработанного воздуха



Поток удаляемого отработанного воздуха



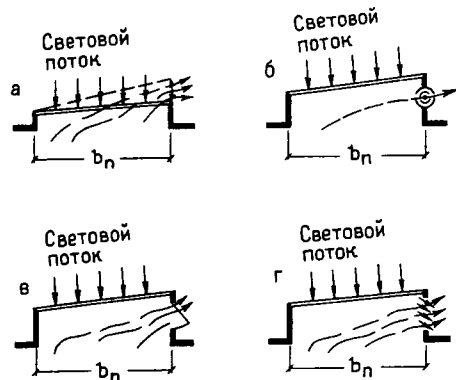
Поток удаляемого отработанного воздуха

Рис. 36.6. Удаление отработанного воздуха из помещения с помощью зенитных светоаэрационных фонарей

а — через межкупольное пространство; б — путем открывания купола; в — посредством поднятия купола; г — через отверстия в бортовом элементе

Рис. 36.7. Светоаэрационные панели

а — открывающаяся; б — с регулируемой воздушной щелью; в — с открывающимися переплетами; г — с жалюзийной решеткой



36.7, б), открывающимися остекленными металлическими переплетами (рис. 36.7, в) или жалюзийными решетками (рис. 36.7, г).

Аэрационные фонари. Одним из основных показателей качества аэрационных фонарей служит аэрационная эффективность, которая зависит от коэффициента местного сопротивления проходу воздуха через фонарь, а также от устойчивости его работы на вытяжку независимо от направления ветра.

В свою очередь величина коэффициента местного сопротивления является функцией конструктивных размеров и формы фонаря, конструкции и

степени открывания створок, а устойчивость работы зависит от незадуваемости открытых проемов ветром.

Незадуваемость аэрационных фонарей можно достичь закрыванием проемов фонаря с наветренной стороны и открыванием их на заветренную (рис. 36.8, а), соответствующим решением самой конструкции фонаря (рис. 36.8, б, г), использованием ветроотбойных щитов-панелей, устанавливае-

мых перед проемами (рис. 36.8, в).

Фонари без заполнения проемов створками устраивают в зданиях, в которых в любое время года температура воздуха находится в допустимых пределах. Во всех других случаях устраивают створки, которые должны закрывать до 80% площади проемов. Регулировку фонарей чаще всего осуществляют два раза в год — при переходе от летнего режима к зимнему и наоборот. Такая регулировка носит название сезонной. В отдельных случаях может потребоваться промежуточная регулировка. Створки фонарей закрывают и открывают механическим путем. Конструкции механизмов открывания рассматриваются в § 37.

Наиболее экономичными и распространенными являются аэрационные фонари системы КТИС¹ (рис. 36.8, а). Они предназначены для аэрации цехов с круглосуточной работой и со средними значениями избыточных тепловыделений.

По высоте аэрационного проема выделяют четыре типа фонарей: с $H = 1,25$ м, $H = 1,7$ м, $H = 2,4$ м, $H = 3,4$ м.

Фонарь имеет стальной каркас, по характеру аналогичный рассмотренному выше. Несущие элементы ограждающей части покрытия — железобетонные плиты, которые в фонарях с высотой 1,7 — 3,4 м укладывают по поперечным рамам каркаса с образованием навеса, препятствующего попаданию внутрь здания косо падающего дождя.

Ветрозащитные панели выполняют поворотными, их укрепляют на нижней

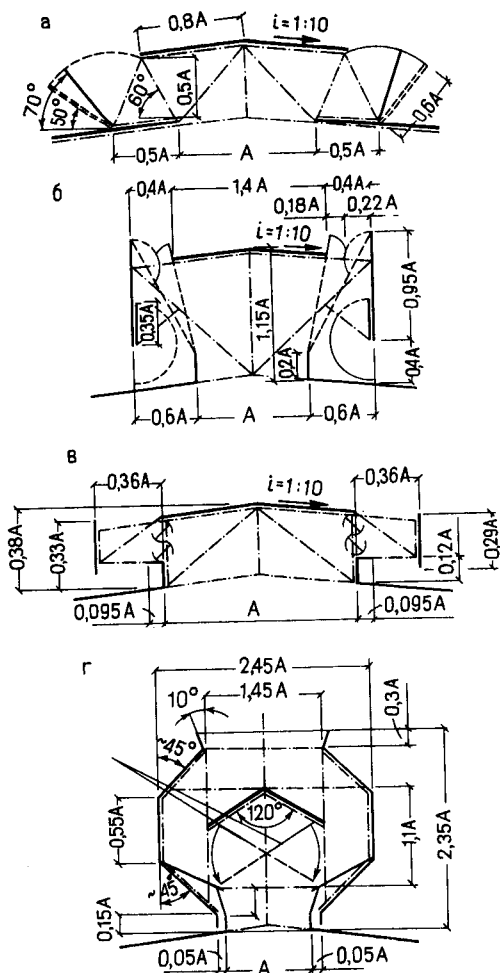


Рис. 36.8. Аэрационные фонари систем
а — КТИС; б — МИОТ; в — ЛенПСР; г — Гипромез

горизонтальной оси. При помощи этих панелей регулируют расход воздуха через фонарь. Ветрозащитные панели изготовляют в виде стальных рам, заполненных асбестоцементными волнистыми листами. Листы зажимают в раме уголками, прикрепляемыми болтами к ее обвязке. По концам фонаря и у температурных швов устанавливают торцовые ветроотбойные щиты.

Покрытие по фонарям системы КТИС может быть холодным и утепленным. Торцовые стенки фонаря и торцовые щиты выполняют из волнистых асбестоцементных листов усиленного профиля, которые прикрепляют глухарями к деревянным брускам, уложенным по стальному каркасу.

¹ Наименование аэрационных фонарей здесь и далее дано по сокращенному названию проектных организаций, которые запроектировали эти конструкции, например КТИС (Контора типового проектирования и технических исследований Министерства строительства предприятий тяжелой индустрии), МИОТ (Московский институт охраны труда ВЦСПС), ЛенПСР (Ленинградский Промстройпроект), Гипромез (Государственный союзный институт по проектированию металлургических заводов). Некоторые из этих учреждений в настоящее время изменили свое название, однако аэрационные фонари, сохранили названия по старым названиям организаций.

На рис. 36.8, б показана схема незадуваемого аэрационного фонаря системы МИОТ-2, у которого ветрозащитными панелями служат стенки фонаря. Эти фонари применяют в тех случаях, когда преобладающее направление ветра — вдоль фонаря, а тепловой напор незначителен. Большая по сравнению с другими типами фонарей площадь выходных отверстий позволяет уменьшить коэффициент местного сопротивления фонаря и дает возможность получить значительную производительность при небольших тепловых напорах.

Фонари системы ЛенПСП (см. рис. 36.8, в) предназначены для аэрации горячих цехов. Выносные вертикальные ветроотбойные и горизонтальные ветрозащитные щиты фонарей установлены в нижней части аэрационных проемов. Последние способствуют увеличению производительности фонаря при отрицательных и малых положительных давлениях в нем. Подвижные жалюзи в вертикальных стенках фонаря защищают его внутреннее пространство от попадания атмосферных осадков.

Фонари системы Гипромеза (см. рис. 36.8, г) устанавливают на зданиях, в которых тепловой напор мал или совсем отсутствует, а регулировку расхода воздуха осуществляют с помощью клапана, состоящего из двух плоскостей. Поверх клапана располагают два наклонных листа, которые защищают внутреннее пространство фонаря от атмосферных осадков. С этих плоскостей через щель у основания фонаря удаляют осадки. Аэрационные фонари системы Гипромеза устанавливают на покрытии таким образом, чтобы направление господствующих ветров было под углом 90° к продольной оси фонаря.

§ 37. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ОТКРЫВАНИЯ СТВОРОК ПЕРЕПЛЕТОВ ФОНАРЕЙ И ОЧИСТКИ ИХ ОСТЕКЛЕНИЯ

Приспособления для открывания створок переплетов фонарей. Расположение фонарных переплетов и створок аэрационных фонарей на большой высоте, потребность в сезонной и су-

точной их регулировке, а также необходимость приложения больших усилий при открывании ленты створок фонаря заставили механизировать и автоматизировать этот трудоемкий процесс.

Наибольшее распространение для открывания элементов аэрационных и светоаэрационных фонарей получил тяговый прибор, действие которого основано на преобразовании возвратно-поступательного движения штанги в качательное движение панели или переплета. При помощи такого механизма можно открывать одним приводом до 15 шестиметровых ветрозащитных панелей с высотой аэрационного проема до 3,4 м.

Механизм открывания состоит из рычажных и передаточных устройств, привода механизма и конечных выключателей (рис. 37.1). Рычажное устройство представляет собой четырехзвенный механизм с двумя качающимися звеньями (коромысла и панели), рассчитанный на открывание одной панели длиной 6 м. Коромысла и панель соединены между собой планкой. К концам коромысла присоединяют канаты, проходящие от штанги через направляющие блоки.

Устройство, предназначенное для передачи возвратно-поступательного движения штанги коромыслу, состоит из штанги, роликовых опор, направляющих блоков и канатов. Одно передаточное устройство обслуживает одно рычажное устройство.

Привод механизма устанавливают в середине обслуживаемого участка. Он состоит из электродвигателя, червячного редуктора и двух ходовых винтов со специальными гайками. Электродвигатель устанавливают на раме из уголков и соединяют с редуктором эластичной муфтой. При вращении винтов гайки расходятся или сходятся, заставляя таким образом соединенные с ними штанги совершать возвратно-поступательное движение. Для предохранения механизма от поломок, а также ограничения хода ветрозащитных панелей и при достижении ими крайних положений устанавливают два конечных выключателя.

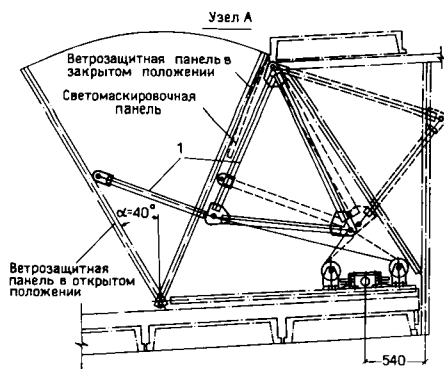


Рис. 37.1. Механизм открывания ветрозащитных панелей аэрационных фонарей системы КТИС

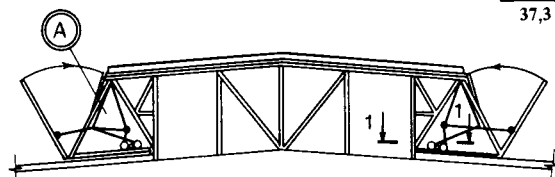
1 — рычажное устройство; 2 — направляющие блоки; 3 — передаточное устройство; 4 — электродвигатель; 5 — муфта; 6 — редуктор; 7 — штанга; 8 — конечные выключатели

Рис. 37.2. Схема механизма открывания одноярусных верхнеподвесных переплетов светоаэрационного фонаря

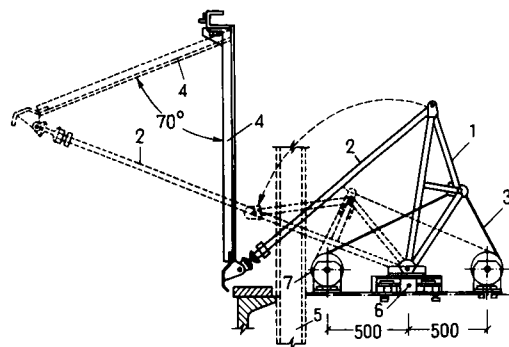
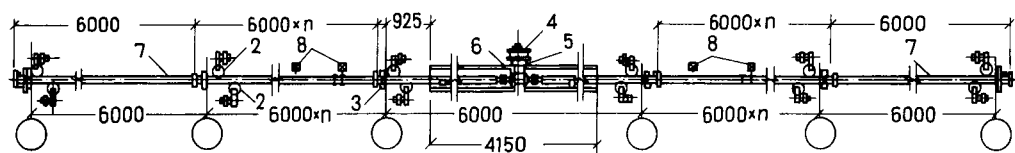
1 — рычаг; 2 — тяга; 3 — канат; 4 — переплет; 5 — стойка фонаря; 6 — штанга; 7 — направляющие ролики

Рис. 37.3. Тележка для очистки остекления фонаря

37,1a
37,1 б
37,2
37,3



План по 1-1



Время полного открывания фонаря зависит от высоты аэрационного проема и составляет для высоты 1,25 м 2 мин, а для высоты 3,4 м — 6 мин. Управление механизмом открывания панелей фонаря КТИС кнопочное с пола. Оно может быть подключено к системе автоматики, которая будет выполнять заданную программу по регулированию положения ветрозащитных панелей.

На рис. 37.2 показана схема механизма открывания одноярусных верхнеподвесных переплетов светоаэрационного фонаря. Движение тяговому прибору открывания передается поступательным перемещением жестких стальных тяг.

Приспособления для очистки остекления переплетов фонарей. В зависимости от характера технологического процесса, протекающего в промышленном здании, в производственных помещениях остекление загрязняется через 50—120 дней. Остекле-

ние очищают с тележек или люлек, передвигающихся по стальным балкам (при помощи простейшего ручного привода), укладываемым либо по верхнему поясу несущих конструкций

покрытия, либо подвешиваемым к элементам поперечных рам фонаря. При большой высоте остекления для его очистки на тележке устанавливают лестницу (рис. 37.3).

Глава X

Производственные здания с применением легких несущих и ограждающих конструкций

§ 38. УНИФИЦИРОВАННЫЕ ЗДАНИЯ ИЗ ЛЕГКИХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ И СМЕШАННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Широкое применение легких конструкций — важнейший резерв повышения эффективности промышленного строительства и одно из главных направлений его технического прогресса.

В материалах XXVI съезда КПСС указывалось на необходимость преимущественного развития производства изделий, обеспечивающих снижение металлоемкости, стоимости и трудоемкости строительства, веса зданий, сооружений и повышение их теплозащиты.

Еще в 1972 г. ЦК КПСС и СМ СССР приняли специальное постановление «О развитии производства и комплексной поставки легких металлических конструкций промышленных зданий», которое способствовало созданию новой отрасли строительной индустрии — крупного заводского производства комплектно поставляемых унифицированных стальных строительных конструкций (пространственных, решетчатых, структурных, рамных, ферм из трубчатых профилей и др.), а также легких ограждающих конструкций, в том числе панелей с металлическими облицовками, изготавливаемых на высокомеханизированных поточных линиях.

Легкими несущими и ограждающими конструкциями называют такие, у которых суммарная масса в расчете на 1 м² ограждающей поверхности здания (включая защитные покрытия) не превышает 100—150 кг.

Суммарный результат большого внедрения легких конструкций состоит в уменьшении массы зданий и соору-

жений производственного назначения на 10—15%, сокращении трудоемкости изготовления конструкций для них в 1,3—1,5 раза и стоимости на 8—10%. Существенное влияние на совершенствование имеющихся и создание новых легких строительных конструкций оказывает развитие материально-технической базы строительства. В настоящее время развиваются такие новые отрасли строительной индустрии, как производство конструкций из алюминиевых сплавов и клееных деревянных конструкций, увеличен выпуск эффективных синтетических теплоизоляционных и конструктивных материалов, налажен выпуск экономических видов проката — листового, холодногнутого, гнутых и фасонных профилей из стали повышенной и высокой прочности. С развитием производственной базы применение легких конструкций может быть доведено до 25% площади всех возводимых производственных зданий.

Одним из важнейших документов, определяющих область применения легких конструкций, являются «Технические правила по экономичному расходованию основных строительных материалов» (ТП 101-81*). Этими правилами руководствуются при проектировании и строительстве предприятий, зданий и сооружений, а также при изготовлении, транспортировании, хранении, складировании и монтаже строительных конструкций.

При этом легкие здания и сооружения проектируют с учетом:

снижения материалоемкости, трудоемкости и сметной стоимости строительства и эксплуатационных расходов, а также экономии энергетических ресурсов;

применения эффективных строительных материалов и конструкций;

снижения массы несущих и ограждающих конструкций;

наиболее полного использования физико-механических свойств материалов, а также прочностных и деформационных характеристик грунтов основания;

применения местных строительных материалов преимущественно в виде изготавливаемых из них промышленных конструкций.

Производственные здания с применением легких несущих и ограждающих конструкций возможно подразделить на две основные группы: зданий (секций) из легких металлических конструкций комплектной поставки и зданий из смешанных конструкций.

Объемно-планировочные решения зданий из легких металлических и смешанных конструкций разработаны в соответствии с габаритами и конструктивными схемами промышленных зданий, утвержденными Госстроем СССР. Параметры зданий, в том числе размеры пролетов, шагов колонн, высот грузоподъемности подвесных и мостовых кранов и их сочетания, принятые в унифицированных габаритных схемах, выбраны из числа наиболее часто повторяющихся в промышленном строительстве и с учетом условий изготовления металлических конструктивных элементов и других изделий на поточных технологических линиях специализированных заводов.

На рис. 38.1 показан общий вид унифицированного объемно-планировочного здания из легких металлических конструкций комплектной поставки. Промышленные здания, сблокированные из ряда объемно-планировочных элементов, применяют для районов с обычными геологическими условиями, с температурой наружного воздуха не ниже -40°C . Эти здания отнесены ко II классу, степень их долговечности вторая, в зданиях можно располагать производства с категорией по пожарной опасности Г и Д.

Строительные параметры и технические характеристики зданий следующие:

сетки колонн 18×12 и 24×12 м;
шаг крайних и средних колонн 12 м;

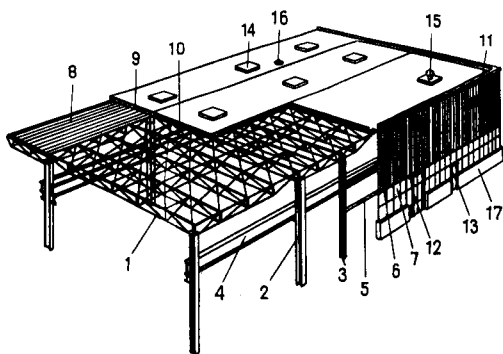


Рис. 38.1. Общий вид объемно-планировочного элемента здания из легких металлических конструкций комплектной поставки со структурными блоками покрытия из прокатных профилей типа ЦНИИСК

1 — структурный блок; 2 — колонна; 3 — колонна фахверка; 4 — подкрановая балка; 5 — ригель стеновой; 6 — стеновая панель; 7 — оконная панель; 8 — профилированный настил; 9 — утеплитель; 10 — водонепроницаемый ковер; 11 — жалюзийная решетка; 12 — ворота; 13 — дверь; 14 — зенитный фонарь; 15 — крышный вентилятор; 16 — водосточная воронка; 17 — цокольная панель

номинальная высота до низа несущей конструкции покрытия: 4,8; 6,0; 7,2 и 8,4 м (бескрановые здания); 6,0; 7,2; 8,4 м (здания с подвесными кранами); 8,4; 9,6; 10,8 м (здания с мостовыми кранами);

грузоподъемность кранов:
подвесных — 1 кран 3,2 тс или 2 крана по 2 тс;

мостовых — до 10 тс среднего режима работы при высоте 8,4;

10 тс — 20 тс среднего режима работы при высотах 9,6 и 10,8 м;

число пролетов: одно и многопролетные здания (рис. 38.2);

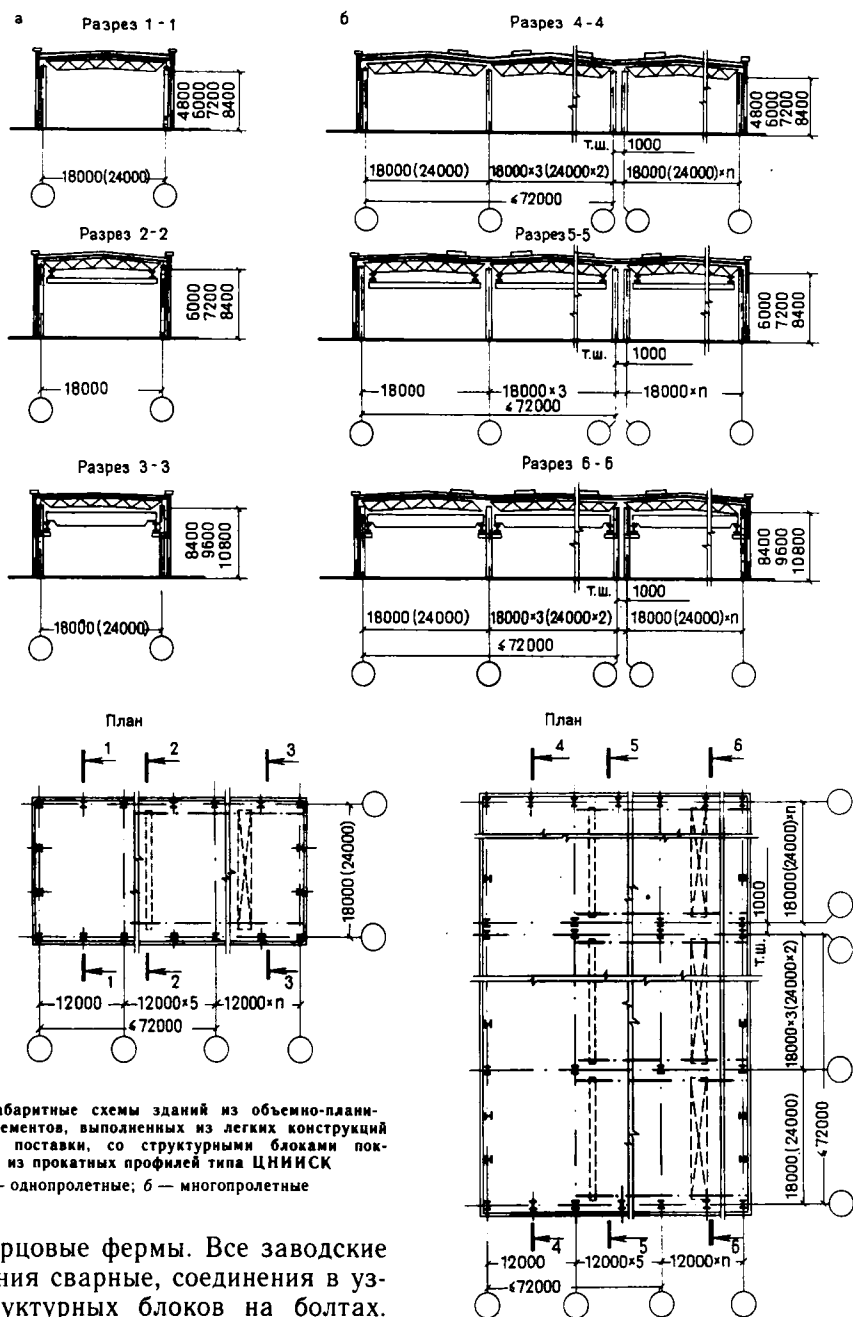
перепады высот в профиле покрытия не допускаются;

уклон кровли — 1,5% с отводом воды с кровли внутренними водостоками;

естественное освещение — через световые проемы в наружных стенах и посредством устройства зенитных фонарей.

Колонны зданий из сварных прокатных широкополочных двутавров либо трубчатые. Подкрановые балки разрезные из сварных двутавров.

Несущая конструкция покрытия — структурные блоки из прокатных профилей (типа ЦНИИСК) — представляет собой складчатую конструкцию, состоящую из плоскостных и линейных элементов. Линейные элементы — пояса и раскосы, плоскостные элемен-



Рс. 38.2. Габаритные схемы зданий из объемно-планировочных элементов, выполненных из легких конструкций комплектной поставки, со структурными блоками покрытия из прокатных профилей типа ЦНИИСК
а — однопролетные; б — многопролетные

ты — торцовые фермы. Все заводские соединения сварные, соединения в узлах структурных блоков на болтах.

В качестве несущего элемента кровли принят профилированный настил из холодногнутой оцинкованной стали толщиной 0,8 — 1 мм с высотой гофра 60 мм.

В покрытиях зданий всех типов предусмотрена возможность установки зенитных фонарей размерами 1×1,5; 1,5×1,5; 1,5×3; 1,5×6 и 3×3 м. Заполнение световых проемов фона-

рей осуществляется стеклопакетами или профилированным стеклом швеллерного типа. В покрытиях по стропильным фермам могут быть применены светоаэрационные фонари.

Стены зданий из легких металлических конструкций запроектированы двух типов:

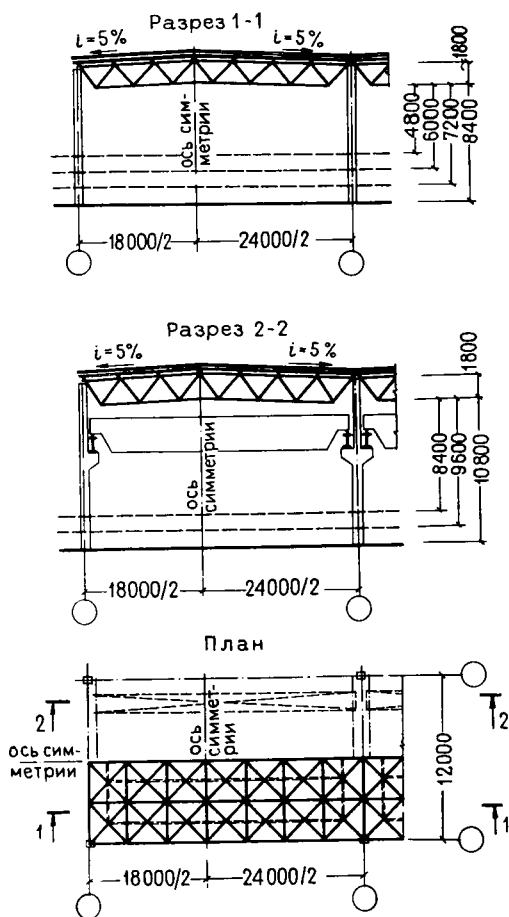


Рис. 38.3. Объемно-планировочный элемент здания, выполненный со смешанными конструкциями и со структурной плитой покрытия типа «Берлин»

из трехслойных панелей вертикальной разрезки шириной 1 м, высотой 2,4—12 м, толщиной 45, 50, 60, 80, 90 и 100 мм. Панели состоят из двух металлических облицованных слоев, между которыми находится слой утеплителя. В качестве облицовочных слоев предусматривается профилированный оцинкованный лист толщиной 0,8 мм;

из металлических профилированных листов и минераловатных плит, монтируемых методом полистовой сборки.

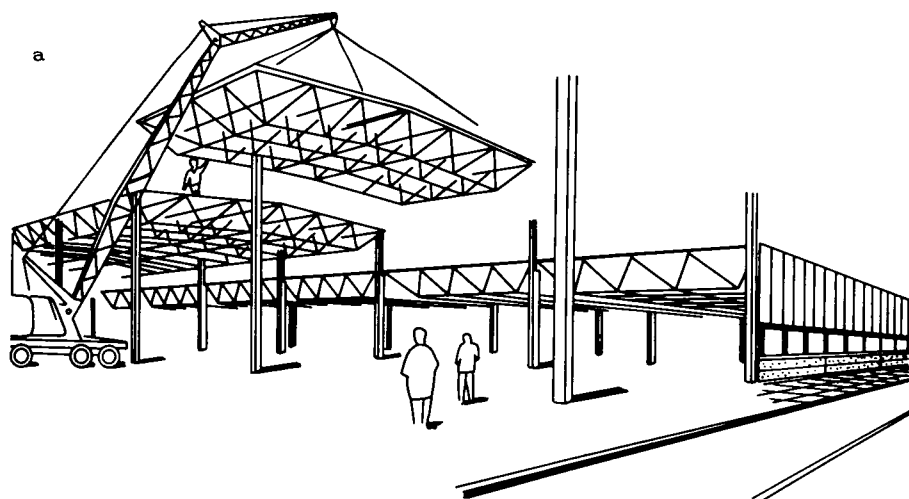
На рис. 38.3 показан объемно-планировочный элемент размерами 18×12 или 24×12 м здания смешанной конструкции со структурными плитами покрытия типа «Берлин».

Отличительная особенность этого

типа здания в том, что несущая структурная плита покрытия представляет собой конструкцию, которая комплектуется из отдельных стержней, выполненных из горячекатаных труб. Для закрепления сходящихся в узле стержней используют тарельчатые шайбы, стягиваемые высокопрочным болтом. Монтаж покрытия здания осуществляется методом укрупнительной сборки блоками с размерами в плане 24×12 и 18×12 м (рис. 38.4). Прогонь принят из сплошно-стенчатых профилей. Основные колонны здания и колонны фахверков приняты сборными железобетонными прямоугольного сечения. Подкрановые балки — стальные разрезные из сварных двутавров. В промышленных зданиях для несущих и ограждающих целей применяют и другие легкие конструкции. В практике проектирования нашли применение так называемые «прутковые» фермы-прогоны, которые изготовляют с перекрестными прутковыми (из круглой стали) раскосами и прутковым нижним поясом. Верхний пояс в этом случае выполняют из двух неравнобоких уголков, а стойки — из двух уголков, поставленных крестообразно. Достоинство прутковых ферм-прогонов в их небольшой массе.

Опыт проектирования и строительства показывает, что при замене традиционных стальных несущих конструкций облегченными из эффективных сталей и нового типа профилей с устройством покрытий по стальному профилированному настилу капитальные затраты на строительство отапливаемых промышленных зданий сокращаются на 10—14% и неотапливаемых зданий с кровлей из асбестоцементных листов — на 20—28%.

Снижение расхода металла может быть достигнуто путем применения ферм, выполняемых из прокатных профилей, изготавливаемых из алюминиевых сплавов, холодноотянутых тонкостенных гнутых и замкнутых профилей, а также труб из низколегированной стали высокой прочности. Так, например, при применении трубчатых ферм (рис. 38.5) достигается уменьшение массы конструкций почти в два



б

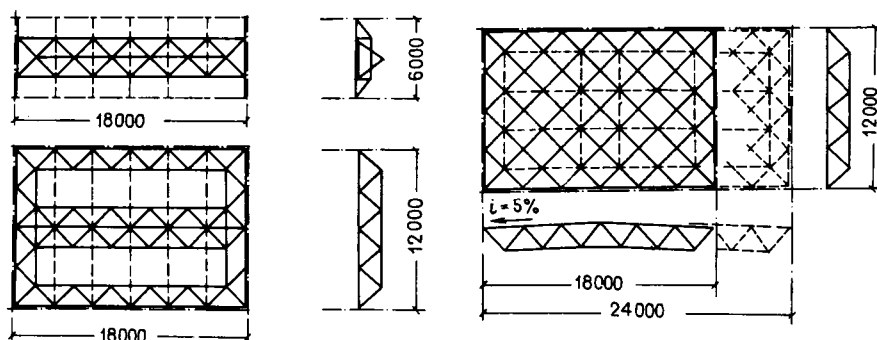


Рис. 38.4. Перекрестная (решетчатая) конструкция системы «Берлин»

а — общий вид; б — габариты блоков

раза и стоимости на 25—30% по сравнению с фермами из прокатных угловых профилей.

Конструкции покрытий из труб для конвейерной сборки и крупноблочного монтажа (рис. 38.6) — прогрессивны. Монтируемый блок покрытия изготовляют размером 12×24 м, он состоит из двух подстропильных балок, двух стропильных ферм, прогонов, связей и укладываемого по прогонам стального профилированного настила (см. рис. 38.6, в).

Блоки из трубчатых ферм, благодаря повышенной жесткости, более надежны в монтаже. Их применение сокращает продолжительность операций по транспортированию, складированию, укрупнению ферм, сборке блоков и их монтажу. Они обеспечивают снижение стоимости и уменьше-

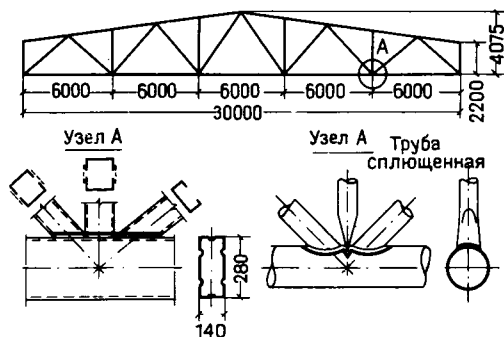
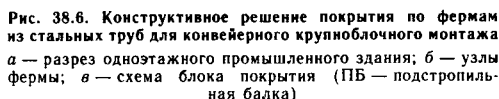


Рис. 38.5. Геометрическая схема и узлы нижнего пояса облегченной фермы, выполненные из тонкостенных гнутых профилей и труб

ние массы металлических конструкций.

Опыт конвейерного изготовления и крупноблочного монтажа трубчатых ферм подтвердил их преимущества перед аналогичными конструкциями ферм из традиционных профилей, возводимых обычными методами.

Перекрестно-ребристые конструк-



несущие тросы прикрепляют к симметрично расположенным консолям ферм, что исключает необходимость устройства сложных опор с оттяжками, заанкеренными в специальные фундаменты.

Висячие конструкции покрытий можно выполнять с фермами из тросов, представляющих собой плоские стержневые системы, пояса которых выполнены из предварительно напряженных тросов, а решетка выполнена либо из тросов, либо из жестких профилей (см. рис. 38.7, б). Фермы из тросов поддерживают опорные двухпролетные рамы, расположенные в пределах фонарей. Ограждающие легкого типа конструкции покрытия выполняют по алюминиевым профилированным листам.

Тентовое висячее покрытие складской территории в порту (ФРГ) шириной 390 м (рис. 38.8) запроектировано неутепленным с кровлей из синтетической пленки. Первая верхняя крупноячеистая сетка этого сооружения выполнена из стальных тросов и крепится к опорам-мачтам высотой 85 м. К верхней сетке подвешена вторая нижняя сетка — кровля с мелкими ячейками (400×400 мм). Нижнюю сетку собирают из больших полотнищ

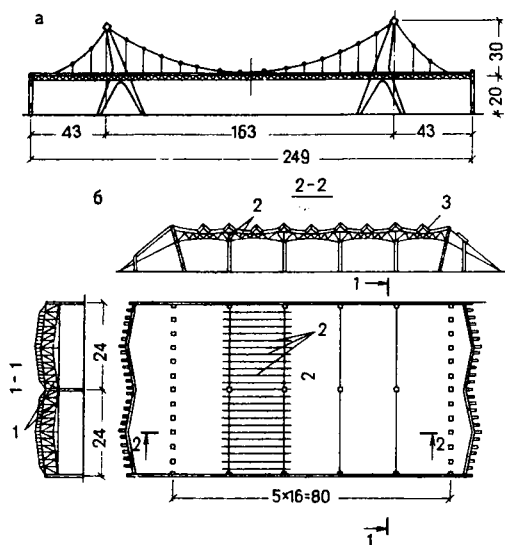


Рис. 38.7. Легкие большепролетные висячие конструкции
а — висячая конструкция покрытия, опирающаяся на железобетонные опоры; б — конструкция покрытия с вантавыми тросовыми фермами; 1 — опорные рамы; 2 — тросовые фермы; 3 — световые фонари

ции обычно выполняют из стержней одинакового размера. Стержни изготавливают из стальных труб и соединяют в узлах на резьбе при помощи шарового вкладыша или других специальных устройств. В каждом узле может быть соединено до 18 стержней.

Для висячих большепролетных конструкций целесообразна конструктивная схема с подвесной двухконсольной фермой и с железобетонными опорами (рис. 38.7, а). В этом случае

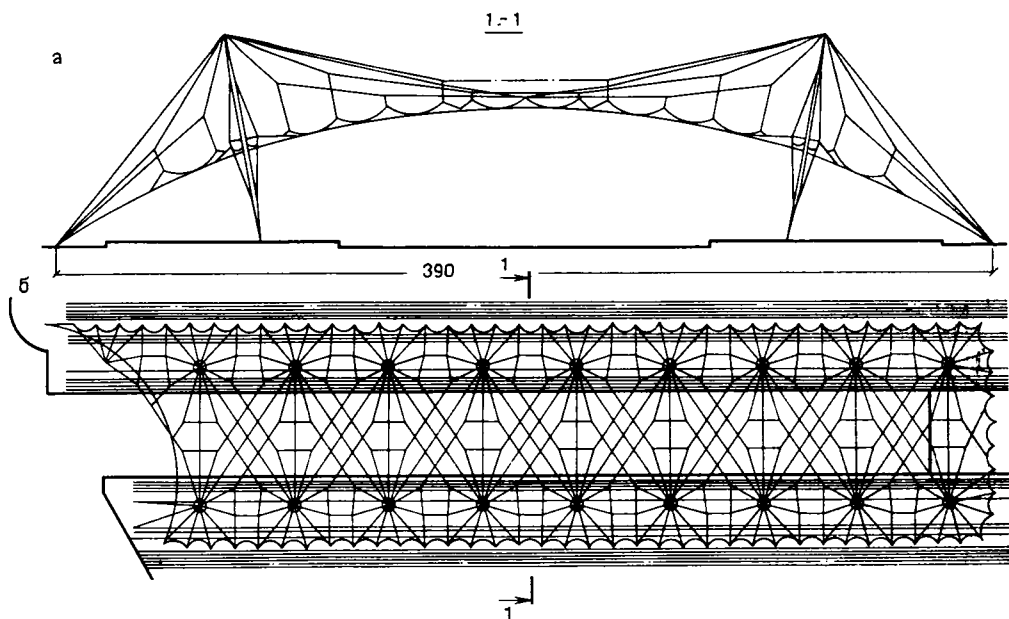


Рис. 38.8. Конструктивная схема тентового висячего
большепролетного покрытия
а — разрез; б — план

и скрепляют их в местах подвески к верхней сетке. Для кровли, объединенной с нижней сеткой, выбраны прозрачные негорючие синтетические материалы. Кровельная синтетическая пленка может скрепляться (склеиваться) с нижней мелкоячеистой сеткой. Однако может применяться и кровельная пленка, армированная сеткой.

§ 39. КЛЕЕННЫЕ ДЕРЕВЯННЫЕ НЕСУЩИЕ КОНСТРУКЦИИ ПОКРЫТИЙ

Наиболее полно отвечают всем требованиям, предъявляемым к современному индустриальному промышленному строительству, прогрессивные клееные деревянные конструкции, которые по своей массе и стоимости имеют преимущества не только перед железобетонными, но и перед стальными конструкциями.

Основной метод соединения отдельных элементов в деревянных конструкциях — склеивание их на синтетических клеях в монолитные блоки. Крупные клеенные сечения из тонких досок таких блоков хорошо сопротивляются воздействию огня и гниению, а при пропитке минеральными солями

они становятся почти огнестойкими и неувлажняемыми. В настоящее время клееные деревянные конструкции получают в промышленном строительстве все большее применение.

Из пиленого леса можно изготовлять как плоскостные конструкции — балки, фермы, арки, так и пространственные — купола, своды, оболочки, однако последние в промышленном строительстве в настоящее время почти не применяют.

Несущие конструкции покрытия, изготовляемые из дерева (балки, фермы, арки и др.), чаще всего опирают на колонны, выполняемые из железобетона, камня или стали. Такой каркас, в котором вертикальные элементы решены из одного материала, а несущие конструкции покрытия из другого, называют **смешанным**.

Деревянные балки применяют для покрытий одноэтажных промышленных зданий при размерах пролетов в пределах до 15 м. Получили распространение двухскатные балки под рулонную кровлю с уклоном 1:10 и балки с параллельными поясами для односкатных покрытий.

Наиболее перспективны — клееные дощатые балки прямоугольного или двутаврового сечения (рис. 39.1, а) и клееные балки с фанерной стенкой и с

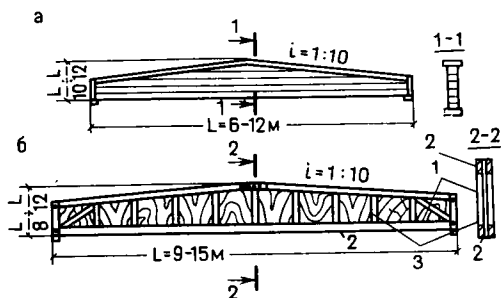


Рис. 39.1. Деревянные балки

а — клееная дощатая; б — клефанерная двутавровая; 1 — фанерная стенка; 2 — дощатые пояса; 3 — ребра жесткости

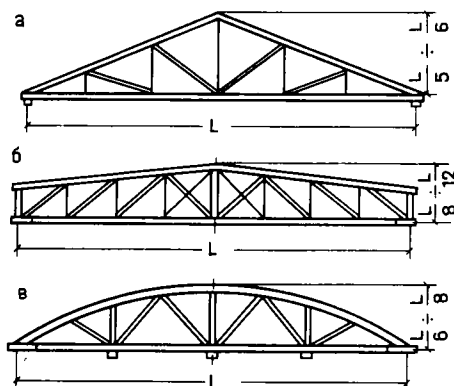


Рис. 39.2. Деревянные стропильные фермы

а — треугольная металлодеревянная из брусев; б — полигональная металлодеревянная из брусев; в — сегментная из досок

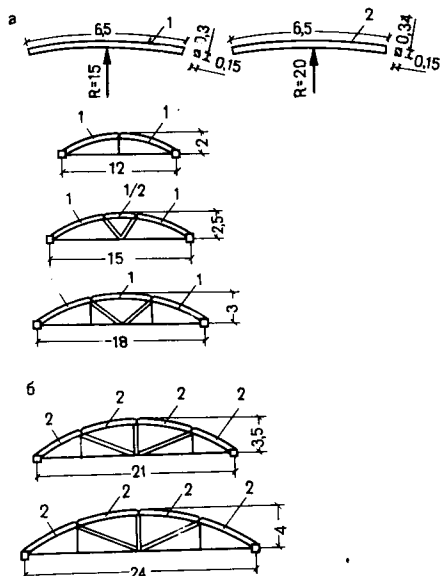
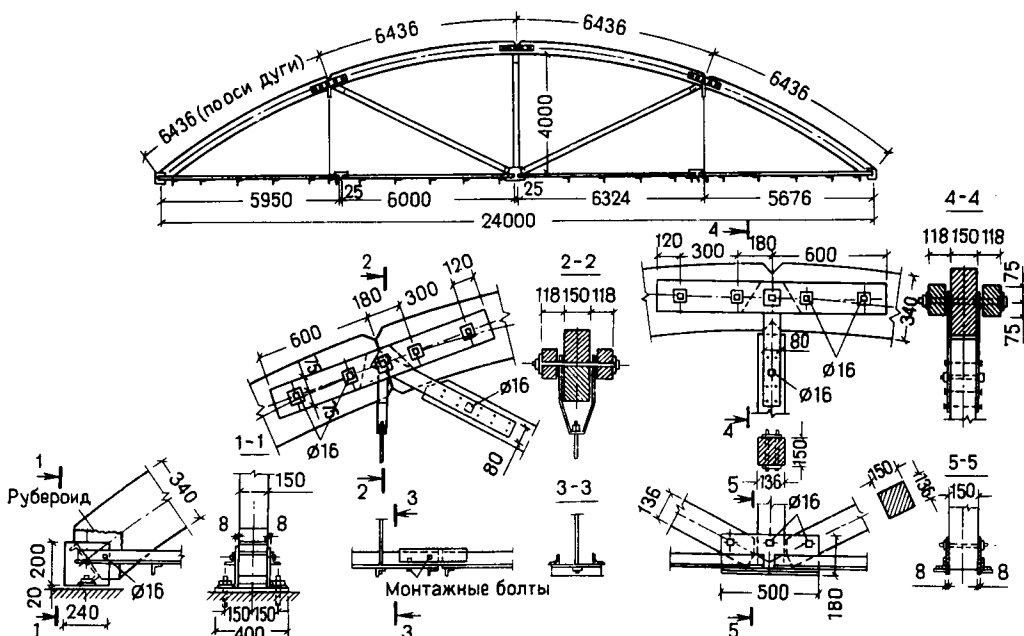


Рис. 39.3. Схемы клееных ферм криволинейного очертания из стандартных элементов-блоков 1,2

а — двухпанельные и трехпанельные с верхним поясом из элементов-блоков 1; б — четырехпанельные с верхним поясом из элементов-блоков 2

Рис. 39.4. Конструкция сегментной клееной фермы пролетом 24 м из стандартных элементов-блоков



дощатыми поясами (рис. 39.1, б).

В последнее время за рубежом и в нашей стране стали выпускать клеефанерные балки с волнистой стенкой. В этих балках листы водостойкой фанеры вставлены в выбранные в верхней и нижней полках пазы синусоидального очертания, благодаря чему балки становятся настолько жесткими, что не требуется обычное усиление их стенок ребрами.

Гвоздевые двутавровые балки, широко распространенные в прошлом, применяют и сейчас. Они состоят из двухслойной перекрестной дощатой стенки с досками, расположенными под углом 45° по отношению к нижнему и верхнему поясам и к ребрам жесткости. Все сопряжения в этих балках гвоздевые. Пояса в местах постановки ребер жесткости дополнительно крепят стальными болтами. Балки с перекрестной стенкой могут перекрывать пролеты 6—12 м. Высота балок в коньке составляет $1/7$ — $1/9$ пролета. Такие балки возможно изготавливать и на клею из маломерного леса пониженной сортности; в этом случае исключается расход стали на крепежные детали.

Деревянные фермы могут перекрывать пролеты 12—36 м. Применяют фермы треугольные, полигональные и сегментные (рис. 39.2). Наиболее распространенные и экономичные — фермы сегментного очертания. Фермы изготавливают целиком деревянные (из досок и брусев) или металлодеревянные. Последние в промышленном строительстве применяют чаще, так как более полно используется работа материала. Деревянные элементы работают на сжатие, металлические — на растяжение.

Треугольные фермы (см. рис. 39.2, а) применяют для покрытий однопролетных зданий с крутыми скатами кровли при пролетах — 9—18 м. Пояса и сжатые раскосы в этих фермах выполняют из брусев, а растянутые вертикальные элементы — из круглой стали. Возможно решение треугольных ферм с нижним растянутым поясом также из круглой стали. Длину панелей в фермах принимают 1,5—3 м.

Полигональные фермы (см. рис. 39.2, б) не получили большого распространения, их используют для полых покрытий с рулонными кровлями. Верхний сжатый пояс и сжатые раскосы в этих фермах выполняют из брусев, для растянутых элементов решетки применяют круглую сталь, а нижний пояс можно решать деревянным (из пиломатериалов) или из стальных прокатных профилей. Возможно конструктивное решение полигональных ферм с применением для верхнего пояса клееных элементов — блоков.

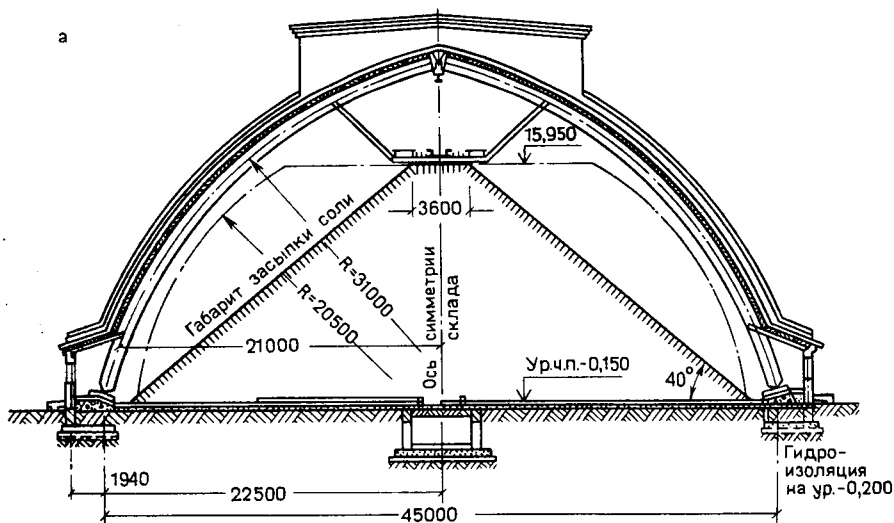
Сегментные фермы с применением клееных блоков — наиболее индустриальные деревянные несущие конструкции для покрытий промышленных зданий, их изготовление предусматривают в заводских условиях.

Клееные сегментные фермы выполняют с применением стальных прокатных профилей для нижнего растянутого пояса (затяжки) и деревянных клееных блоков для сжато-изогнутого пояса. Решетку ферм выполняют из стальных профилей или из деревянных элементов. Такое решение позволило упростить узловые сопряжения и создать отличающиеся легкостью конструкции ферм из небольшого числа монтажных единиц, сравнительно простых и удобных при перевозке и сборке на месте монтажа.

Верхние пояса клееных сегментных ферм с пролетами 12—24 м изготавливают в основном из двух типов стандартных клееных блоков (рис. 39.3). В случае необходимости длину блоков без изменения сечения можно уменьшать, например, вдвое за счет устройства дополнительных стыков в узлах ферм.

В сегментных фермах верхний пояс имеет очертание, близкое к кривой давления от равномерно распределенной нагрузки, поэтому усилия в элементах решетки небольшие, что упрощает конструктивное решение узловых соединений. В качестве примеров рассмотрены конструкции фермы с 24-метровым пролетом (рис. 39.4).

Для всех пролетов сегментных ферм принято универсальное конст-



6

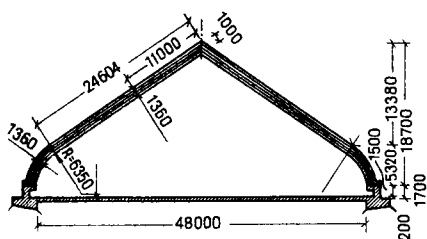
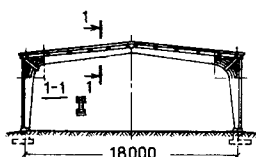
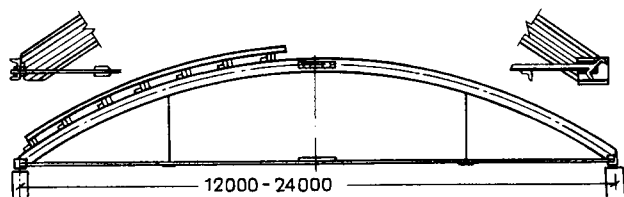


Рис. 39.6. Клееные деревянные рамы пролетами 18 и 48 м

руктивное решение узловых соединений. Опорный узел выполнен в виде башмака из двух листов с приваренным между ними швеллером. Верхний пояс примыкает к швеллеру лобовым упором с прикреплением к башмаку стяжным болтом. К верхнему поясу решетку ферм прикрепляют стальными планками, охватывающими элементы решетки с двух сторон. Планки соеди-

Рис. 39.5. Клееные деревянные арки
а — трехшарнирная; б — сегментная с металлической затяжкой

няют болтами с деревянными стыковыми накладками верхнего пояса, а к деревянным раскосам и вертикальным стойкам решетки планки присоединяют стяжными болтами и гвоздями. К нижнему поясу элементы решетки прикрепляют непосредственно на болтах. Стальные подвески присоединяют к верхнему поясу при помощи серег на болтах.

Деревянные арки со стрелой подъема $1/2-1/4$ опирают непосредственно на фундаменты, а пологие арки — на колонны здания. Наиболее целесообразны клееные, сплошного сечения трехшарнирные арки. Сечение арок — обычно прямоугольное из гнутых клееных досок, высота которого составляет примерно $1/50$ пролета. Чертание арок принимают с учетом, чтобы кривая давления от равномерно распределенной нагрузки совпадала с осью арки.

Трехшарнирные арки часто приме-

няют в качестве несущих конструкций покрытий складских зданий (рис. 39.5, а). Форму поперечного очертания арки выбирают, так, чтобы она совпала с габаритами штабеля складываемого материала и специального крана. Трехшарнирные стрельчатые арки устанавливают на железобетонные фундаменты с шагом 3 м. Конструкция покрытия состоит из продольного рабочего настила толщиной 40 мм, косоугольного защитного настила толщиной 16 мм и трехслойного гидроизоляционного рулонного ковра. Пространственная жесткость сооружения обеспечивается перекрестным настилом.

Конструкция пологих, небольших пролетов арок (до 24 м), опирающихся на колонны, в значительной степени аналогична рассмотренным выше конструкциям сегментных ферм. Такие трехшарнирные криволинейного очертания арки собирают из двух клееных блоков. Затяжку выполняют из круглой стали или из двух уголков (рис. 39.5, б).

Деревянные клееные рамы решают, как правило, по трехшарнирной конструктивной схеме. В промышленном строительстве их применяют редко из-за того, что деревянные стойки рам можно легко повредить при эксплуатации. На рис. 39.6, а показана однопролетная трехшарнирная клееная рама, состоящая из двух полурам сплошного двутаврового переменного сечения.

Клееная трехшарнирная рама из практики строительства ФРГ (рис. 39.6, б) применена для покрытия больших размеров однопролетного склада сыпучих материалов. Рама имеет стрельчатую форму, хорошо сочетающуюся с габаритами штабеля хранящихся в складе калийных солей. Пролет рамы в осях 48 м, шаг рамы 6,25 м, изогнутый ригель рам переменного сечения. Покрытие выполнено с применением волнистых асбестоцементных листов, для теплоизоляции использованы плиты пенопласта.

Для обеспечения пространственной устойчивости и жесткости плоских деревянных конструкций (балок,

ферм, арок) устанавливают связи по верхним поясам несущих конструкций покрытий; такие связи называют **скатными**. Кроме того, на опорах и в пролетах ставят **вертикальные связи** (такие же, как и в стальных конструкциях).

Если по прогонам покрытия уложен косоугольный защитный настил, который надежно скреплен с ними, устойчивость несущих конструкций покрытия обеспечивают прогонами и настилом. Когда покрытие не имеет косоугольного защитного настила, через каждые 30 м ставят скатные и вертикальные связи. Если в верхней части здания нет жестких торцовых стен, то связи ставят и по торцам здания.

§ 40. СТЕНЫ ИЗ ЛЕГКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Самые легкие конструкции стен — из стальных, алюминиевых и других листов с эффективными утеплителями из пенопластов.

Стены из профилированных оцинкованных стальных алюминиевых листов по конструктивному решению могут быть двух видов: полистовой сборки, т. е. выполняемые методом послойного монтажа непосредственно на постройке, или из панелей полной заводской готовности.

На рис. 40.1 показана конструкция стены, состоящая из ригелей, наружных стальных оцинкованных профилированных листов и внутренних утепленных панелей. Наружные стальные профилированные листы по ГОСТ 24045—86 шириной 750 и 1000 мм, при толщине листа 0,8—1 мм, высоте гофра 10—50 мм и длиной до 12 м прикрепляют к ригелям при помощи самонарезающихся болтов. Внутренние панели, утепленные пенопластом толщиной 50 мм, имеют ширину 600 или 900 мм и длину не более 12 м. Пенопласт к стальному профилированному листу крепят при помощи шпилек, которые приваривают к стальным листам, а сами панели к ригелям прикрепляют стальными анкерами.

Наиболее промышленные и экономичные — стены из трехслойных бескаркасных панелей типа «сэндвич»,

в которых утеплитель пенополиуретан вспучивают между двумя стальными листами в процессе изготовления панелей. При этом адгезию (сцепление) утеплителя с металлическими облицовочными листами обеспечивают без дополнительных конструктивных соединений (рис. 40.2). Такие панели изготовляют шириной около 1 м и длиной до 12 м.

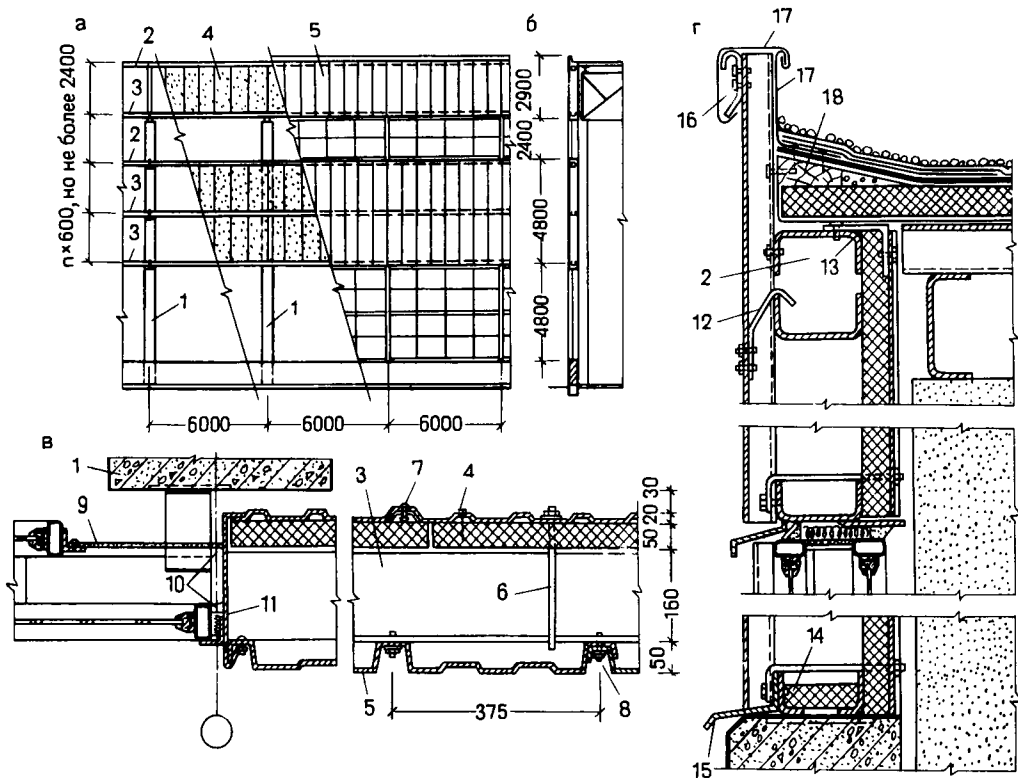
При монтаже панели располагают вертикально и крепят к горизонтальным стальным ригелям. Масса панелей толщиной 50—80 мм составляет около 5—8 кг/м², их стоимость по предварительным подсчетам на 15% меньше панелей из керамзитобетона.

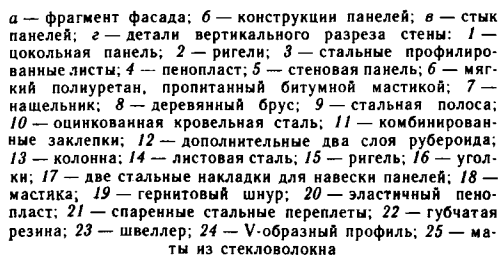
Трехслойные панели на основе пластических масс с облицовкой алюминиевыми листами (рис. 40.3) изготовляют длиной 6 м для стен зданий различных отраслей промышленности. В качестве теплоизоляции этих панелей применяют крафт-бумажный сотопласт или пенопласт. Наружные слои панели выполняют из плоских листов алюминиевого сплава толщиной 1 мм.

Для устранения мостиков холода в обрамление панели введен слой древесно-волоконной плиты. Все элементы панелей соединяют на клею, а алюминиевые детали дополнительно соединены заклепками. Главное достоинство стен из таких панелей — их легкость: масса 1 м² панели 11—18 кг.

На промышленных предприятиях точного приборостроения, электронной техники, часовых заводах и др., т. е. там, где к внутреннему микроклимату предъявляют особые гигиенические требования (отсутствие пыли, постоянство температуры и влажности воздуха), стены делают из многослойных панелей на основе стемалита.

Панели представляют собой конструкцию, которая состоит из трех основных слоев: наружного — облицовочного из стемалита, т. е. закаленного полированного стекла толщиной 6 мм, покрытого с внутренней стороны керамической эмалью в горячем состоянии; среднего — теплозвукоизоляционного из пеностекла; внутреннего — отделочного из стемалита. Для





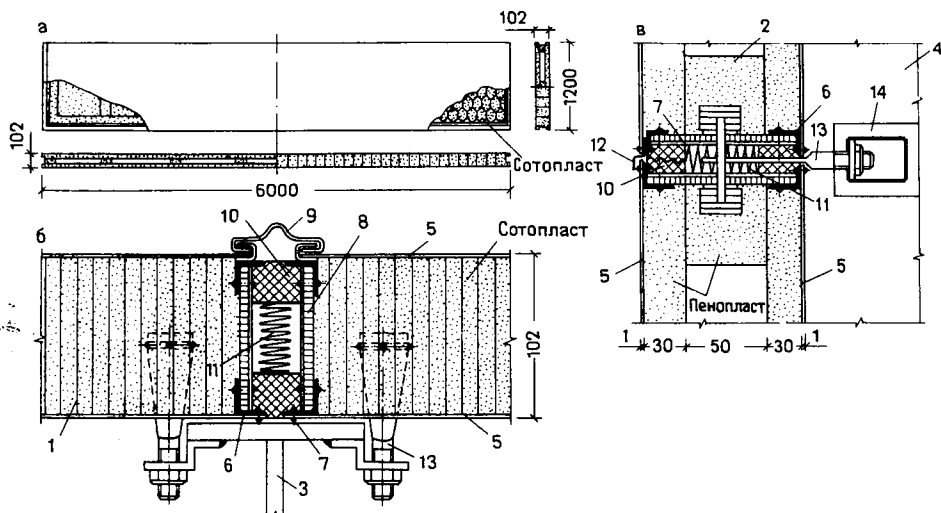


Рис. 40.3. Стеновые панели из крафт-бумажного сотовпласта или пенопласта с алюминиевыми отделочными слоями и их крепление к колонне каркаса

а — общий вид панели; б — вертикальный стык; в — горизонтальный стык: 1 — стеновая панель со средним слоем из крафт-бумажного сотовпласта; 2 — стеновая панель со сред-

ним слоем из пенопласта; 3 — стальная колонна; 4 — железобетонная колонна; 5 — листы из алюминиевого сплава; 6 — алюминиевый уголок; 7 — алюминиевый лист; 8 — древесноволокнистая плита; 9 — компенсатор из алюминия; 10 — пеноизол; 11 — теплоизоляционная прокладка; 12 — сливной козырек из алюминия; 13 — деталь крепления; 14 — закладная деталь колонны

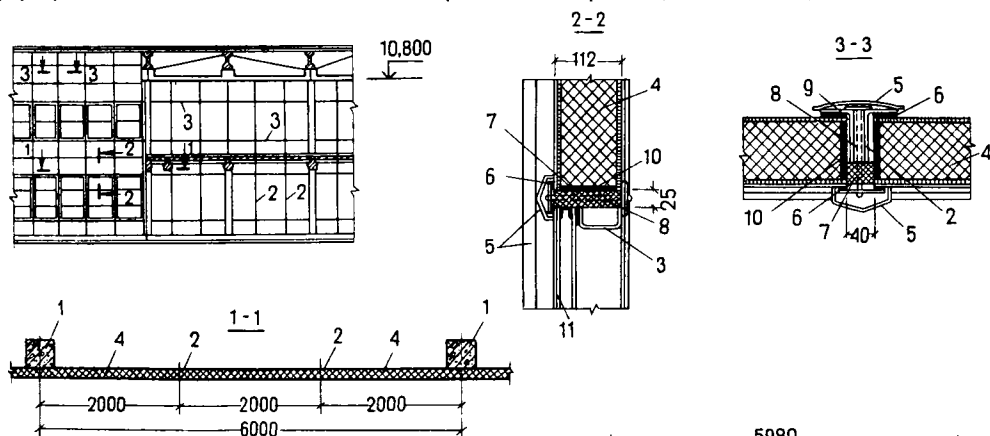
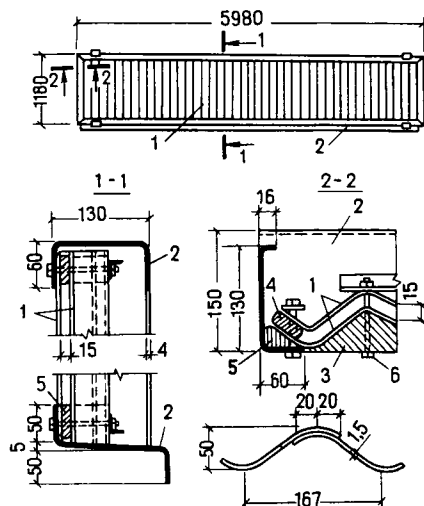


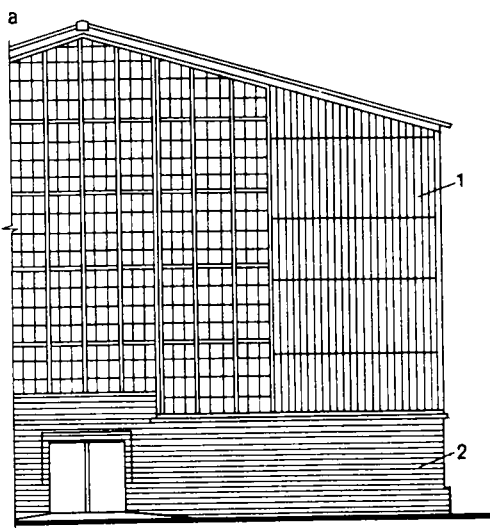
Рис. 40.4. Конструктивное решение стены из многослойных панелей на основе стемалита

1 — железобетонная колонна каркаса; 2 — стальная стойка фахверка; 3 — стальной ригель фахверка; 4 — стеновая панель; 5 — алюминиевый профиль-нащельник; 6 — уплотнительная прокладка; 7 — вкладыш из пенопласта; 8 — винт; 9 — конопатка; 10 — холодная асфальтовая мастика на битумной эмульсии; 11 — стеклопакет

Рис. 40.5. Конструкция стеновой панели из волнистого стеклопластика

1 — два слоя волнистого стеклопластика; 2 — алюминиевая рама; 3 — мастика по пенопласту; 4 — прокладка из поризолола; 5 — мастика; 6 — болты с шагом 1 м





обычных производственных цехов внутренний отделочный слой можно выполнять из листового асбестоцемента толщиной 8 мм.

Многослойные панели на основе стемалита выпускают двух типоразмеров: основные $2 \times 1,2 \times 0,12$ и доборные $2 \times 0,5 \times 0,12$ м (рис. 40.4). Их крепят болтами к фахверку из стальных прокатных профилей, а стыки закрывают нащельниками из алюминиевого профиля.

Навесные стены из стемалитовых панелей имеют небольшую массу (65 кг/м^2), хорошие декоративные свойства и высокую гигиеничность. К недостаткам следует отнести их высокую стоимость.

На рис. 40.5 показана конструкция светопрозрачной стеновой панели размером $6 \times 1,2$ м, которую выполняют из двух слоев волнистого стеклопластика, заключенных в раму из гнутых алюминиевых профилей толщиной 4 мм. Горизонтальные алюминиевые элементы рамы пролетом 6 м (расстояние между колоннами) работают на ветровую нагрузку, а волнистый стеклопластик толщиной 1,5 мм воспринимает ветровую нагрузку в пределах высоты панели. Конструктивно панели можно решать целиком открывающимися благодаря их малой массе.

Для устройства стен неотапливаемых промышленных зданий, цехов со значительными выделениями тепла

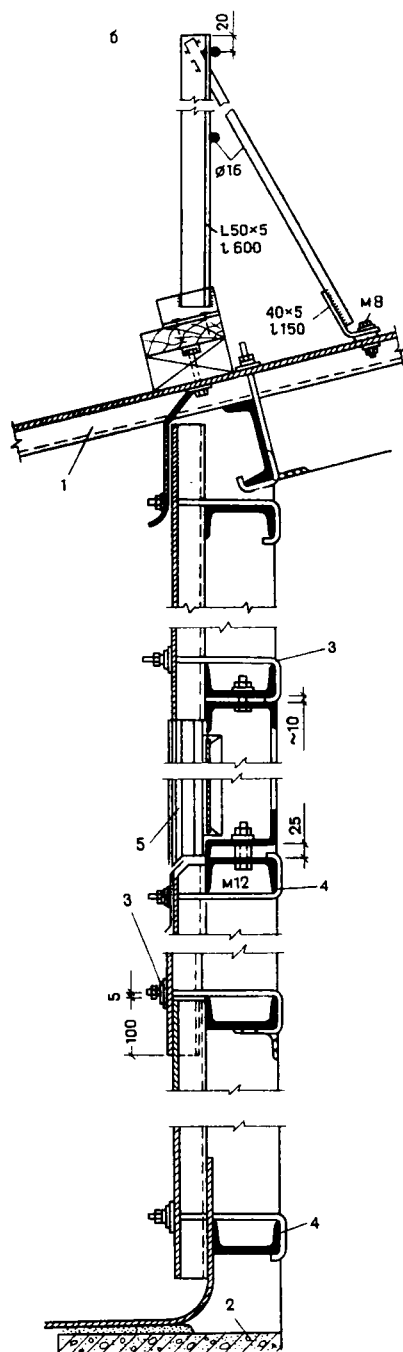


Рис. 40.6. Стены из волнистых асбестоцементных листов
а — общий вид; б — крепление листов к стальному фахверку: 1 — асбестоцементные листы; 2 — кирпичная кладка; 3 — крюк; 4 — ригель фахверка; 5 — стальная оконная панель

в зданиях и сооружениях, в которых технологические процессы связаны с взрывоопасностью, значительными вибрациями, целесообразно применять

листовые материалы из асбестоцемента (рис. 40.6), металла или пластмасс.

Волнистые асбестоцементные, стальные, алюминиевые или стеклопластиковые листы крепят к стальному или железобетонному фахверку специальными кляммерами или болтами. Нижние части стен, подверженные механическим воздействиям и более значительному увлажнению, выполняют на высоту 1,8—3,6 м от уровня пола из железобетонных панелей или кирпича.

Высоту нижней части стен начинают с учетом защиты людей от продувания, которое неизбежно при листовых конструкциях.

При устройстве стен из волнистых асбестоцементных листов применяют листы усиленного профиля длиной 2300—2800 мм, шириной 1000 мм и толщиной 8 мм. Стены из асбестоцементных листов обладают достаточной прочностью, небольшой массой, они негоряемы и незагниваемы. Их недостатки — хрупкость и коробление листов при одностороннем увлажнении или высушивании.

Для предупреждения попадания атмосферных осадков внутрь помещения асбестоцементные и другие волнистые листы устанавливают внахлестку. В горизонтальном направлении нахлестку выполняют на ширину одной волны, а в вертикальном — на 100—150 мм. Вынос карнизного листа обычно не превышает у наружных стен 500 мм.

Волнистые стальные листы выпускают длиной 1420—2500 мм, шириной 710—1250 мм и толщиной 1—1,8 мм. В связи с экономией стали стены промышленных зданий из таких листов устраивают редко.

Для стен промышленных зданий можно использовать различные светопрозрачные материалы на основе пластических масс. Чаще всего применяют волнистые листы из стеклопластика, которые изготавливают длиной до 6000 мм, шириной до 1500 мм и толщиной до 1,5 мм. Высота волны у таких листов может быть до 54 мм, а шаг волны — до 200 мм. Листы из волни-

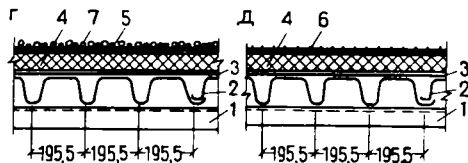
того стеклопластика обладают высокой прочностью, значительной жесткостью, хорошей светопрозрачностью. Их применяют в комбинации с асбестоцементными листами или объединяют в панели путем обрамления профильным алюминием.

При применении для стен листовых полимерных материалов следует в первую очередь оценивать их степень пожароопасности и возможности выделения при горении токсических (ядовитых) веществ.

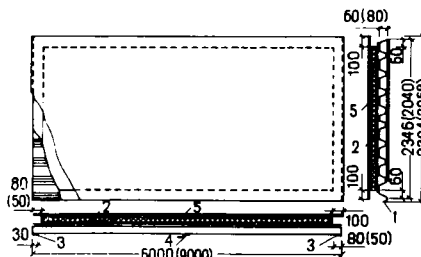
§ 41. ПОКРЫТИЯ ИЗ ЛЕГКИХ КОНСТРУКЦИЙ

За последнее время в практику промышленного строительства с целью облегчения массы покрытия внедряют профилированные (с трапециевидной формой гофра) стальные оцинкованные и алюминиевые настилы. Стальной оцинкованный настил изготавливают по ГОСТ 24045—86 из рулонной стали толщиной 0,8—1 мм, высотой 40, 60 и 80 мм и шириной (в осях) 660 и 782 мм (рис. 41.1, а). Выпускается тринадцать профилируемых настилов для покрытий зданий и четыре профилируемых для стен. Настил из алюминия выпускают толщиной 0,5—1,2 мм, высотой 25—70 мм и шириной 1—2 м (рис. 41.1, б). Длина настилов может быть 2—12 м.

Стальной оцинкованный или алюминиевый настил укладывают по верхним поясам основных несущих конструкций покрытия или по прогонам, которые имеют шаг 3 м, и прикрепляют к ним самонарезающими болтами диаметром 6 мм. Между собой элементы настила соединяют специальными заклепками диаметром 5 мм. По настилу располагают плитный утеплитель (из пенопласта, пенополистирола и др.) с приформованными слоями рубероида (пароизоляция), фольгоизола (служит временной кровлей при производстве работ) и рулонный гидроизоляционный ковер с защитным слоем гравия при кровлях с уклоном 1,5% (см. рис. 41.1, в), а также с применением бронированного рубероида РБ-420 для верхнего слоя гидроизоляционного ковра при кровлях с укло-



а — стальной оцинкованный; б — алюминиевый; в — устройство ограждающей части покрытия при уклоне кровли 1,5%; г — то же, при уклоне 12,5%; д — стальной прогон; 2 — стальной оцинкованный настил; 3 — паронизация из одного слоя рубероида марки РМ-350 на горячем битуме; 4 — термозоляция — пенополистирол с объемной массой 35 кг/м³; 5 — гидроизоляционный ковер из четырех слоев рубероида марки РМ-350 на антисептированной мастике; 6 — гидроизоляционный ковер из двух слоев рубероида марки РМ-350 и одного слоя рубероида марки РБ-420 на битумной мастике; 7 — слой гравия 3—10 мм



1 — климмеры 3 × 40 через 600 мм; 2 — дюбели; 3 — оцинкованная кровельная сталь; 4 — стальной прогон; 5 — стальной профилированный настил; 6 — верх несущей конструкции покрытия; 7 — мастика; 8 — стальная полоса; 9 — паронизация; 10 — термоизоляция; 11 — основной гидроизоляционный ковер; 12 — дополнительные слои рубероида; 13 — защитный слой из гравия

1 — стальной оцинкованный профиль; 2 — теплоизоляционные плиты; 3 — стальная полоса 30 × 3 мм; 4 — профилированный стальной элемент; 5 — защитный слой фольгоизола

ном 12,5% (рис. 41.1, *г*).

Примыкание рулонной кровли к парапету осуществляют в зависимости от его высоты. Если парапет низкий, гидроизоляционный ковер заводят за парапет (рис. 41.2, *а*), если парапет высокий, то его крепят к стене на высоте 250—300 мм (рис. 41.2, *б*).

Наряду с легкими плитами покрытий по стальным профилированным настилам, относящимся к конструктивным решениям полистовой сборки, применяют плиты покрытий с рулонной гидроизоляцией, разработанные на основе тех же настилов (рис. 41.3 и 41.4).

Для устройства покрытий промышленных зданий разработаны трехслойные плиты с применением пластических масс и обшивками из листовых материалов. Масса 1 м² такого типа плиты около 20 кг.

Плиты на основе пластических масс имеют размер 1,5×6 м. Они состоят из среднего теплоизоляционного слоя, который оклеивают с двух сторон листами высокопрочного материала. Для наружных слоев и обрамления плиты применяют алюминий, стеклопластик и асбестоцементные листы. Внутренний слой плиты выполняют в виде сот из жесткого пенопласта, армированного стекляным волокном. Для улучшения теплоизоляционных свойств ячейки сот заполняют минеральным войлоком, стекловатой, мипорой и другими видами эффективных утеплителей.

На рис. 41.5 *а, б* показана конструкция плиты покрытия с обшивками из алюминиевых листов и средним слоем из бумажного сотопласта. Ячейки сот выполнены из крафт-бумаги и приклеены к алюминиевым листам. Соты заполняют мипорой или перлитом, алюминиевые детали обрамления склеивают с бакелизированной фанерой и дополнительно скрепляют заклепками. Стыки поперек ската выполняют внахлестку на сварке, стыки вдоль ската устраивают с помощью фальцев-компенсаторов, полости стыков заполняют пеноизолом.

При выполнении среднего слоя из жесткого пенопласта при работе плиты

на изгиб нормальные напряжения воспринимают асбестоцементные обшивки, а сдвигающие передают на продольные асбестоцементные ребра. В этом случае слой утеплителя приклеивают изнутри к верхней обшивке плиты и опирают на нижнюю через ребра из пенопласта (рис. 41.5, *в — д*). Стыки плит покрытия заделывают жгутами пороизола, минеральным войлоком и гидроизолирующими мастиками, а крепят к несущим конструкциям покрытия винтами к закладным частям балок или ферм.

Конструктивное решение ограждающей части покрытия с применением профилированного алюминиевого настила может быть выполнено с расположением настила внизу и с устройством рулонной кровли (рис. 41.6, *а*), с расположением настила внизу иверху (рис. 41.6, *б*), с расположением настила сверху (рис. 41.6, *в*).

Решение покрытия с расположением алюминиевого профилированного настила внизу аналогично решению покрытия по стальному профилированному настилу.

Более совершенна конструкция покрытия без рулонного ковра. В этом случае стальной алюминиевый профилированный настил располагается сверху и внизу, а между ними размещают теплоизоляцию. Настил, располагаемый внизу, служит потолком производственных помещений, работает на пролет 3 м и воспринимает нагрузку от массы теплоизоляционных плит и временную нагрузку от массы рабочих при производстве строительно-монтажных работ и ремонте покрытий.

Верхний алюминиевый настил имеет большую высоту профиля, он воспринимает снеговую и другие временные нагрузки. Теплоизоляцию покрытия выполняют из плит пенопласта, теплоизоляционного стеклопластика и других материалов с приформованными слоями рубероида, изола и фольгоизола.

При расположении профилированного кровельного настила сверху слой теплоизоляции выполняют в виде самонесущих пенополистирольных, стеклопластовых, твердых минераловат-

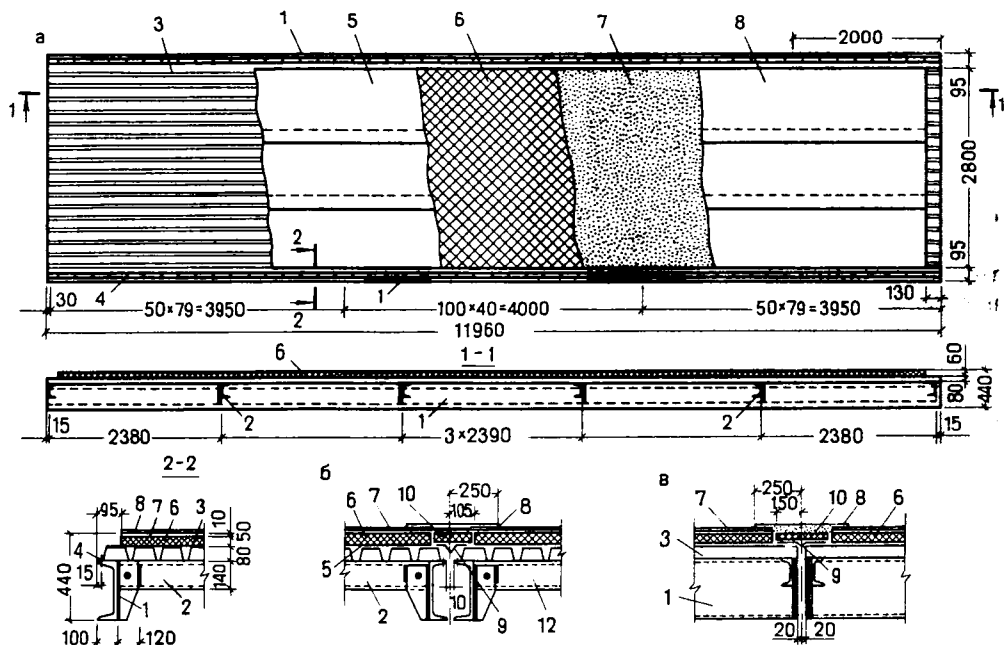
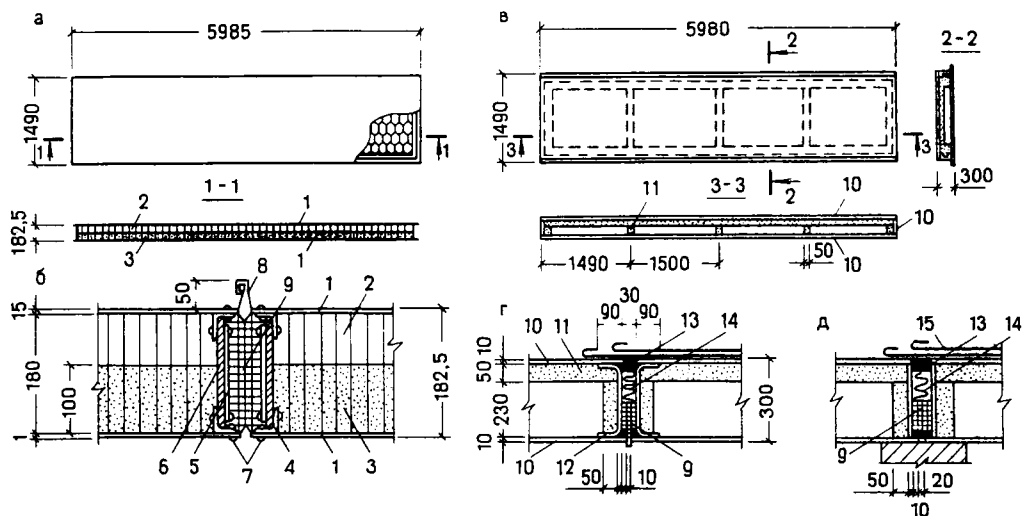


Рис. 41.4. Облегченная плита покрытия 3 × 12 м

а — общий вид и разрезы плиты; б — продольный стык; в — торцевой стык; 1 — продольные ребра плиты; 2 — поперечные ребра из швеллера № 14; 3 — оцинкованный профилированный настил; 4 — самонарезающие болты; 5 — паронизация — рубероид марки РМ-350; 6 — фенольный пенопласт (объемная масса 50 кг/м³, толщина 50 мм); 7 — стяжка из песчано-цементного раствора марки 300; 8 — один слой рубероида марки РМ-350; 9 — нащельник из оцинкованной стали; 10 — вкладыши из пенопласта

Рис. 41.5. Плиты покрытий с применением пластических масс и обшивок из листов алюминия и асбестоцемента

а — общий вид и разрез плиты с обшивками из алюминиевых листов и средним слоем из бумажного сотопласта; б — поперечный стык плит; в — общий вид и разрезы плиты покрытия с обшивками из асбестоцементных листов и средним слоем из пенопласта; г — продольный стык плит; д — поперечный стык плит; 1 — обшивка из алюминиевого листа 1–2 мм; 2 — сотопласт; 3 — минеральная вата или перлит; 4 — алюминиевый уголок; 5 — алюминиевый лист 1 мм; 6 — бакелитизированная фанера 20 мм; 7 — заклепки через 300 мм; 8 — фальц; 9 — поронизол; 10 — асбестоцементный лист; 11 — пенопласт с объемной массой 100 кг/м³; 12 — профиль из асбестоцемента; 13 — мастика на фенолформальдегидном клее; 14 — минеральный войлок; 15 — рулонный ковер



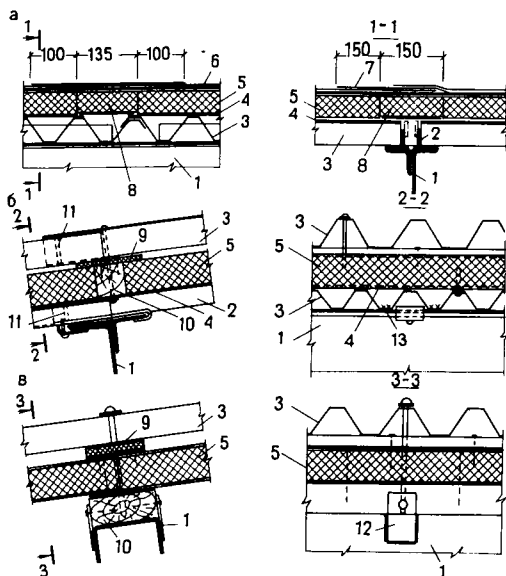


Рис. 41.6. Устройство ограждающей части покрытия с применением профилированного алюминиевого настила при полистовом монтаже

а — крепление настила и плит термоизоляции в покрытии при расположении настила внизу; б — то же, при расположении настила сверху; в — при расположении настила сверху: 1 — прогон; 2 — опорный уголок; 3 — профилированный алюминиевый настил; 4 — пароизоляция; 5 — термоизоляция; 6 — рулонный ковер; 7 — слой дополнительного гидроизоляционного ковра; 8 — вкладыш из пенополистирольной плиты с приформованными слоями фольгоизол и рубероида; 9 — нащельник из пенопласта или антисептированной древесины; 10 — деревянный антисептированный брус; 11 — герметик; 12 — стальная накладка через 1 м; 13 — холодная точечная сварка

Рис. 41.7. Плита и детали покрытия по профилированному стальному настилу с устройством вентилируемой алюминиевой кровли

а — общий вид и размеры плиты; б — заделка швов между плитами вдоль ската; в — то же поперек ската; 1 — стальной оцинкованный профиль; 2 — теплоизоляция; 3 — стальная полоса 30 × 3 мм; 4 — деревянные антисептированные бруски; 5 — бруски, нарезанные из теплоизоляционных плит; 6 — алюминиевый профиль; 7 — коротыши из уголков для крепления деревянных брусков; 8 — слой пергамина; 9 — теплоизоляционный материал; 10 — прогон; 11 — глухари с шайбами

Рис. 41.8. Устройство покрытия из асбестоцементных плит АКП

а — общий вид плиты; б — примыкание к парапету; 1 — асбестоцементные листы; 2 — минераловатные маты; 3 — антисептированные деревянные бобышки 50 × 90 × 140 мм; 4 — алюминиевые заклепки; 5 — эпоксидно-цементный клей; 6 — оцинкованная кровельная сталь; 7 — дюбели; 8 — стальной прогон; 9 — закладной элемент для крепления стеновой панели; 10 — анкер крепления стеновой панели; 11 — пороизол; 12 — костыли 40 × 4 мм, через 600 мм; 13 — плита АКП; 14 — набетонка; 15 — основной гидроизоляционный ковер; 16 — дополнительные слои рубероида; 17 — гравий, втопленный в мастику; 18 — воронка внутреннего водостока

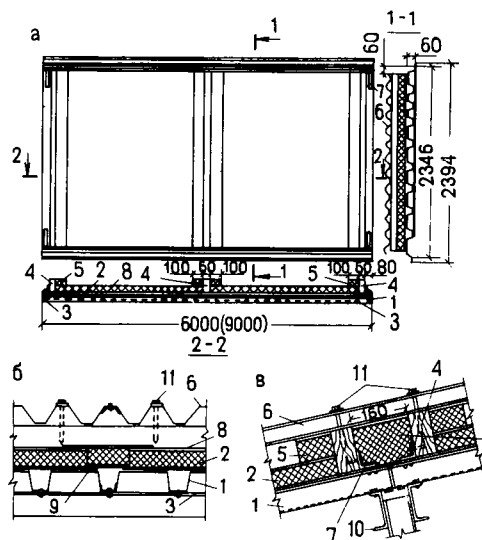
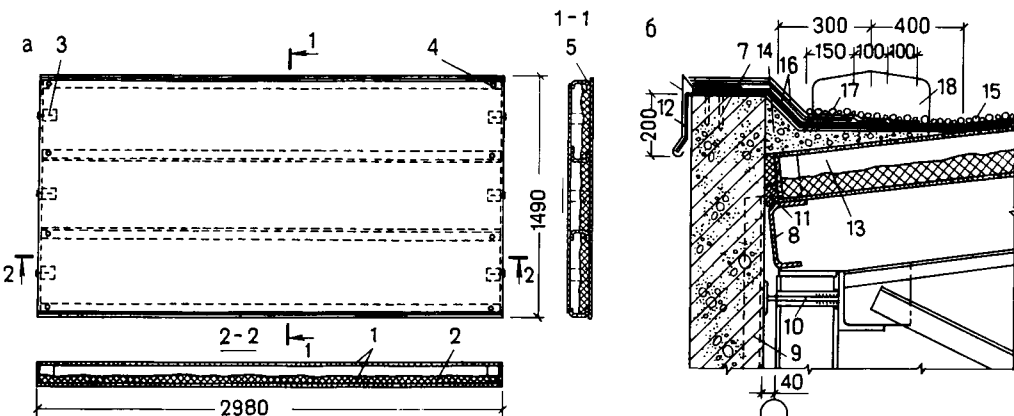
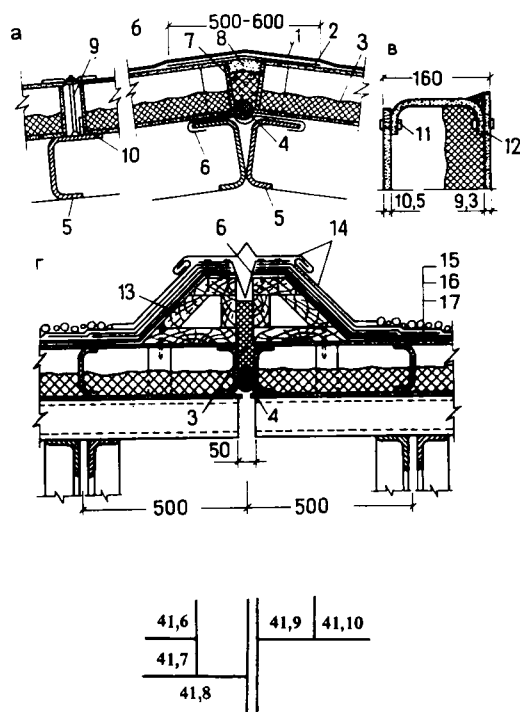


Рис. 41.9. Устройство покрытия из асбестоцементных плит

а — крепление плит к прогону; б — стык плит в коньке; в — крепление асбестоцементных листов плиты к асбестоцементному профилю; г — температурный шов: 1 — основной гидроизоляционный ковер; 2 — дополнительный слой рубероида; 3 — минераловатный утеплитель; 4 — пороизол; 5 — стальной прогон; 6 — компенсатор из кровельной стали; 7 — отходы минерального войлока; 8 — строительный раствор с добавкой асбеста; 9 — болт диаметром 8 мм; 10 — стальная планка для упора через 1000 мм; 11 — алюминиевая заклепка; 12 — эпоксидный клей; 13 — доска толщиной 40 мм; 14 — оцинкованная кровельная сталь; 15 — гравий в мастике; 16 — три слоя рубероида; 17 — основной гидроизоляционный ковер





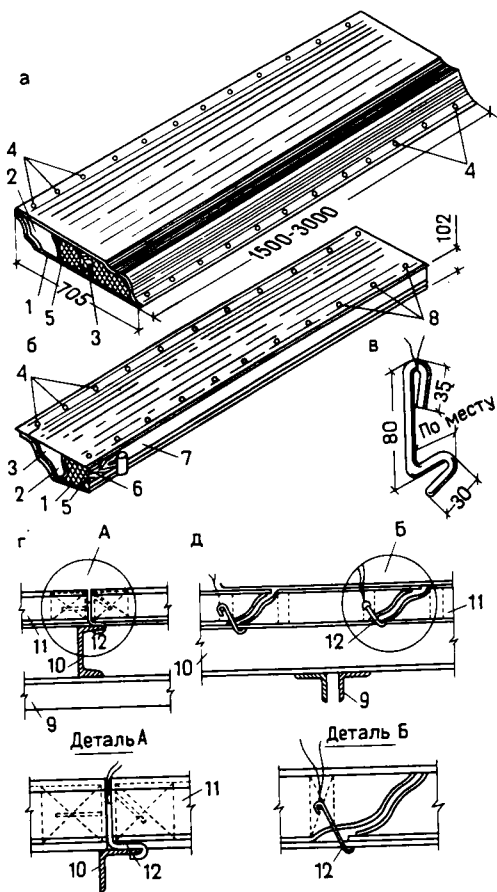
ис. 41.10. Асбестоцементные утепленные плиты

а — средняя плита; б — бортовая плита; в — кляммеры; г, д — стыки плит: 1 — асбестоцементные фигурные листы; 2 — асбестоцементные заглушки; 3 — деревянные бобышки; 4 — алюминиевые заклепки; 5 — утеплитель; 6 — доска; 7 — пергамин; 8 — гвозди; 9 — верхний пояс фермы; 10 — прогон; 11 — плита; 12 — кляммеры

ных плит с наклеенными слоями фольгоизола или поливинилхлоридной пленки. При шаге прогонов 3 м можно применять армированные металлом минераловатные плиты.

На рис. 41.7 приведен пример конструктивного решения панели покрытия по профилированному стальному настилу и показаны детали устройства вентилируемой кровли из алюминиевого профилированного настила. Достоинство таких утепленных покрытий — небольшая собственная масса и возможность унификации конструктивных решений, что позволяет применять их для отапливаемых и неотапливаемых зданий.

В горячих цехах черной и цветной металлургии устраивают холодные покрытия по стальным прогонам с применением профилированного настила или волнистых листов из стали и алюминия. К достоинствам холодных покрытий



из алюминиевых профилированных настилов и волнистых листов можно отнести: небольшую массу, хорошую коррозионную стойкость, отсутствие деформации при переменном увлажнении и высушивании. Места соприкосновения алюминиевых волнистых листов со стальными прогонами во избежание электрохимической коррозии покрывают двойным слоем грунтовки.

Асбестоцементные плиты АКП применяют для устройства утепленных покрытий промышленных зданий. Плиты размером 1,5×3 м, утепленные минераловатными матами, укладывают по стальным прогонам. Плита АКП (рис. 41.8, а) состоит из каркаса, выполненного из швеллерообразных асбестоцементных элементов, асбестоцементных листов — верхнего толщиной 9,5 мм и нижнего — 10,5 мм; по торцам установлены деревянные бобышки, к которым прикреплены при помощи гвоздей

торцовые асбестоцементные листы. В основном все элементы соединены между собой на эпоксидноцементном клее, лишь по торцам поставлены алюминиевые заклепки, которыми прикреплены листы к каркасу плиты.

Примыкание покрытия из плит АКП к парапету показано на рис. 41.8, б, стыки плит и устройство температурного шва на рис. 41.9.

В практике промышленного строительства распространение получили настилы из полых асбестоцементных плит, укладываемых по стальным прогонам. Такая плита состоит из двух фасонных асбестоцементных листов, соединенных между собой алюминиевыми заклепками, и слоя минерального войлока между ними, наклеенного на нижний лист битумом (рис. 41.10, а, б). Концы пакета закрывают плоскими торцовыми заглушками из листового асбестоцемента, прикрепленными гвоздями к деревянным бобышкам. Смежные плиты сопрягают по длинной стороне внахлестку и по короткой — впритык над опорой (рис. 41.10, в, г). Плиты с прогонами и между собой скрепляют кляммерами различной формы. В продольных стыках предусматривают уплотнительные прокладки из обернутого пергамино войлока, заранее приклеиваемого к фигурным граням плиты.

Зазоры между торцами плит проконопачивают минеральным войлоком, после чего продольные и поперечные швы шпаклюют сверху горячей битумной мастикой с наполнителем и заглаживают стальным шпателем для получения гладкой поверхности под рулонную кровлю. Достоинство таких покрытий — небольшая собственная масса 1 м^2 , составляющая 60—65 кг.

Конструктивное решение покрытия с деревоплитой, выполненное по деревянным сегментным клееным фермам, показано на рис. 41.11, а. Бруски деревоплиты укладывают на клею по верхнему поясу фермы, по ним устраивают косой (под углом 45°) защитный настил и рулонную кровлю. Сопряжение брусков деревоплиты только на гвоздях не рекомендуется из-за неплотности сопряжения — древесина может заг-

нивать. В настоящее время деревоплиту из-за большого расхода древесины и пожароопасности применяют редко.

Конструкцию ограждающей части покрытия при деревянных несущих конструкциях выполняют чаще всего по деревянным прогонам. Прогоны устанавливают с шагом 0,75—3 м и прикрепляют к верхнему поясу несущих конструкций покрытия. При холодных покрытиях рулонный ковер наклеивают на защитный косой (под углом 45°) настил из досок толщиной 16—19 мм, который укладывают на разреженный рабочий настил, опирающийся на прогоны (рис. 41.11, б). Доски защитного настила, в целях уменьшения опасности их коробления, берут шириной не более 100—120 мм. Толщину досок рабочего настила устанавливают расчетом, она составляет 35—50 мм. При устройстве утепленных покрытий по прогонам делают сплошной настил из досок в шпунт толщиной 35—50 мм или из заранее заготовленных щитов. По настилу укладывают пароизоляцию из рулонных материалов, плитный утеплитель, выравнивающий слой и рулонную кровлю (рис. 41.11, в).

Если влажность воздуха в расположенном под покрытием помещении повышена, то в пределах ограждающей части покрытия устраивают вентилируемую воздушную прослойку, которая способствует удалению проникнувших в толщу конструкции водяных паров (рис. 41.11, г).

Воздушная прослойка сообщается с наружным воздухом через отверстия в верхней и нижней частях покрытия. У верхнего вытяжного отверстия делают отсыпку шлаком или другим материалом для уменьшения тяги, способствующей ухудшению теплозащитных качеств покрытия. Устройство воздушных прослоек характерно для скатных кровель, при пологих кровлях они малоэффективны.

Кровли из волнистых асбестоцементных листов усиленного профиля в холодных покрытиях одновременно выполняют функции настила и кровли. Достоинства таких кровель — малая масса, индустриальность, экономичность и малая трудоемкость. К недостаткам

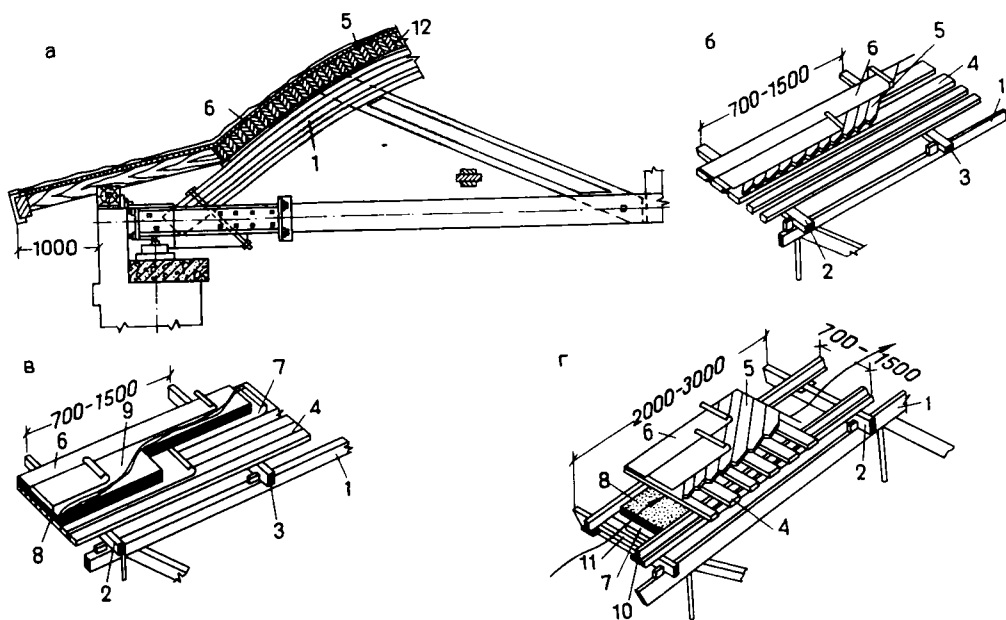


Рис. 41.11. Конструктивное решение ограждающей части деревянных покрытий

а — с использованием деревоплиты; б-г — по деревянным прогонам: при холодном неутепленном покрытии (б), при утепленном покрытии (в), при утепленном покрытии с воздушной прослойкой (г); 1 — верхний пояс несущей конструкции покрытия; 2 — узловой прогон; 3 — внеузловой прогон; 4 — рабочий настил; 5 — защитный настил; 6 — гидроизоляционный ковер; 7 — паронизация; 8 — теплоизоляция; 9 — цементная стяжка; 10 — поперечный прогон; 11 — накат из досок по черепным брускам; 12 — деревоплита толщиной 60 мм

следует отнести сравнительную хрупкость и возможность деформации асбестоцементных листов при увлажнении.

Листы коробятся при одностороннем увлажнении и дают усадку при высушивании, вследствие этого в закрепленных листах возникают значительные напряжения, которые иногда вызывают в них трещины и разрушают кровлю. Чтобы устранить коробление и замедлить усадку асбестоцементных листов, до укладки в покрытие их окрашивают с обеих сторон алюминиево-битумной краской (АЛ-177).

При особо неблагоприятных температурно-влажностных условиях (производственных и климатических) дополнительно устраивают компенсационные (деформационные) швы и прикрепляют листы упруго-податливыми (пружинными) клеммерами.

Кровли из волнистых асбестоцементных листов обыкновенного профиля проектируют с уклоном не менее 33° , а из листов усиленного профиля — не менее 25° .

Для устройства кровель промышленных зданий применяют волнистые асбестоцементные листы усиленного профиля, которые выпускают длиной 1750, 2000, 2300, 2800 и 3300 мм при

ширине 994 мм и высоте волны 75 или 80 мм. Их укладывают по прогонам, решаемым по многопролетной схеме. Листы располагают рядами параллельно коньку и соединяют между собой внахлестку. Нахлестку смежных листов одного ряда называют поперечной, а нахлестку листов соседних рядов — продольной. Поперечную нахлестку делают на одну волну. Величина продольной нахлестки зависит от уклона кровли и равна 150 или 220 мм.

Волнистые асбестоцементные листы укладывают двумя способами: со смещением на одну волну по отношению к листам предыдущего ряда и без смещения. При укладке листов со смещением первый лист в каждом ряду по ширине берут на одну волну меньше или больше ниже лежащего. При укладке листов без смещения в местах стыка производят обрезку углов листов. Закрепляют асбестоцементные

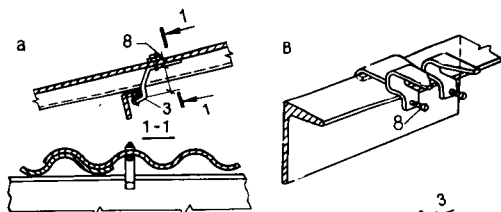


Рис. 41.12. Устройство неутепленных покрытий из асбестоцементных волнистых листов усиленного профиля ВУ

а — крепление листа на промежуточной опоре; б — то же, на крайней опоре; в — установка анкерного крепления на верхней полке швеллера; г — расположение пружинных клемм и анкерных креплений на листах покрытия; д — решение компенсационного шва; 1, 2 — сопрягаемые в шве волнистые листы; 3 — пружинная клемма; 4 — скоба; 5 — винты; 6 — металлическая шайба; 7 — асбестоцементный лоток; 8, 9 — анкерное крепление

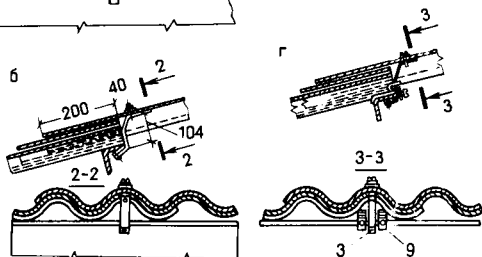


Рис. 41.13. Детали кровель из асбестоцементных волнистых листов усиленного профиля

а — коньковый узел; б — деформационный шов; в — при-
мыкание кровли к стене: 1 — коньковая доска; 2 — оцин-
кованная кровельная сталь; 3 — компенсатор; 4 — доска
компенсатора; 5 — фартук; 6 — прогон

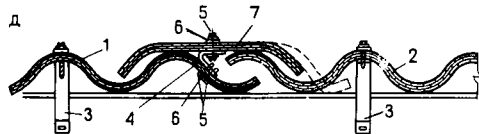
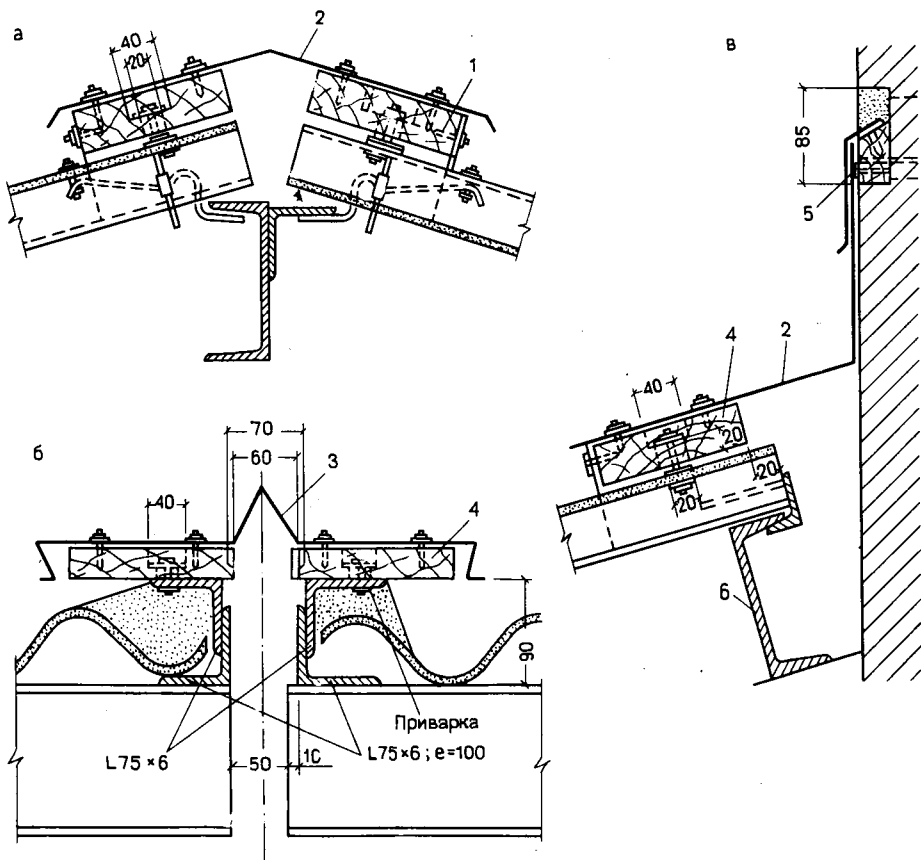


Рис. 41.14. Конструктивное решение ендовы и установка водосточной воронки в вентилируемом покрытии с алюминиевой кровлей

а — разрез по подложке; б — разрез по воронке; 1 — верх несущей конструкции покрытия; 2 — стальной прогон; 3 — стальной оцинкованный профилированный настил; 4 — теплоизоляция; 5 — гидроизоляционный ковер; 6 — защитный слой; 7 — водосточная воронка; 8 — стальной оцинкованный поддон; 9 — стальной оцинкованный лист; 10 — легкий бетон марки 50; 11 — алюминиевый профилированный настил; 12 — бруски, нарезанные из теплоизоляционных плит; 13 — деревянные антисептированные бруски; 14 — слой дополнительного гидроизоляционного ковра



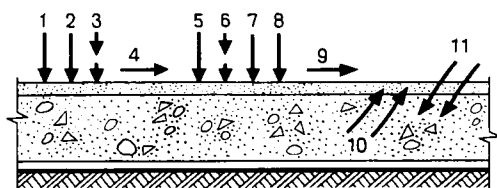


Рис. 42.1. Внешние воздействия на полы

1 — статические нагрузки; 2 — вибрационные нагрузки; 3 — динамические нагрузки; 4 — силы сдвига; 5 — температура окружающей среды; 6 — тепловые удары; 7 — агрессивные химические вещества в виде газа, жидкости или аэрозолей; 8 — жидкая и парообразная влага; 9 — статическое электричество; 10 — блуждающие токи; 11 — биохимическое воздействие

и ванн и др. Тепловые воздействия могут быть постоянными или импульсными, т. е. носить характер тепловых ударов.

В некоторых случаях на полы воздействуют воды и растворы нейтральной реакции, минеральные масла и эмульсии, органические растворители (бензин, керосин), кислоты, щелочи, ртуть. Эти воздействия могут быть систематические, периодические или случайные.

Есть отрасли промышленности, производственный процесс которых сопровождается выделением аэрозолей. Соприкасаясь с поверхностью пола, они могут выпадать в виде конденсата, в некоторых случаях агрессивного. Для предприятий пищевой промышленности характерно воздействие на полы животных жиров, растительных масел, органических кислот. На предприятиях молочной и некоторых других отраслей промышленности имеют место случаи и биохимического воздействия на полы.

В гидрометаллургических цехах цветной металлургии электролизные установки — источники блуждающих токов, которые вызывают интенсивную коррозию металла, воздействуя на арматуру железобетонных плит или на закладные стальные детали пола при наличии одновременно химической агрессивной среды.

В связи с указанным при выборе покрытия и конструкции пола учитывают технологические воздействия, передаваемые на него, санитарно-гигиенический режим, который должен быть в помещении, а также технико-эконо-

мические показатели, характеризующие различные варианты покрытий и конструкций полов.

Требования, предъявляемые к полам. Помимо общих требований к полам, рассмотренным ранее (см. § 54 в кн.: Архитектура гражданских и промышленных зданий. Том III. Жилые здания. М., 1983), к полам промышленных зданий (учитывая характерные на них воздействия) предъявляют и специальные. К таким требованиям относятся: повышенная механическая прочность при воздействии на пол больших нагрузок статического и динамического характера, хорошая сопротивляемость истиранию, несгораемость и жаростойкость, стойкость в отношении физико-химических и биологических воздействий, при взрывоопасных производствах полы не должны давать искр при ударах и движении безрельсового транспорта, полы должны обладать диэлектричностью, по возможности быть бесшовными.

При выборе типа пола в первую очередь учитывают те требования, которые в условиях данного производства наиболее важные.

При этом следует принимать во внимание не только первоначальную стоимость пола, но и эксплуатационные расходы. В промышленном здании в одном помещении может оказаться необходимым устраивать полы нескольких типов. Однако число их следует ограничивать.

При проектировании полов промышленных зданий учитывают: расположение и размеры оборудования, которое устанавливают непосредственно на пол, на перекрытие или на специально устраиваемые для этого фундаменты; наличие каналов, приямков, бесканальных инженерных сетей под полом и в его толще, проездов и проходов у рабочих мест, путей широкой и узкой колеи; расположение и размеры зон распространения механических, тепловых, химических, влажностных и других воздействий на пол и характер этих воздействий.

Тип и конструкцию пола выбирают в соответствии с указаниями норм, в которых в зависимости от вида и ин-

тенсивности воздействий приведены соответствующие рекомендации.

Конструктивные схемы полов. Конструкция пола состоит из покрытия, прослойки, стяжки, гидроизоляции, подстилающего слоя и тепло- или звукоизоляционных слоев.

В промышленных зданиях полы классифицируют в зависимости от типа и материала покрытия и подразделяют на три основные группы.

Первая группа — полы сплошные или бесшовные. Они могут быть:

а) на основе естественных материалов: земляные, гравийные, щебеночные, глинобитные, глинобетонные, комбинированные;

б) на основе искусственных материалов; бетонные, сталебетонные, мозаичные, цементные, шлаковые, асфальтовые, асфальтобетонные, дегтебетонные, ксилолитовые, полимерные (в виде мастик, растворов и бетонов).

Вторая группа — полы из штучных материалов: каменные — булыжные, брусчатые, кирпичные и клинкерные; из плиток и плит бетонных, железобетонных, металлоцементных, мозаичных — террацо, асфальтовых, асфальтобетонных, дегтебетонных, ксилолитовых, керамических, лещадных из каменного литья, чугунных, стальных, пластмассовых, древесно-волоконистых, литых шлаковых, шлакоситаловых; деревянные — торцовые и дощатые.

Третья группа — полы из рулонных и листовых материалов: рулонные — из линолеума, резины, синтетических ковров; листовые — из винилпласта, древесно-волоконистых и древесностружечных листов.

Прослойку устраивают в штучных полах или полах из рулонных и листовых материалов. Материал прослойки подбирают в зависимости от характера технологического процесса, требований, предъявляемых к конструкции пола, и типа его покрытия. Чаще всего прослойку выполняют: при динамических нагрузках — из средне- и крупнозернистого песка; при воздействиях на пол воды, масел, керосина, бензина и щелочей средней агрессивности — из цементно-песчаного рас-

твора; при воздействиях кислот, масел и воды — из раствора на жидком стекле; при воздействиях воды, щелочи средней агрессивности, кислот соляной и серной концентрации до 20% и азотной концентрацией до 15% — из битумной мастики; при действии высокоагрессивных щелочей и минеральных масел — из дегтевой мастики. Кроме того, прослойки могут быть из магниевого раствора, специальных мастик, клея и др.

Стяжку выполняют по тепло- или звукоизоляционному слою перекрытий при беспустотных полах; по подстилающему слою или перекрытию при полах дощатых и из линолеума, а также при полах из плиток, укладываемых по прослойке из битумной или дегтевой мастики; по перекрытиям для придания полу уклона.

Толщина стяжки зависит от типа покрытия пола и составляет 15—25 мм в том случае, когда тепло- или звукоизоляционный слой устроен из легких или ячеистых бетонов марки 35 и 30—50 мм, когда этот слой выполнен из несжимаемых плит (например, асбестоцементных) или из сыпучих материалов (например, шлака). Материал стяжек — бетон или цементно-песчаный раствор марок 50—100.

Гидроизоляцию устраивают в целях защиты конструкций перекрытия от производственных жидкостей в виде обмазки из двух слоев битумной или дегтевой мастики (рис. 42.2, а), из двух или трех слоев рулонных материалов на соответствующих мастиках или в виде плиточной гидроизоляции (из керамических или каменных литых плит на прослойке из раствора на жидком стекле), расположенной по оклеечной изоляции (рис. 42.2, б).

Гидроизоляцию от грунтовых вод выполняют из литого асфальтобетона или дегтебетона по щебню, втрамбованному в грунт, либо в виде пропитки слоя щебня битумом или дегтем, либо путем устройства гидроизоляции из двух слоев рулонного материала (рис. 42.2, в).

Подстилающий слой устраивают при беспустотных полах на грунте, за исключением полов земляных, шла-

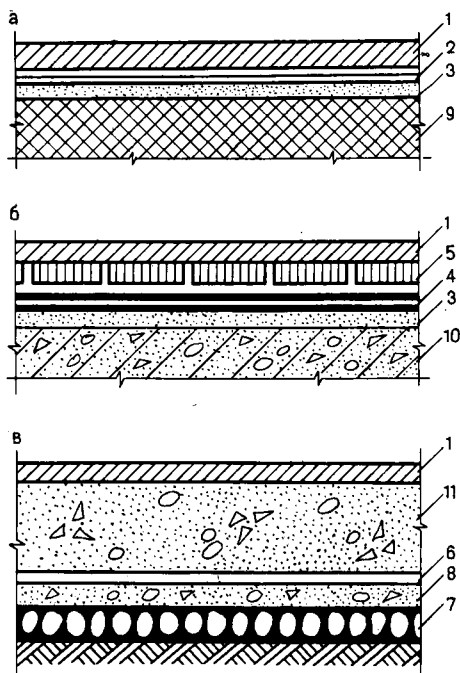


Рис. 42.2. Устройство гидроизоляции в полах
 а, б — гидроизоляция от сточных вод и других жидкостей; в — гидроизоляция от грунтовых вод: 1 — покрытие; 2 — два слоя битумной или дегтевой мастики; 3 — стяжка; 4 — рулонная гидроизоляция; 5 — плиточная гидроизоляция; 6 — гидроизоляционный слой из литого асфальтобетона или дегтебетона; 7 — щебень, пропитанный битумом и втрамбованный в грунт; 8 — стяжка; 9 — звукоизоляция; 10 — плита перекрытия; 11 — подстилающий слой

ковых, гравийных, щебеночных, глинобитных и глинобетонных (в таких полах покрытие пола совмещает и функции подстилающего слоя), а также в полах с подпольем, устраиваемых на грунте, если несущая способность последнего недостаточна для восприятия давления от столбиков пола.

Подстилающие слои бывают: несвязанные (песок и колотый камень) и связанные жесткие. Связанные жесткие подстилающие слои делают из бетона, асфальтобетона, дегтебетона, кислотоупорного бетона на жидком стекле и др. Иногда подстилающие слои решают комбинированными в два слоя: верхний подстилающий слой из асфальто- или дегтебетона, а нижний подстилающий слой из щебня, камня или металлургического шлака.

Тепло- и звукоизоляционные слои при устройстве полов на междуэтажных перекрытиях выполняют из плит легких или ячеистых бетонов или дре-

весно-волоконистых, а иногда решают в виде засыпок из гранул керамзита, зольного гравия, шлака и др.

§ 43. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПОЛОВ

1. Полы сплошные или бесшовные

Земляные полы устраивают в цехах, где возможны воздействия на пол больших статических и динамических нагрузок, а также высоких температур. Для земляных полов применяют грунты, оптимальный гранулометрический состав которых подбирают на основании норм (СНиП ААВ. 8-71. Полы. Нормы проектирования).

Земляной пол выполняют чаще всего в один слой толщиной 200—300 мм с послойным уплотнением. В целях уплотнения покрытия пола в него вносят добавки гравия, шлака, щебня. В помещениях, где отсутствуют воздействия на пол высоких температур, возможна обработка поверхности пола нефтебитумами.

Земляные полы негорюемые, имеют нескользкую поверхность, стойки к высоким температурам (до 1400 °С), дешевы в осуществлении. Недостатки земляных полов: большая пыльность и истираемость, нестойкость при воздействии воды, кислот и щелочей.

Гравийные, щебеночные и шлаковые полы применяют в проездах для транспорта на резиновом ходу и в складах.

Гравийные и щебеночные полы устраивают из двух или трех слоев гравия или щебня. Покрытие пола представляет собой гравийно-песчаную смесь толщиной 100—200 мм с последующим уплотнением катками. Для щебеночных полов применяют однородный по прочности щебень из каменных пород или нераспадающихся металлургических шлаков плотной кристаллической структуры. Поверхность щебеночного пола сверху посыпают щебнем крупностью 15—25 мм и каменной мелочью крупностью 5—15 мм. Для нижнего слоя применяют крупный гравий или щебень крупностью 60—75 мм, а для верхних слоев — 30—35 мм и менее.

Для получения непылящей поверх-

ности, стойкой против внешних механических воздействий и влаги применяют щебеночные полы с пропиткой битумом. Конструктивно эти полы выполняют аналогично щебеночным, но верхний слой толщиной 40—80 мм устраивают из черного щебня (щебень, обработанный битумом).

Для шлаковых полов используют каменноугольные шлаки.

Глинобитные, глинобетонные и комбинированные полы применяют в складских помещениях, а также в помещениях, в которых пол подвержен ударам от падения тяжестей и воздействиям высоких температур. Глинобитная смесь состоит из 15—30% глины и 85—70% песка. В глинобетоне к глинобитной смеси добавляют 20—25% гравия, щебня или шлака. Комбинированный пол устраивают двухслойным: нижний слой глинобитный, а подверженный большому износу верхний слой толщиной 50—70 мм — глинобетонный.

Такие полы негоряемы, выдерживают температуру нагрева до 500 °С, но имеют большую истираемость и пыльность.

Бетонные полы применяют в помещениях, где пол подвергается систематическому увлажнению или воздействию минеральных масел, а также в проездах при движении транспорта на резиновых и металлических шинах и гусеничном ходу.

Толщина покрытия зависит от характера механического воздействия, передаваемого на него, и может быть 50—100 мм; покрытие делают из бетона марок 200—300. Поверхность пола после начала схватывания бетона затирают. На рис. 43.1, а показано устройство пола по грунту, а на рис. 43.1, б — по перекрытию. Если к конструкции пола предъявляют требования термостойкости, то его покрытие выполняют из жароупорного бетона (рис. 43.1, г), который укладывают в два слоя. Верхний слой армируют сварными сетками из арматурной стали диаметром 5—6 мм с размером ячеек 80×80 мм.

В помещениях, где полы должны обладать кислотостойкостью, их устра-

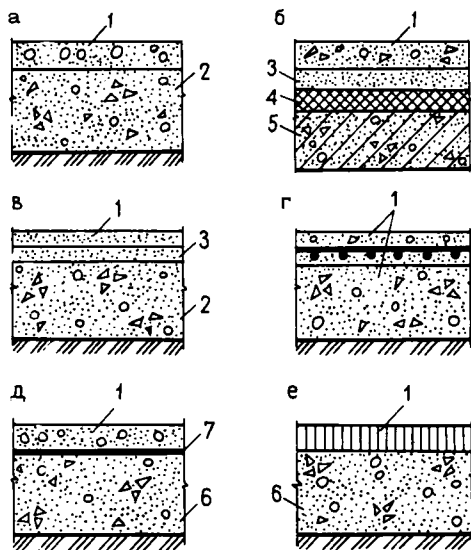


Рис. 43.1. Бетонные и асфальтобетонные полы

а — бетонный по грунту; б — бетонный по перекрытию; в — металлобетонный по грунту; г — из жароупорного бетона; д — из кислотоупорного бетона; е — из асфальтобетона; 1 — покрытие; 2 — бетонный подстилающий слой; 3 — стяжка; 4 — тепло- или звукоизоляционный слой; 5 — плита перекрытия; 6 — подстилающий слой; 7 — гидроизоляционный слой

ивают из кислотоупорного бетона (рис. 43.1, д). Вяжущим в таких бетонах служит жидкое стекло, заполнители — щебень, песок и пылевидную добавку изготовляют из кислотостойких каменных материалов. Для ускорения твердения бетона в его состав вводят кремнефтористый натрий. Кислотоупорный бетон толщиной 50 мм укладывают по гидроизоляционному слою. Через 20 суток после укладки его поверхность окисляют водным раствором серной кислоты.

При необходимости щелочестойкости пола применяют бетон на портландцементе или шлакопортландцементе с содержанием не более 5% трехкальциевого алюмината, щебень, гравий, песок и пылевидный заполнитель из плотных известняковых или изверженных пород.

Для увеличения прочности покрытия бетонного пола на истирание в его состав добавляют стальные или чугунные стружки и опилки крупностью до 5 мм. Такой пол носит название металлобетонного (рис. 43.1, в). Опилки и стружка должны быть чистыми, поэтому их перед употреблением отжигают и отмывают бензином.

Для придания покрытию пола нужного цвета в состав бетона могут быть введены пигменты или мелкий щебень и песок, изготовленные из полирующих твердых пород (мрамора, гранита, базальта и др.). Такие полы называют мозаичными (террацевыми). Поверхность бетонного или мозаичного пола может быть подвергнута шлифовке, что предупреждает выкрашивание щебня, гравия и мраморной крошки. Чтобы уменьшить водопроницаемость и истираемость пола, применяют флюатирование его поверхности. Флюатами служат водные растворы кремнефтористоводородной кислоты или цинковых, магниевых и алюминиевых ее солей.

Под бетонные полы делают жесткий подстилающий слой из бетона толщиной 80—200 мм в зависимости от нагрузок и прочности основания.

Цементные полы применяют в тех же случаях, что и бетонные, но при отсутствии больших нагрузок. Цементные полы выполняют толщиной 20—30 мм из цементного раствора составов 1:2—1:3 на цементах марки 300—400. Для белых цементных полов применяют белый или разбеленный обыкновенный цемент, для получения цветных в раствор добавляют светостойчивые минеральные пигменты.

Цементные полы могут быть выполнены, как и бетонные, щелочестойкими, мозаичными, металлоцементными и с флюатированием или железнением поверхности.

Из-за большой хрупкости цементно-песчаного покрытия под него устраивают жесткий подстилающий слой.

Асфальтовые и асфальтобетонные полы. Асфальтовые полы обладают целым рядом положительных свойств: они водонепроницаемы, имеют сравнительно небольшой коэффициент теплоусвоения, нескользкие, эластичны (удобны для ходьбы), их легко ремонтировать. Однако такие полы невозможно устраивать в горячих цехах, при действии длительных сосредоточенных нагрузок в них образуются вмятины, они нестойки при действии бензина, керосина, минеральных масел, органических растворителей.

Асфальтовые полы выполняют из литой асфальтовой массы, которая состоит из измельченного известняка или песчаника, битума и песка. Подстилающим слоем под такие полы могут быть уплотненный щебень, гравий, булыжник или бетон невысокой марки минимальной толщиной 80—100 мм.

Асфальтовую массу укладывают в горячем виде слоем толщиной 25 мм, а в некоторых случаях, когда нужно получить более эластичный и прочный пол, двумя слоями общей толщиной 40 мм. Хорошее сопротивление таких полов действию высокоагрессивных щелочей и минеральных масел достигается изготовлением асфальтовой смеси на каменноугольном дегте. Однако асфальтовые полы при интенсивном движении по ним образуют пыль, которая вредно действует на здоровье человека.

Асфальтобетонные полы применяют в тех же случаях, что и асфальтовые, но при наличии значительных нагрузок (рис. 43.1, е). Асфальтобетонные полы трудносгораемы, имеют малую пыльность, несколько, малошумны. Сравнительно невысокая стоимость и ряд положительных качеств обусловили их широкое распространение.

Асфальтобетон отличается от асфальтовой массы тем, что в него вводят щебень или гравий и пылевидный заполнитель — колошниковую пыль, золы каменных углей, сланцев и др. Толщина асфальтобетонного покрытия пола зависит от величины механического воздействия и составляет 50—100 мм.

Для получения безыскрового и неэлектропроводного асфальтобетона применяют волокнистые заполнители в виде древесных опилок крупностью не более 5 мм, асбеста и торфяной крошки. Для щелочестойкого асфальтобетона применяют щебень, гравий, песок и пылевидный заполнитель из плотных известняковых или изверженных пород либо из основных нераспадающихся металлургических шлаков.

Полы на основе полимеров обладают разнообразными свойствами и поэтому в настоящее время получают

все большее распространение как в производственных, так и во вспомогательных помещениях.

Бесшовные полы на основе полимеров выполняют в виде мастик, растворов и бетонов. Мастики, образующие покрытие пола, состоят из полимерного вяжущего, пылевидного наполнителя, пигмента и растворителя. При применении растворов в состав покрытия пола добавляется мелкий заполнитель, а при применении бетона — крупный. В качестве полимерных вяжущих используют различные смолы и эмульсии, как, например, смесь поливинилацетатной эмульсии и карбомидной смолы, эпоксидные, фурановые, алкидные, инденокумароновые и др. Употребляют также комплексное вяжущее, включающее поливинилацетатную эмульсию и высокомарочный портландцемент. Исследования показали, что при этом первоначальная прочность на сжатие раствора или бетона получается несколько меньше по сравнению с обычной, но в два-три раза повышается прочность при растяжении и ударных нагрузках. Кроме того, в этом случае пол имеет меньшую истираемость, а следовательно, и пыльность, и лучшее сцепление с прослойкой или подстилающим слоем.

Пылевидными наполнителями служат маршаллит или тонкоизмельченные каменные материалы светлой расцветки (кварцевый песок, гранит, мрамор и др.). Для получения теплых полов изготавливают мастики на древесных опилках, пробке, асбесте и других пористых материалах, которые измельчают также до пылевидного состояния. Мелким заполнителем для растворов и бетонов служит крупно- или среднезернистый песок.

При необходимости защиты ниже-расположенных помещений от гамма-лучей в состав пола по перекрытию, выполняемого из раствора на полимерах, вводят баритовый песок или баритовый концентрат, а для получения полов, стойких против истирания, вводят абразивные материалы, как, например, корунд или наждак.

В качестве крупного заполнителя для бетонов применяют щебень твер-

дых пород (мрамор, гранит, базальт, диабаз и др.) при крупности фракции 5—10 мм.

Для безыскровых полимерных полов используют щебень и песок из известняка, мрамора или других подобных материалов. Для придания полимерному полу цвета в состав вводят минеральные, органические пигменты или химические соединения.

Толщина покрытия полов зависит от условий их эксплуатации и интенсивности движения. Так, в помещениях зданий легкой промышленности и приборостроения без ударных нагрузок и с транспортом на мягком ходу устраивают мастичные двухслойные покрытия общей толщиной 3—4 мм или из растворов толщиной 6—10 мм. В помещениях, где возможны ударные нагрузки и движение транспорта на жестком ходу, устраивают однослойные мастичные покрытия из раствора толщиной 7—10 мм, или двухслойные наливные толщиной 10—14 мм, или однослойные из полимерцементного бетона толщиной 30—40 мм.

Стяжку под покрытие пола выполняют из цементно-песчаного раствора марки 50—100 толщиной 20—40 мм; из теплого бетона марки 50—100 толщиной 30—50 мм; из ксилолита толщиной 15—20 мм; из древесно-волоконистых и древесно-стружечных плит и других материалов. Подстилающие слои делают связанными, жесткими. Для повышения гигиеничности, водостойкости и улучшения вида полимерных покрытий их поверхность покрывают лаком. Рекомендуется применять смесь лаков: пентафталевого № 170 и масляно-смоляного № 4С.

В настоящее время наибольшее распространение получили следующие типы полов:

а) **поливинилацетатные мастичные полы** устраивают в производственных и во вспомогательных помещениях при повышенных требованиях к чистоте. Такие полы обладают высокой износостойкостью, не разрушаются при действии масел и нефтепродуктов, эластичны и гигиеничны. Недостатки этих полов — слабая водостойкость,

значительная чувствительность к воздействиям кислот, щелочей и других агрессивных веществ, а также к большому статическим и ударным нагрузкам;

б) **фуранорастворные полы** изготавливают на основе фурановых смол и в виде пластраторов, которые обладают высокими физико-механическими свойствами, особенно против воздействия кислот, щелочей, солей, растворителей и масел. Покрытие таких полов может выдержать эксплуатационную температуру до 200°C, большие нагрузки, слабо истираемо и разрушается только под действием сильных окислителей;

в) **эпоксидно-бетонные полы**, обладающие высокой прочностью при сжатии, твердостью, водостойкостью, хорошо работающие в кислых и щелочных средах, устраивают в два или три слоя, нижний из которых имеет наибольшее количество наполнителя (как правило, из стойких по отношению к агрессивным веществам материалов); в верхних слоях увеличивают процент содержания смолы;

г) **поливинилацетатно-цементно-бетонные** полы могут иметь рядовое или мозаичное покрытие. При рядовом покрытии поверхность затирают, при мозаичном шлифуют до обнаружения крупного заполнителя. Такие полы обладают высокой прочностью на сжатие, не пылят, не выкалываются при случайных ударах груза, выдерживают температуру нагрева до 50°C. Полы разрушаются в результате движения по ним транспорта на гусеничном ходу, волочения твердых предметов и там, где имеются даже небольшие воздействия на пол растворов кислот, щелочей и минеральных масел, а также при длительном воздействии на пол воды, эмульсий, растворов и других жидкостей.

2. Полы из штучных материалов

Булыжные и брусчатые полы устраивают в помещениях, в которых полы подвергаются значительным динамическим или статическим воздействиям, действию высоких температур, в проездах с интенсивным

движением транспорта на гусеничном ходу и на колесах со шпорами.

Для булыжных полов применяют булыжный или колотый камень высотой 120—200 мм. Размеры камня по лицевой поверхности должны быть 100—120 мм, а постель должна составлять не менее 60% площади лицевой поверхности. Подстилающие слои под такое покрытие делают из песка толщиной 60 мм. Камни заглубляют в песок на 1/3 высоты. После укладки булыжного покрытия его уплотняют трамбовками или катками с расщепенкой швов и с засыпкой поверхности песком.

Булыжные полы несгораемы, имеют среднюю истираемость и пыльность, нескользкие, однако шумны при движении транспорта.

Брусчатые полы (рис. 43.2). Брусчатку изготавливают из гранита, диабазы, базальта и другого прочного материала или отливают из нераспадающихся доменных шлаков.

Подстилающий слой под брусчатый пол выполняют из песка, шлака, гравия, щебенки и др. Высота брусчатого камня берется при песчаном подстилающем слое 120—160 мм (см. рис. 43.2, а), а при других слоях — 100—120 мм (см. рис. 43.2, б).

Прослойка, укладываемая по подстилающему слою, может быть выполнена из песка толщиной 30—40 мм (см. рис. 43.2, б), из цементно-песчаного раствора толщиной 10—15 мм и битумной или дегтевой мастики толщиной 2—5 мм, из раствора на жидком стекле толщиной 10—15 мм. Швы между брусчаткой заполняют материалами, из которых выполнена прослойка. Брусчатку укладывают рядами с перевязкой швов в смежных рядах на 1/2—1/3 длины камня перпендикулярно направлению движения или рядами, направленными один относительно другого под углом 45°, если движение имеет взаимно перпендикулярные направления (см. рис. 43.2, в).

Характеристика пола из брусчатки в основном зависит от материала, из которого выполнена прослойка и заполнение швов. Так, полы из брусчатки с прослойкой из битумной или дег-

тевой мастики относят к трудногораемым и беспыльным, а с остальными типами прослоек — к несгораемым. малопыльным и малоистираемым. Полы из брусчатки с любой прослойкой при увлажнении становятся скользкими.

Соответствующим подбором материалов для одежды прослойки, подстилающего слоя и гидроизоляции может быть обеспечена химическая стойкость и водонепроницаемость брусчатых полов.

Полы из кирпича дешевле, но менее прочны по сравнению с булыжными и брусчатыми. При соответствующем заполнении швов полы становятся химически стойкими против действия кислот, щелочей, масел. Кирпичные полы относят к несгораемым холодным, за исключением полов на битумной или дегтевой мастике, которые трудногораемы, и полов из обыкновенного кирпича, которые относят к полутеплым.

Для этих полов применяют кирпич глиняный обыкновенный, пропитанный дегтем или битумом, клинкерный и кислотостойкий. Кирпич укладывают на ребро или плашмя (см. рис. 43.2, *г-е*). Для пола из клинкерного кирпича подстилающие слои и прослойку осуществляют из тех же материалов, что и для пола из брусчатки. При укладке плашмя прослойку и заполнение швов делают из раствора на жидком стекле или из битумной или дегтевой мастики. Кислотостойкий кирпич укладывают на ребро или плашмя по прослойке из тех же материалов, что и клинкерный кирпич, укладываемый плашмя. Обыкновенный глиняный кирпич марки не ниже 100, пропитанный дегтем или битумом, укладывают только на прослойке из битумной или дегтевой мастики. Кирпич укладывают в плане прямыми рядами, косыми или в «елку» (см. рис. 43.2, *ж*).

Плиточные полы подробно рассмотрены ранее (см. Архитектура гражданских и промышленных зданий. Том III. Жилые здания. § 54. М., 1983). Здесь внимание уделяется только плиточным полам, наиболее харак-

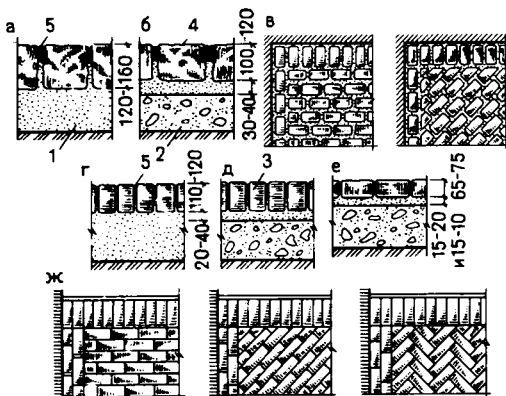


Рис. 43.2. Полы из брусчатки и кирпича

а — пол из брусчатки на песчаном подстилающем слое; *б* — пол из брусчатки на бетонном подстилающем слое; *в* — примеры раскладки брусчатки в плане; *г* — пол из кирпича на песчаном подстилающем слое; *д* — пол из кирпича на ребро на бетонном подстилающем слое; *е* — пол из кирпича, укладываемого плашмя, на бетонном подстилающем слое; *ж* — примеры раскладки кирпича в плане: 1 — песок; 2 — бетон; 3 — кирпич; 4 — брусчатка; 5 — цементный раствор или битумная мастика

терным для промышленных зданий. Плитки укладывают по прослойке из цементно-песчаного раствора, раствора на жидком стекле или на специальных мастиках. Полы из плиток на грунте устраивают на жестком подстилающем слое.

Полы из шлакоситалловых плит обладают диэлектричностью, разнообразием цвета, беспыльностью, малой истираемостью, долговечностью, химической стойкостью, термостойкостью. Плиты имеют высокую прочность при сжатии и изгибе. Выдерживают воздействие температуры до 750° С.

Шлакоситалловые плиты изготовляют из металлургических шлаков, в которые вводят специальные добавки и модификаторы, когда шлак находится в огнежидком состоянии. После формовки и термообработки получают изделия, имеющие кристаллизованную структуру. В шлакоситалловых плитах кристаллы имеют размер в несколько микрон, а прослойки между кристаллами из стеклофазы — в один микрон. Требуемая механическая прочность и термические свойства достигаются регулировкой кристаллизации и состава кристаллической фазы. Шлакоситалловые плиты изготовляют 300 × 300, 150 × 450, 600 × 600 мм при

толщине 10—50 мм. Шлакоситалловые плиты укладывают по прослойке, материал для которой выбирают в зависимости от условий эксплуатации.

Полы из литых шлаковых плиток устраивают на погрузочно-разгрузочных площадках, в складах, в цехах со значительными механическими воздействиями на пол. Такие полы не рекомендуют устраивать на участках, где они находятся под постоянным воздействием расплава металла и высоких температур.

Форма литых шлаковых плиток квадратная или шестигранная со сторонами 250 и 150 мм и толщиной 30 и 60 мм. Плитки изготовляют из доменных шлаковых расплавов металлургических комбинатов. Материал прослойки выбирают в зависимости от условий эксплуатации.

Эти полы несгораемы, беспыльны, несколько при рифленой поверхности, неэлектропроводны, но холодные, «шумные» и искрящие при ударах. В целях индустриализации работ по устройству полов из таких плиток их выполняют в виде укрупненных панелей. Размер панели $1200 \times 950 \times 120$ мм. Каждая панель состоит из 12 плиток.

Полы из плит и плиток, выполненных на основе синтетических материалов. При наличии повышенных требований в отношении прочности, водостойкости и химической стойкости применяют полы из плит, выполненных из пластбетона. Пластбетон представляет собой смесь синтетического вяжущего минерального наполнителя.

Плиты делают ребристыми размером 1000×1000 мм при толщине ребра 50—60 мм и плиты 10—30 мм. Их изготовляют на фурановой или полиэфирных смолах. При необходимости на поверхность плит наносят абразивное покрытие. Швы между плитами толщиной 8—10 мм заполняют жесткими мастиками на эпоксидной смоле. Для придания большей жесткости плиты армируют стеклотканью и стеклопластиковыми. Плиты укладывают по прослойке из термопластичной пленки полиизобутилена, полиэтилена или пластифицированно-

го поливинилхлорида (пластиката). Подстилающий слой, как правило, делают жестким из бетона или железобетона.

Рассматриваемые полы имеют такие же свойства, как и бесшовные пластбетонные, их можно устраивать в помещениях химических производств с высокой агрессивной средой.

Полы из поливинилхлоридных, кумароно-поливинилхлоридных, кумароновых, резиновых и фенолитовых плиток имеют толщину 3—5 мм, фенолитовых 4 и 6 мм, всех остальных 3 мм. Размеры кумароновых плиток 150×150 ; 200×200 мм; фенолитовых 150×150 мм, всех других — 150×150 ; 200×200 и 300×300 мм.

Плитки выпускают различных окрасок, что позволяет разнообразно решать интерьер производственных помещений. Лицевая поверхность плиток может быть матовая, полуглянцевая и глянцевая. Плитки укладывают либо на специальных мастиках, либо прослойку выполняют из традиционных материалов. Используют также плотные мастики из фенольных или фурановых смол.

Полы из кумароновых плиток применяют в помещениях с нормальным влажностным режимом, без загрязнения их в процессе эксплуатации нефтепродуктами и маслами. Фенолитовые плитки используют в производственных цехах и лабораториях зданий для устройства полов повышенной механической прочности и химической стойкости.

Полы из фенолитовых плиток прочнее керамических, кислотостойки, водостойки, паро- и водонепроницаемы, ртутенепроницаемы, выдерживают температуру нагрева до 140°C . Однако дефицитность и высокая стоимость смол, требующихся для изготовления фенолитовых плиток, сдерживают их широкое применение.

Полы из поливинилхлоридных плиток достаточно прочны, водостойки, бесшумны, несколько, обладают хорошей эластичностью, противостоят действиям минеральных масел и большинства слабых растворов кислот.

Полы из кумароно-поливинилхло-

ридных, кумароновых и резиновых плиток применяют в цехах промышленных предприятий, где отсутствуют агрессивная среда и большие статические и ударные нагрузки.

Полы из чугунных и стальных плит по условиям экономии металла устраивают только в том случае, если они не могут быть заменены другими. Их применяют в основном в горячих цехах черной и цветной металлургии, где имеют место воздействия высоких температур и значительные местные нагрузки.

Чугунные плиты выпускают двух типов: для укладки на песке $248 \times 248 \times 42$ мм (рис. 43.3, а), для укладки на растворе $298 \times 298 \times 30$ мм (рис. 43.3, б) с гладкой или рифленой поверхностью. При устройстве пола по грунту, по нежесткому подстилающему слою под чугунные плиты укладывают слой крупно- или среднезернистого песка толщиной 60 мм, а при настилке чугунных плит по железобетонному перекрытию или жесткому основанию толщину прослойки назначают 60—250 мм или делают ее из песка, приготовленного из жаростойких материалов (каменноугольного шлака, боя шамотного кирпича и др.) толщиной 60—150 мм.

Для соединения плит между собой по их граням устроены специальные опорные выступы. Каждую плиту опирают на соседние и она является сама опорой для прилегающих к ней плит (рис. 43.3, в).

Полы из чугунных плит относят к негорючим, малопыльным, холодным, «шумным», не скользким при рифленой поверхности плит, электропроводным и искрящим при ударах. Они водостойки при отсутствии застойных и систематически текущих жидкостей, стойки против действия масла, керосина и бензина, но нестойки против действия кислот и щелочей. Каждая плита может воспринимать нагрузку до 3 т, выдерживать удары от твердых предметов в 10 кг, падающих с высоты 1 м, и температуру до 1400°C .

Чугунные плиты, укладываемые на растворе, имеют дырчатую поверхность, а снизу ребра и шипы. Такое

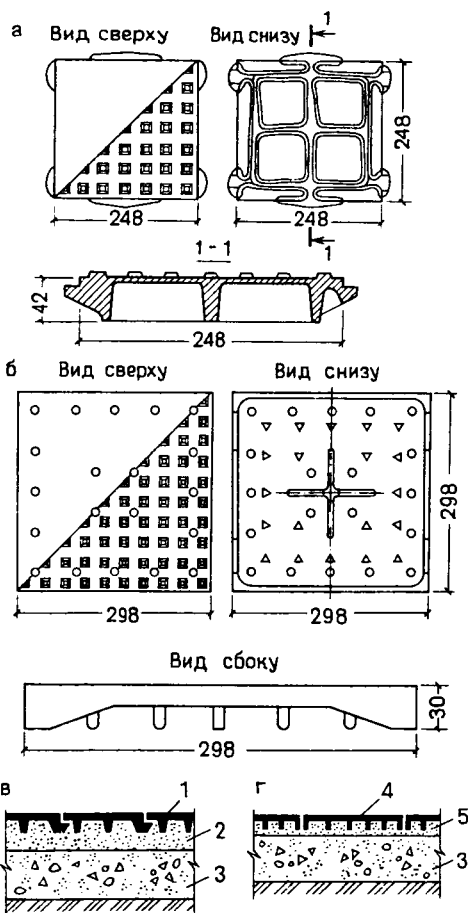


Рис. 43.3. Полы из чугунных плит

а — плита с опорными выступами; б — плита дырчатая; в — пол по грунту с применением чугунных плит с опорными выступами; г — пол по грунту с применением чугунных дырчатых плит; 1 — чугунная плита с опорными выступами; 2 — песчаная прослойка; 3 — подстилающий слой из бетона; 4 — чугунная дырчатая плита; 5 — прослойка из цементно-песчаного раствора

решение обеспечивает лучшее сцепление плиты с раствором прослойки. Прослойку выполняют из цементно-песчаного раствора марки не ниже 150 толщиной 30—35 мм (рис. 43.3, г). Полы из чугунно-дырчатых плит, укладываемые на растворе, имеют те же характеристики, что и полы из чугунных плит с опорными выступами, за исключением того, что они воспринимают в два раза большую ударную нагрузку, но температура нагрева пола может быть не выше 100°C . Более высокая температура нагревает плиты и деформирует прослойку пола из цементно-песчаного раствора.

Полы из стальных дырчатых плит применяют при значительных ударных нагрузках. Плиты изготовляют штамповкой из листовой стали. Отверстия прямоугольные, продавленные с трех сторон с отгибом «языка».

Полы из чугунных и стальных плит рассчитаны на движение по ним любого транспорта, включая на колесах со шпорами и на гусеничном ходу.

Деревянные полы в промышленных зданиях по характеру покрытия бывают торцовые и дощатые. Для торцового покрытия применяют деревянные шашки прямоугольной или шестигранной формы. Шашки изготовляют из древесины хвойных и твердых лиственных пород. Перед укладкой шашки антисептируют. Полы выкладывают из шашек, устанавливаемых торцом на прослойку из песка толщиной 10—20 мм или из битумной мастики толщиной 2—3 мм (рис. 43.4, а, б).

Подстилающий слой выполняют из глинобетона, гравия, щебня, иногда из бетона или асфальтобетона. Шашку укладывают рядами, расположенными перпендикулярно направлению движения так, чтобы волокна древесины имели вертикальное направление; это увеличивает сопротивляемость их износу. Размер прямоугольных шашек 40—100 × 100—260 мм, шестигранных 120—200 мм, а высота 60 и 80 мм.

При устройстве торцового покрытия (независимо от материала прослойки) шашки погружают в горячую битумную мастику всеми гранями, кроме верхнего торца, и быстро укладывают в плотную одну к другой. Толщина швов между шашками не должна превышать 2 мм. Прямоугольную шашку укладывают с перевязкой швов не менее чем на 1/3 длины. Швы между шашками заполняют битумной мастикой (рис. 43.4, в). После окончания устройства пола его строгают, иногда покрывают жидкой смолой и посыпают песком. Полы из торцовой шашки в настоящее время устраивают редко из-за экономии древесины и трудности их очистки.

Дощатые полы подробно рассмотрены ранее (см. Архитектура гражданских и промышленных зданий. Том III.

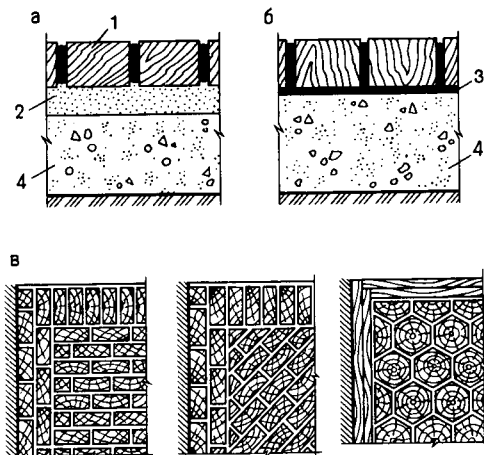


Рис. 43.4. Полы из торцевой шашки

а — при укладке по прослойке из песка; б — при укладке по битумной мастике на бетонный подстилающий слой; в — план пола при различных формах шашки: 1 — торцевая шашка; 2 — прослойка из песка; 3 — битумная мастика; 4 — подстилающий бетонный слой

Жилые здания. § 54. М., 1983). В промышленных зданиях их устраивают при небольших нагрузках в помещениях, где отсутствуют опасные в пожарном отношении производства и где нет мокрых процессов. Дощатые полы характерны также для вспомогательных зданий. Эти полы чаще всего настилают по лагам, которые из противопожарных соображений (чтобы не создавать подпольного пространства) заглубляют в стяжку или в подстилающий слой, если полы устраивают по грунту, а при устройстве пола по перекрытию — в звукоизоляцию. Лаги антисептируют, а подстилающий слой промазывают битумом.

3. Полы из рулонных и листовых материалов

К полам из рулонных материалов относятся полы из линолеума, к полам из листовых материалов — полы из сверхтвердых древесно-волоконистых плит (длина плит 1200—5400 мм, ширина 1200, 1600 и 1800 мм, толщина 3 и 4 мм), древесно-стружечных плит на водостойких смолах (длина плит 2500 и 3500 мм, ширина 1250—1750 мм, толщина 13—19 мм) и из листов винипласта.

В настоящее время в строительстве применяют следующие виды линолеумов: глифталевый (полиэфирный) на тканевой основе, поливинилхлоридный на тканевой основе, однослойный и многослойный (безосновный), на тепло- и звукоизолирующей основе (войлочной или пористой), коллоксилиновый однослойный безосновный.

Конструктивное решение полов из рулонных и листовых материалов рассмотрено ранее (см. Архитектура гражданских и промышленных зданий. Том III: Жилые здания. § 54. М., 1983). Поэтому здесь даются сведения о применении этих полов в промышленных зданиях.

Полы из линолеума и сверхтвердых древесно-волоконистых и древесно-стружечных плит устраивают в производственных и вспомогательных зданиях, где отсутствуют большие статические и динамические нагрузки, высокие температуры, воздействия на пол агрессивных жидкостей, интенсивное движение транспорта.

В производственных цехах с повышенными санитарно-гигиеническими требованиями и влажным эксплуатационным режимом наибольшее распространение получил поливинилхлоридный безосновный линолеум. В помещениях с нормальным температурно-влажностным режимом применяют поливинилхлоридный линолеум на теплозвукоизоляционной войлочной основе.

Полы из твердого листового винилпласта устраивают в химических лабораториях и производственных помещениях с агрессивной средой. Эти полы кислото- и щелочестойки, гигиеничны, но при температурных воздействиях коробятся, растрескиваются и отрываются от прослойки. Листы наклеивают горячей битумной мастикой или специальными клеями.

Детали полов. К конструктивным деталям полов относят: окаймление покрытия полов в местах их примыкания к полам других типов, примыкания полов к стенам, устройства деформационных швов, примыкания полов к каналам и приямам, устройство сточных лотков и трапов, устройство

полов в зоне железнодорожных путей.

Окаймление покрытия полов в местах их примыкания к полам других типов устраивают для защиты края пола от обмятия и выкрашивания.

В местах примыкания бетонных, цементно-песчаных, мозаичных и металлоцементных полов к полам других типов, в зонах значительных механических воздействий на пол (движение безрельсового транспорта, удары, вхождение твердых предметов) устанавливают окаймляющие стальные уголки 3×30 — 5×50 мм (рис. 43.5, а). Их крепят к подстилающему слою пола стальными анкерами, которые к уголкам прикрепляют сваркой. Анкеры изготовляют из полосовой стали и ставят через 0,5—0,6 м. При наличии в конструкции пола гидроизоляции в местах установки анкеров прокладывают дополнительные ее слои.

Крайние ряды чугунных плит закрепляют специальными крюками-анкерами, заделываемыми в бетонный бортик (рис. 43.5, б).

Для сплошных полов укладывают окаймляющие деревянные рейки, которые крепят гвоздями к антисептированным деревянным пробкам, устанавливаемым через 0,5—0,6 м (рис. 43.5, в).

Для полов из штучных материалов — брусчатки, кирпича, торцевой шашки — устраивают окаймляющий тычковый фризковый ряд из того же материала. В дощатых полах в местах примыкания к полам с нежестким подстилающим слоем укладывают фризковую доску.

Примыкание полов к стенам закрывают деревянными плинтусами и галтелями (рис. 43.6, а, б).

Плинтусы при сплошных, штучных полах и полах из плиток устраивают из полимерных материалов (рис. 43.6, в), из цементно-песчаного раствора (рис. 43.6, г), из плитки (рис. 43.6, д), из кирпича (рис. 43.6, е), из керамики или каменного литья (рис. 43.6, ж). Плинтусы улучшают внешний вид пола и защищают стены от случайных механических и других воздействий, например, при уборке.

Устраиваемый в полу гидроизоляция

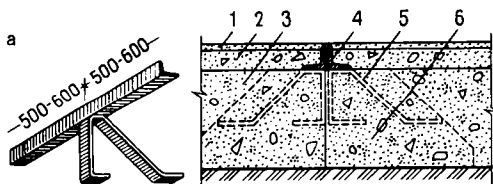


Рис. 43.5. Примыкание полов различных типов друг к другу
а — примыкание сплошных покрытий полов; б — примыкание полов из чугунных плит к полу со сплошным покрытием; в — примыкание полов с использованием деревянной рейки: 1 — покрытие пола; 2 — прослойка; 3 — подстилающий слой; 4 — окаймляющий уголок; 5 — анкер; 6 — бетон для заделки анкера; 7 — деревянная рейка; 8 — деревянная пробка; 9 — бетонный бортик; 10 — крюк-анкер; 11 — чугунная плита

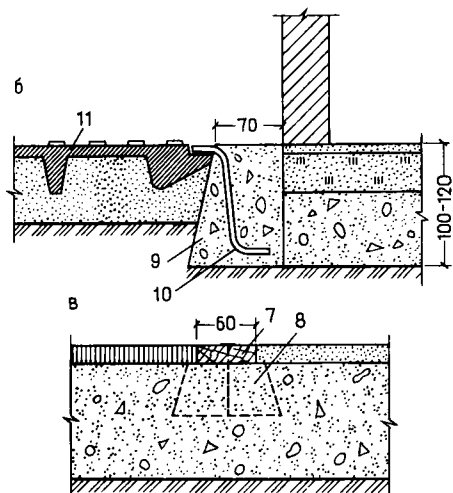
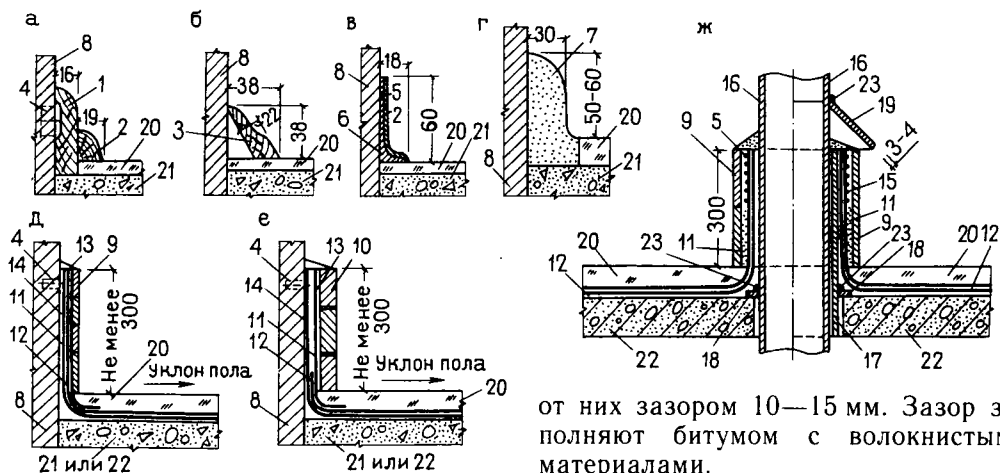


Рис. 43.6. Примыкание полов к стенам при деревянных плинтусах или галтелях (а), деревянных галтелях (б), плинтусах из полимерных материалов (в), плинтусах из цементно-песчаного раствора (г), плинтусах из керамических или каменных литых плиток (д), плинтусах из клинкерного или кислотоупорного кирпича (е), плинтусах из керамических или каменных литых плиток у трубопровода (ж)

1 — деревянный плинтус; 2 — деревянная раскладка; 3 — деревянная галтель; 4 — деревянные пробки через 0,5 м; 5 — плинтус из полимерных материалов; 6 — мастика; 7 — плинтус из цементно-песчаного раствора марки 150; 8 — стена, перегородка или колонна; 9 — плинтус из керамических или каменных литых плит; 10 — плинтус из клинкерного или кислотоупорного кирпича; 11 — прослойка; 12 — оклеечная гидроизоляция; 13 — полоса из кровельной стали; 14 — гвозди; 15 — обмотка изоляционной лентой или проволокой; 16 — трубопровод; 17 — стальной патрубок; 18 — опорное кольцо; 19 — стальной зонт; 20 — покрытие; 21 — подстилающий слой; 22 — плита перекрытия; 23 — сварка



от них зазором 10—15 мм. Зазор заполняют битумом с волокнистыми материалами.

Устройство деформационных швов.

Деформационные швы устраивают в полах, уложенных по грунту и по перекрытиям. Швы могут быть осадочными и температурными, могут совпадать с основными деформационными швами здания или носить местный характер, предупреждая температурные и иные деформации, которые могут возникнуть в конструкции пола.

При устройстве основных деформационных швов они либо разрезают всю конструкцию пола, либо (в случае

ционный ковер, усиленный дополнительным слоем в месте перегиба, заводят за стену на высоту не менее 300 мм и закрепляют к деревянной антисептированной рейке, закрывая примыкание плинтусом (рис. 43.6, д—ж). Для полов из ксилолита, деревянных и из рулонных материалов устраивают как плинтусы, так и галтели. Чтобы осадка пола происходила нормально, полы, основанные на грунте, при примыкании к колоннам и стенам отделяют

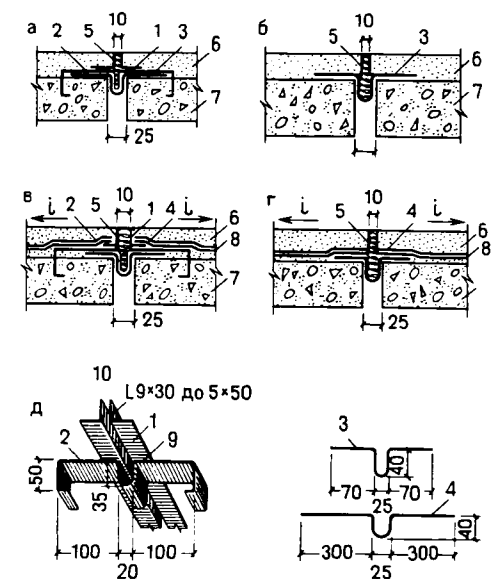


Рис. 43.7. Устройство деформационных швов

а, в — с использованием окаймляющих уголков при отсутствии и наличии в конструкции пола гидроизоляции; б, г — с использованием компенсаторов при отсутствии и наличии в конструкции пола гидроизоляции; д — типы окаймляющих уголков и компенсаторов: 1 — окаймление из уголкового стали; 2 — анкера из полосовой стали 4×40 мм через 0,5 м; 3 — компенсатор из оцинкованной кровельной стали; 4 — компенсатор из полиизобутилена или нержавеющей листовой стали толщиной 0,6—0,8 мм; 5 — заполнение деформационного шва; 6 — покрытие; 7 — бетонный подстилающий слой или плита перекрытия; 8 — гидроизоляция; 9 — сварка

устройства полов из штучных материалов и деревянных) располагаются только в подстилающем слое. В зданиях, которые имеют помещения с длительными отрицательными температурами воздуха, а также в зданиях, где устраивают полы на грунте с бетонным подстилающим слоем, деформационные швы устраивают через 10—12 м в обоих направлениях. Деформационные швы в полах и на перекрытиях устраивают только в местах расположения деформационных швов здания. В полах с уклоном для стока производственных жидкостей деформационные швы располагают по линии водоразделов.

Деформационные швы устраивают в сплошных и плитных полах, в зонах значительных механических воздействий на пол — с окаймляющими уголками (рис. 43.7, а), а в зонах, где отсутствуют такие воздействия, — без них (рис. 43.7, б). При устройстве в конструкции пола гидроизоляции

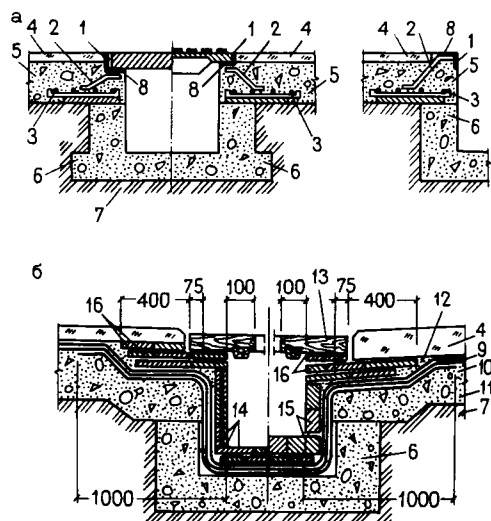


Рис. 43.8. Примыкание полов к каналам и приемкам

а — при отсутствии гидроизоляции; б — при наличии гидро- и кислотонизоляции: 1 — окаймление из уголкового стали; 2 — анкер из полосовой стали 20×4 мм через 0,5; 3 — сварная сетка с ячейками размером 100×100 мм из круглой стали диаметром 8—10 мм; 4 — покрытие; 5 — подстилающий слой; 6 — канал или приямок из бетона или кирпича; 7 — грунт; 8 — сварка; 9 — гидроизоляция; 10 — дополнительная гидроизоляция; 11 — подстилающий слой; 12 — прослойка; 13 — деревянная или чугунная съемная плита; 14 — облицовка канала плитками; 15 — облицовка канала кислотоупорным кирпичом; 16 — плиточная изоляция

деформационные швы устраивают так, как показано на рис. 43.7, в, г. При устройстве покрытий полов из штучных материалов, ксилолитовых, а также беспустотных деревянных полов швы обрамляют тычковыми рядами из материалов покрытия пола или окаймляющими деревянными рейками.

В деформационный шов вводят компенсатор из некоррозирующего материала: кровельной оцинкованной стали, оклеенной с двух сторон рулонными материалами на битумной или дегтевой мастике, или из нержавеющей стали толщиной 0,6—0,8 мм. Типы компенсаторов показаны на рис. 43.7, д.

Деформационные швы заполняют битумными или дегтевыми мастиками с добавкой песка, каменной муки и волокнистых веществ (асбеста, опилок). При воздействии на полы высоких температур швы заполняют песком и асбестовыми материалами. Заполнение швов препятствует прониканию шума,

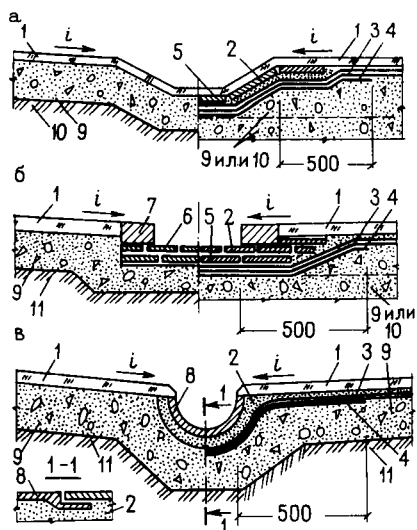


Рис. 43.9. Устройство сточных лотков

а — при использовании для бортов лотков материала покрытия пола; 6 — то же, кирпича; в — то же, керамических изделий; 1 — покрытие; 2 — прослойка; 3 — гидроизоляция; 4 — дополнительная гидроизоляция; 5 — плиточная изоляция под лотком; 6 — покрытие лотка из плиток; 7 — бортовой кирпич; 8 — керамическая труба, разрезанная вдоль; 9 — подстилающий слой; 10 — плита перекрытия со стяжкой для уклона пола; 11 — грунт

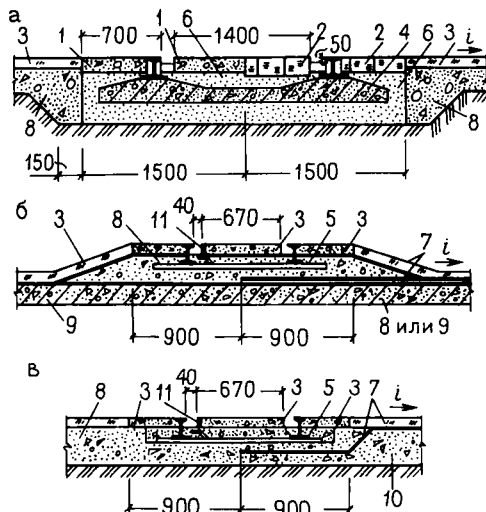


Рис. 43.10. Устройство трапов в полах

а — чугунный трап в полах на грунте; б — то же, в полах на перекрытии; в — бетонный трап в полах на грунте; г — трап из листов нержавеющей стали в полах на перекрытии и в грунте для стока воды, содержащей кислоты и щелочи; 1 — чугунный трап; 2 — съемная чугунная решетка; 3 — съемная стальная решетка с приваренным коляком; 4 — трап из листовой нержавеющей (кислотоупорной, щелочестойкой) стали; 5 — оаыкление из углового стали; 6 — анкер; 7 — водоотводящая труба; 8 — покрытие пола; 9 — гидроизоляция; 10 — подстилающий слой; 11 — сварная сетка с ячейками размерами 100 x 100 мм из круглой стали диаметром 10 мм; 12 — стяжка для придания уклона покрытию; 13 — плита перекрытия; 14 — дополнительный слой изоляции; 15 — цементно-песчаный раствор состава 1:1 с железнением поверхности; 16 — грунт основания; 17 — прослойка; 18 — плиточная изоляция; 19 — керамическая труба; 20 — подвеска из полосовой стали 30 x 4 мм; 21 — хомут из полосовой стали 30 x 4 мм

Рис. 43.11. Устройство полов в зоне железнодорожных путей

а — широкий колен при расположении путей в толще пола; б — узкий колен при возвышении железнодорожного пути над полом; в — узкий колен при расположении путей в толще пола; 1 — разборное покрытие из железобетонных плит размером 1400 × 700 мм; 2 — то же, из брусчатки, клинкерного кирпича, торцевые шашки; 3 — покрытие пола; 4 — железобетонные шпалы; 5 — металлические шпалы; 6 — песчаный балласт; 7 — гидроизоляция; 8 — бетонный подстилающий слой; 9 — планта перекрытия; 10 — грунт; 11 — оакимлиение из уголкового стали

газа, жидкости из этажа в этаж или в нижележащие слои пола, устраиваемого по грунту.

Примыкание полов к каналам и прямым. Каналы и прямки в промышленных зданиях устраивают для прокладки и установки различного оборудования и коммуникаций в зонах движения безрельсового транспорта, ударов, волочений тяжелых предметов

и пр. Присыкания покрытия полов к открытым прямым, каналам осуществляют с окантовочными уголками (рис. 43.8, а). Прямые и каналы перекрывают щитами, покрытие которых соответствует покрытию пола. Щиты проектируют с учетом действующих на пол нагрузок. Каналы, имеющие большое сечение, выполняют в виде самостоятельных сооружений с бетонными

или кирпичными стенками (рис. 43.8, б).

В междуэтажных перекрытиях разместить канал значительно труднее, так как перекрытие обычно имеет небольшую высоту. При сборном железобетонном перекрытии каналы можно располагать в специальных корытообразных элементах высотой, равной высоте несущей конструкции перекрытия.

Устройство сточных лотков и трапов. Для стока производственных жидкостей к трапам в полах устраивают лотки (рис. 43.9). Для бортов лотков используют материал покрытия пола или плитку (см. рис. 43.9, а), кирпич (см. рис. 43.9, б), керамические изделия (см. рис. 43.9, в), которые по своим свойствам противостоят воздействию стекающей жидкости. Прослойку под одежду лотков делают из тех же материалов, что и для конструкции пола. При наличии в полу гидроизоляционного слоя в зоне лотка его усиливают двумя-тремя слоями рулонного материала. Если в конструкции пола, устраиваемого по грунту, гидроизоляция от производственных жидкостей отсутствует, то ее не устраивают и в лотке.

Трапы для воды и нейтральных жидкостей при устройстве пола по грунту выполняют согласно рис. 43.10, а, в, а при устройстве пола по перекрытию — согласно рис. 43.10, б. Конструкция трапа для стока отработанных производственных жидкостей, содержащих примеси кислот, щелочей или солей, показана на рис. 43.10, г.

В мокрых производственных помещениях, душевых и уборных для стока жидкостей к лоткам покрытие пола выполняют с уклоном 0,5% при полах из керамической плитки, 1,5% при асфальтовых, цементных полах и полах на полимерных вяжущих, 2% при полах из клинкера и брусчатки. Уклон обеспечивают за счет переменной толщины прослойки или подстилающего слоя. Если конструкция пола имеет гидроизоляцию, то ее выполняют непрерывной и заводят под край трапа.

Устройство полов в зоне железнодорожных путей. Железнодорожные пути широкой или узкой колеи, прокладываемые в конструкции полов промышленных зданий, устраивают так, чтобы не мешать движению людей и безрельсовому внутрицеховому транспорту. Головки рельсов не должны выступать за уровень поверхности пола (рис. 43.11, а, в). В зоне путей и на расстоянии 0,5 м от рельсов покрытие пола должно быть разборным и выполнено из прочных материалов, например, из брусчатки или клинкерного кирпича.

В том случае, если железнодорожный путь возвышается над полом, устраивают пандусы, уклон которых делают не круче 1:2 (рис. 43.11, б). Если к железнодорожному пути примыкает пол с жестким подстилающим слоем, устраивают деформационный шов. Для прохода ребер колес вдоль рельсов в полу делают углубления, в которые укладывают деревянные бруски или бывшие в употреблении рельсы.

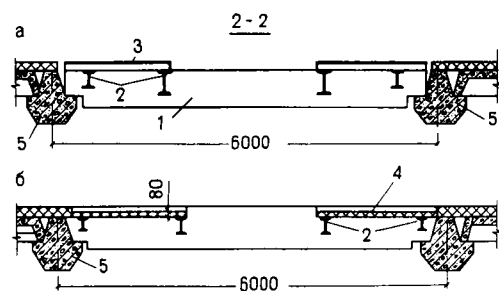
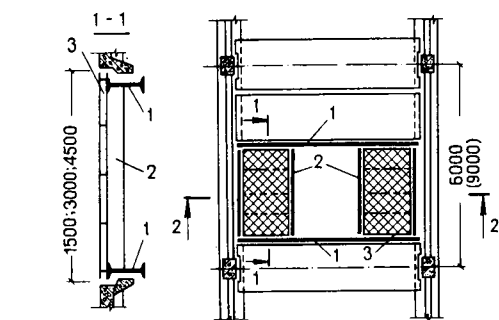
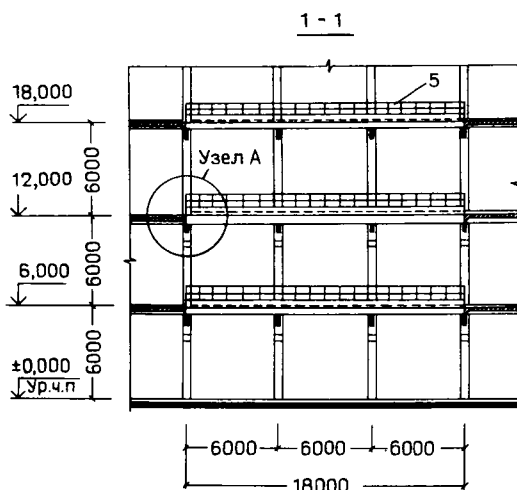
Глава XII

Прочие конструктивные элементы промышленных зданий

§ 44. ОСОБЕННОСТИ УСТРОЙСТВА МЕЖДУЭТАЖНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ И ТЕХНИЧЕСКИХ ЭТАЖЕЙ

Устройство в перекрытиях крупных проемов. В междуэтажных перекрытиях промышленных зданий оставляют проемы для поднятия на этажи технологического оборудования, установки провисающего оборудования, а так-

же пропуска технологических коммуникаций. Размеры проемов назначают кратными размерам плит, которые применены для перекрытия. Проемы могут быть открытыми и закрывающимися. В первом случае их ограждают, устанавливая стойки по периметру на устроенный бетонный бортик (рис. 44.1). Для закрывающихся проемов



используют съемные щиты, несущая способность которых соответствует несущей способности перекрытия.

Для многоэтажных промышленных зданий и для этажерок, устраиваемых в одноэтажных зданиях, разработаны конструкции участков перекрытий, приспособленных для монтажа провисающего оборудования. Несущие элементы такого участка — стальные (рис. 44.2) или железобетонные балки (рис. 44.3). Балочная клетка состоит из главных балок, опирающихся на риге-

План

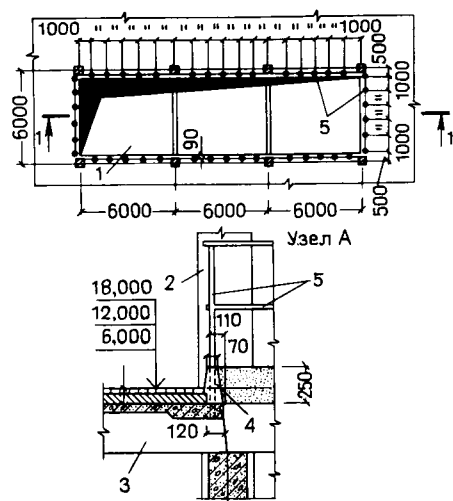


Рис. 44.1. Устройство монтажных проемов в перекрытиях
1 — монтажный проем; 2 — сборная железобетонная колонна; 3 — сборная железобетонная плита перекрытия; 4 — бетонный бортик; 5 — стальное ограждение

Рис. 44.2. Решение перекрытия в местах провисающего оборудования при железобетонных ригелях с полками и стальных балках

а — вариант со стальным настилом; б — вариант с монолитной железобетонной плитой: 1 — стальная главная балка; 2 — второстепенная балка; 3 — стальной настил; 4 — железобетонная плита; 5 — поперечный ригель

Рис. 44.3. Решение перекрытия в местах провисающего оборудования при железобетонных ригелях прямоугольного сечения

1 — главная балка; 2 — второстепенная балка; 3 — доборная плита шириной 0,75 м; 4 — монолитный железобетон; 5 — балка таврового сечения под горизонтальные аппараты; 6 — поперечный ригель; 7 — опорная плита перекрытия; 8 — пролетная плита перекрытия

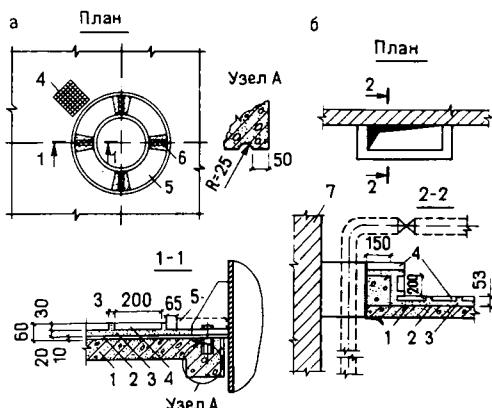
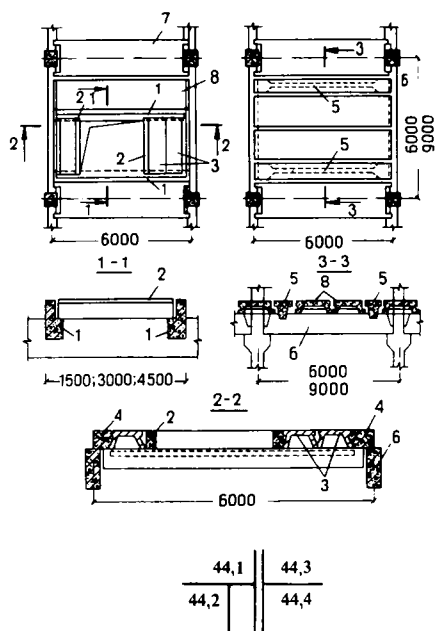
Рис. 44.4. Защита монтажных проемов в междуэтажных перекрытиях

а — при провисающем аппарате, проходящем через перекрытие; б — при прохождении групповых кислотопроводов: 1 — железобетонное перекрытие; 2 — битумно-рубероидная изоляция; 3 — шпаклевка силикатной замазкой; 4 — плитка кислотоупорная керамическая на силикатной замазке; 5 — кислотоупорный кирпич; 6 — разделка силикатной замазкой на высоту кирпича; 7 — кирпичная стена

ли, второстепенных балок, опирающихся на главные балки, и плиты из монолитного железобетона или настила из листовой рифленой стали.

При пропуске через перекрытие технологических коммуникаций, транспортирующих агрессивные жидкости (кислотопроводов, щелочепроводов и др.), отверстия для них делают так, чтобы защищать конструкцию перекрытия от возможного действия жидких агрессивных сред (рис. 44.4).

Особенности устройства техниче-



ских этажей. В многоэтажных крупнопролетных промышленных зданиях для производств с технологическими процессами, требующими больших складских и вспомогательных площадей, целесообразно устраивать технические этажи. Чередование основных этажей с техническими позволяет рационально использовать площадь и объем здания.

Для технических, вспомогательных и складских помещений, как правило, не требуется свободная планировка и большая высота помещений, поэтому их можно располагать между не-

сущими конструкциями перекрытий.

Технические этажи устраивают также для размещения установок кондиционирования воздуха, приточно-вытяжной вентиляции, воздуховодов, транспортных и других инженерных коммуникаций.

В универсальных многоэтажных промышленных зданиях для перекрытия пролетов 12—36 м применяют несущие конструкции в виде балок, ферм, арок с шагом 3—6 м. Высота их (2—3 м) обеспечивает возможность размещения в межбалочном, межферменном или в межарочном пространстве технических или вспомогательных этажей.

На рис. 2.3 показано расположение технических этажей в четырехэтажном здании. Пролеты 12 м перекрыты железобетонными фермами с параллельными поясами. В средней части ферм устроены проходы из одного межферменного пространства в другое. По нижним и верхним поясам ферм уложены сборные железобетонные панели перекрытий. Необходимой жесткости перекрытия достигают сваркой закладных стальных деталей панелей перекрытий и замоноличиванием швов.

Технические этажи устраивают и в одноэтажных промышленных зданиях (рис. 44.5). Их можно располагать в подвалах, при решетчатых несущих конструкциях покрытия — в пространстве между ними, а при сплошных — технические этажи выполняют подвесными. Так, на рис. 44.5, а показано устройство технического этажа, ограниченного подвесным потолком и несущими элементами покрытия.

Подвесной потолок служит одновременно полом технического этажа и устроен из ребристых железобетонных плит, уложенных по железобетонным балкам таврового сечения. Балки подвешены к несущим конструкциям покрытия (см. рис. 44.5, б).

При необходимости плиты подвесного потолка укладывают с зазорами для установки светильников люминесцентного освещения. Свободные от светильников участки заполняют плитами-вкладышами. Светильники и вкла-

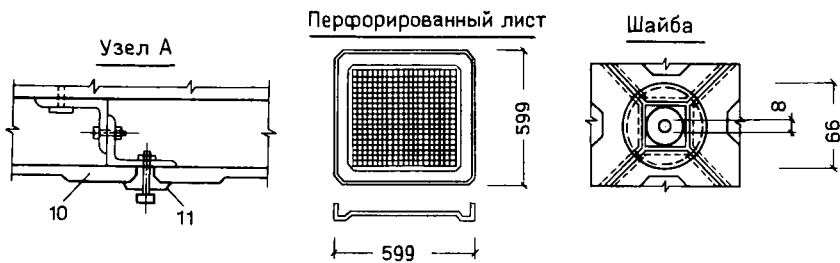
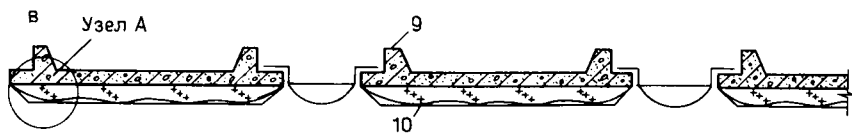
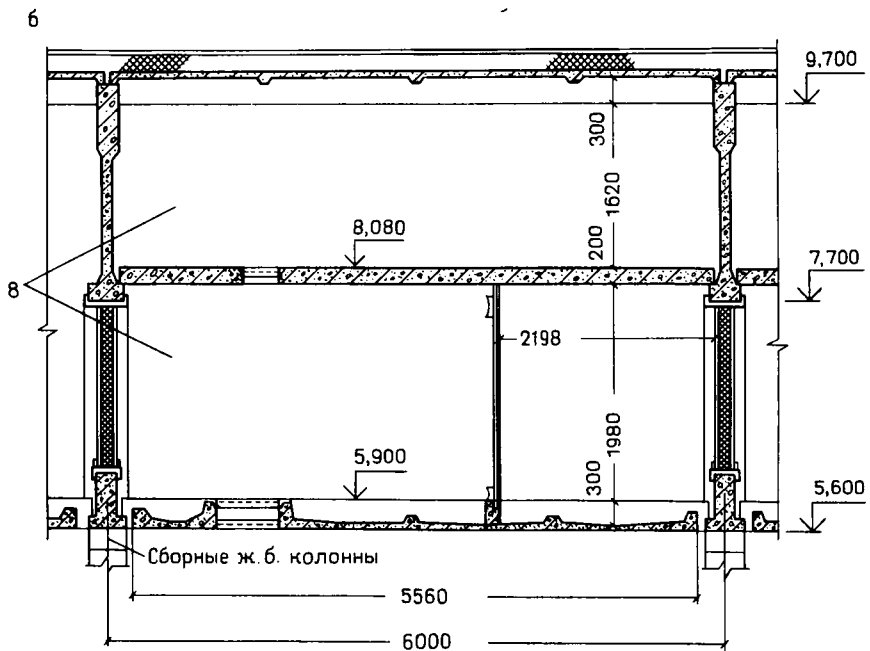
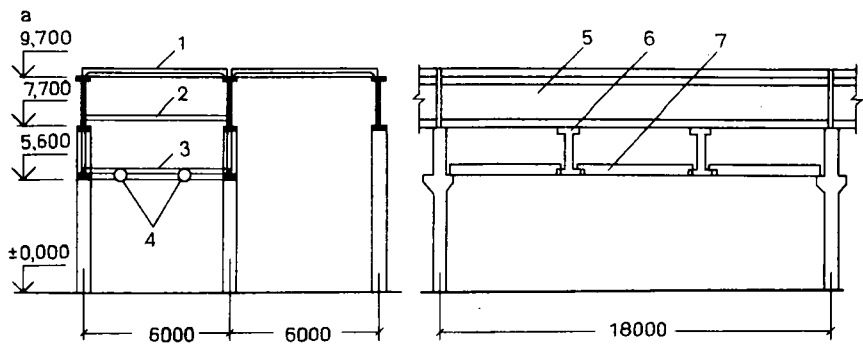


Рис. 44.5. Устройство технического этажа в одноэтажном промышленном здании

а — схема расположения в общем объеме здания; *б* — конструктивное решение несущих конструкций; *в* — конструктивное решение подвесного потолка: 1 — плита покрытия; 2 — плита над вентиляционным коробом; 3 — подвесной потолок; 4 — светильники; 5 — несущая конструкция покрытия (железобетонная балка); 6 — подвеска; 7 — вспомогательная балка; 8 — вентиляционные короба; 9 — плита подвесного потолка; 10 — перфорированный лист; 11 — шайба

дыши опирают на четверти плит подвесного потолка, к нижней поверхности которых, в целях уменьшения шума в помещении, крепят перфорированные листы акустического экрана (см. рис. 44.5, *в*).

§ 45. УСТРОЙСТВО РАБОЧИХ ПЛОЩАДОК И ЭТАЖЕРОК

Рабочие или технологические площадки устраивают для обслуживания надземного транспортного хозяйства цеха (подвесные и мостовые краны и др.), инженерного (вентиляторы, камеры кондиционирования и др.) и технологического оборудования (домны, котлы и др.). В зависимости от назначения их подразделяют на переходные, посадочные, ремонтные и смотровые.

Рабочие площадки используют и для размещения на них технологического оборудования. В химической, нефтяной и других отраслях промышленности получили большое распространение рабочие площадки, устраиваемые в виде этажерок, а в металлургической промышленности — в виде одноярусных эстакад (например, в сталеплавильных цехах).

Этажерки располагают вне или внутри производственных зданий. Последние находят широкое распространение в зданиях павильонного типа химической промышленности. Этажерки подразделяют на низкие (высотой до 4—5 этажей) и высокие, на сборно-разборные и стационарные, выполняемые из железобетона и стали. Для подъема рабочих на ярусы устраивают лестницы и лифты.

Переходные, посадочные, ремонтные, смотровые, а также рабочие площадки под легкое технологическое оборудование состоят из балочной несущей конструкции, настила и ограждения. Несущие конструкции площадки опирают либо на основные конст-

рукции здания, либо на технологическое оборудование, либо на специально устраиваемые опоры.

Расположение рабочих площадок по обслуживанию мостового крана показано на рис. 45.1. Ремонтную площадку размещают на уровне верхней отметки подкрановых балок, между ними, а посадочную — на уровне кабины крана. Эти площадки прикреплены к основным конструкциям цеха — подкрановым балкам и колоннам. Настил таких площадок может быть как стальным (сплошным или решетчатым), так и деревянным (за исключением горячих цехов). Конструктивное решение этих площадок см. рис. 45.2, *а*, *б*.

На рис. 45.3, *а* показана часть фасада цеха компрессии и разделения продуктов дегидрирования. Стальные рабочие площадки, обслуживающие колонную аппаратуру, прикреплены непосредственно к ней и поддерживаются кронштейнами. Устройство рабочих площадок в главном здании типового конвертерного цеха показано на рис. 45.3, *б*. Конструкция рабочих площадок в современных зданиях заводов черной металлургии воспринимает полезные нагрузки 10000—30000 Н/м² (1000—3000 кг/м²). В доменных, мартеновских и конвертерных цехах рабочие площадки выполняют в виде ортотропной плиты, включенной в работу продольных балок. Ортотропные плиты представляют собой цельносварные стальные щиты, состоящие из листового настила с приваренными к нему продольными и поперечными ребрами (рис. 45.4).

Верхнюю часть рабочей площадки устраивают из отдельных щитов и блоков. Блок представляет собой конструкцию, состоящую из двух балок, соединенных ребристой плитой и вертикальными связями. Блоки крепят к поперечным балкам или колоннам. Щиты опирают на блоки и на поперечные балки планками толщиной 30 мм. Для снижения расхода стали вместо стальных щитов применяют железобетонные плиты толщиной 160—200 мм. Колонны под такие площадки выполняют сварными из прокатной

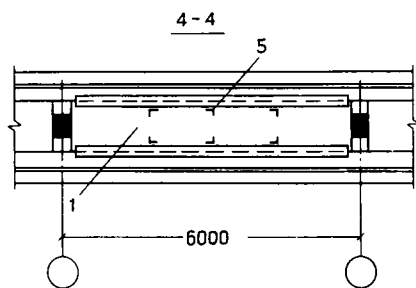
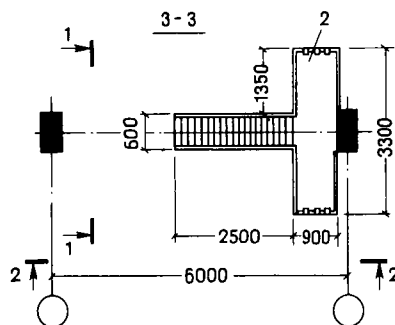
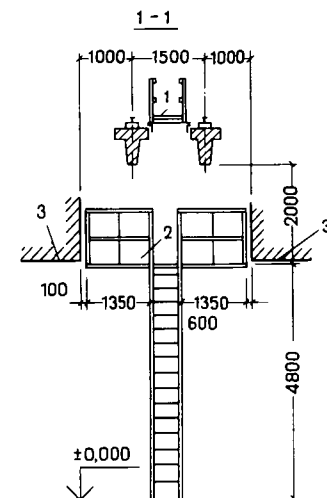
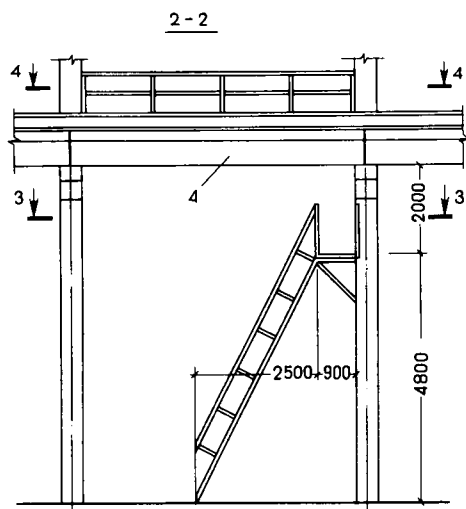
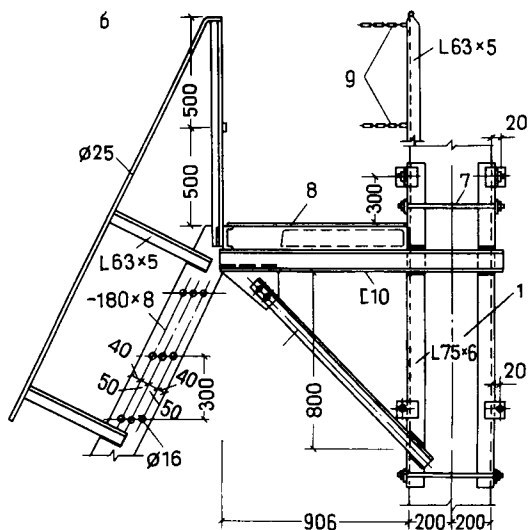
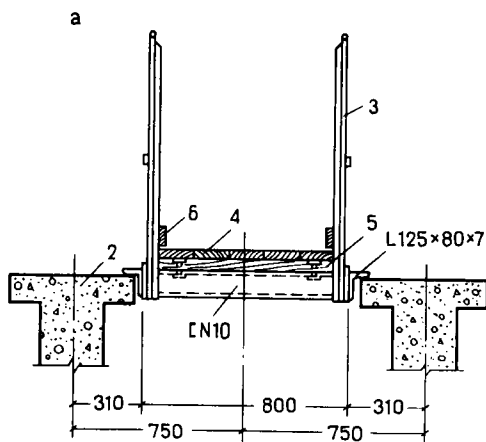


Рис. 45.1. Схема расположения ремонтной и посадочной рабочих площадок для мостовых кранов

1 — ремонтная площадка; 2 — посадочная площадка; 3 — кабина крана; 4 — подкрановая балка; 5 — съемное стальное ограждение

Рис. 45.2. Конструкции крановых рабочих площадок

а — ремонтной; б — посадочной; 1 — железобетонная колонна; 2 — железобетонная подкрановая балка; 3 — стойка перил; 4 — настил из досок; 5 — доска; 6 — бортовая доска; 7 — стяжной болт; 8 — рифленая сталь; 9 — съемная цепь



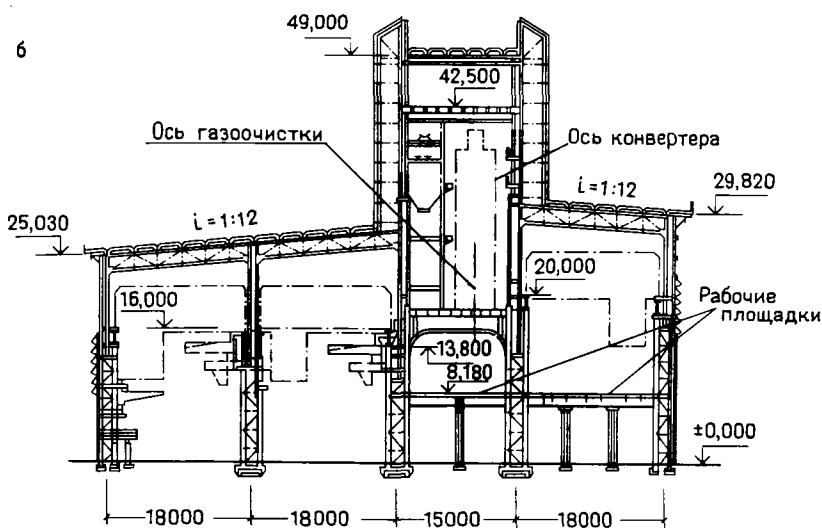
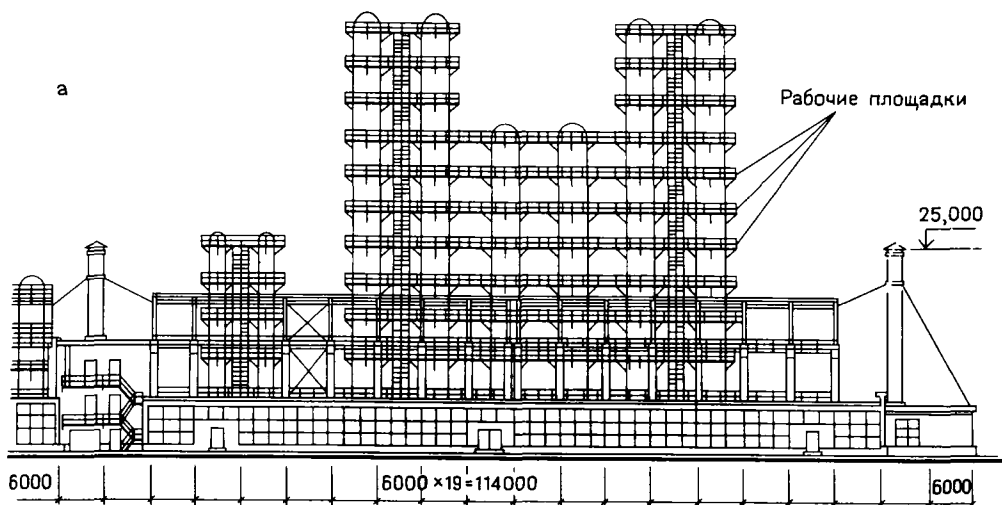


Рис. 45.3. Способы опирания рабочих площадок
а — на технологическое оборудование; б — на специально
устанавливаемые опоры

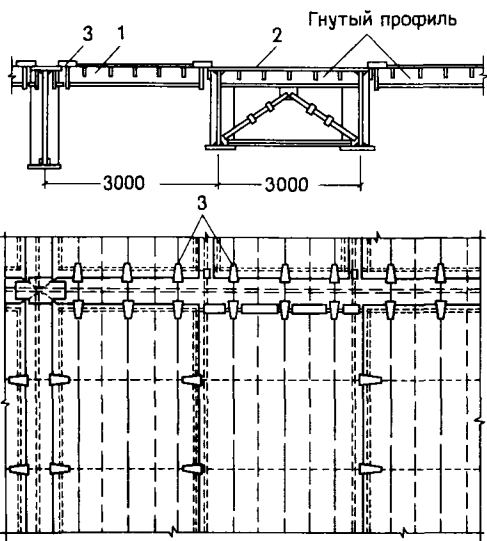


Рис. 45.4. Конструкция рабочей площадки мартеновского
цеха
1 — щит; 2 — блок; 3 — планка

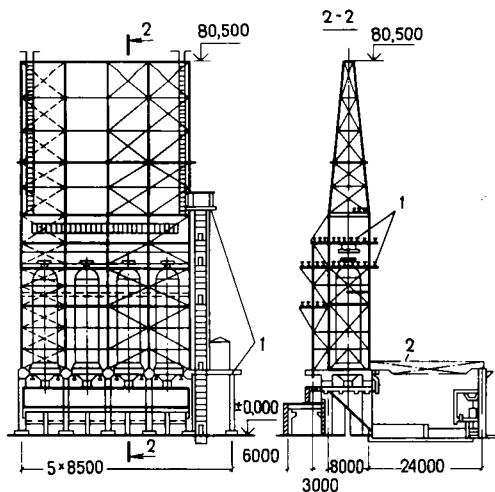


Рис. 45.5. Стальной каркас высокой этажерки
1 — рабочие площадки; 2 — мостовой кран

стали или из стальных труб, заполненных бетоном.

Стальные открытые этажерки используют при оборудовании крекинг-установок, установок очистки масла и непрерывного коксования, установок заводов синтетического каучука и спирта. Их высота может достигать 100 м и более. Площадки таких этажерок опирают на технологические аппараты (см. рис. 45.3. а) или на самостоятельный каркас, который воспринимает все вертикальные и горизонтальные нагрузки. Возможны смешанные решения, когда часть этажерки делают каркасной, а часть опирают на аппараты. Для унификации конструкций высота этажей назначается постоянной, кратной модулю 600.

На рис. 45.5 показан стальной каркас этажерки блока коксовых камер цеха производства электролизного кокса. Элементы каркаса — колонны, ригели, вертикальные связи и настилы покрытий. По способу восприятия возникающих горизонтальных сил каркас может иметь связевую или рамную систему. Связевая система каркаса получила большее распространение из-за повышенной горизонтальной жесткости, простоты узловых сопряжений и меньшего расхода стали. Стальные колонны этажерок выполняют преимущественно двутаврового сечения. Вертикальные связи устанавли-

вают во всех поперечных и продольных плоскостях. Ригели или главные балки изготовляют из прокатных двутавров или швеллеров. Настилы перекрытий этажерок выполняют из сборных железобетонных плит или металлических листов.

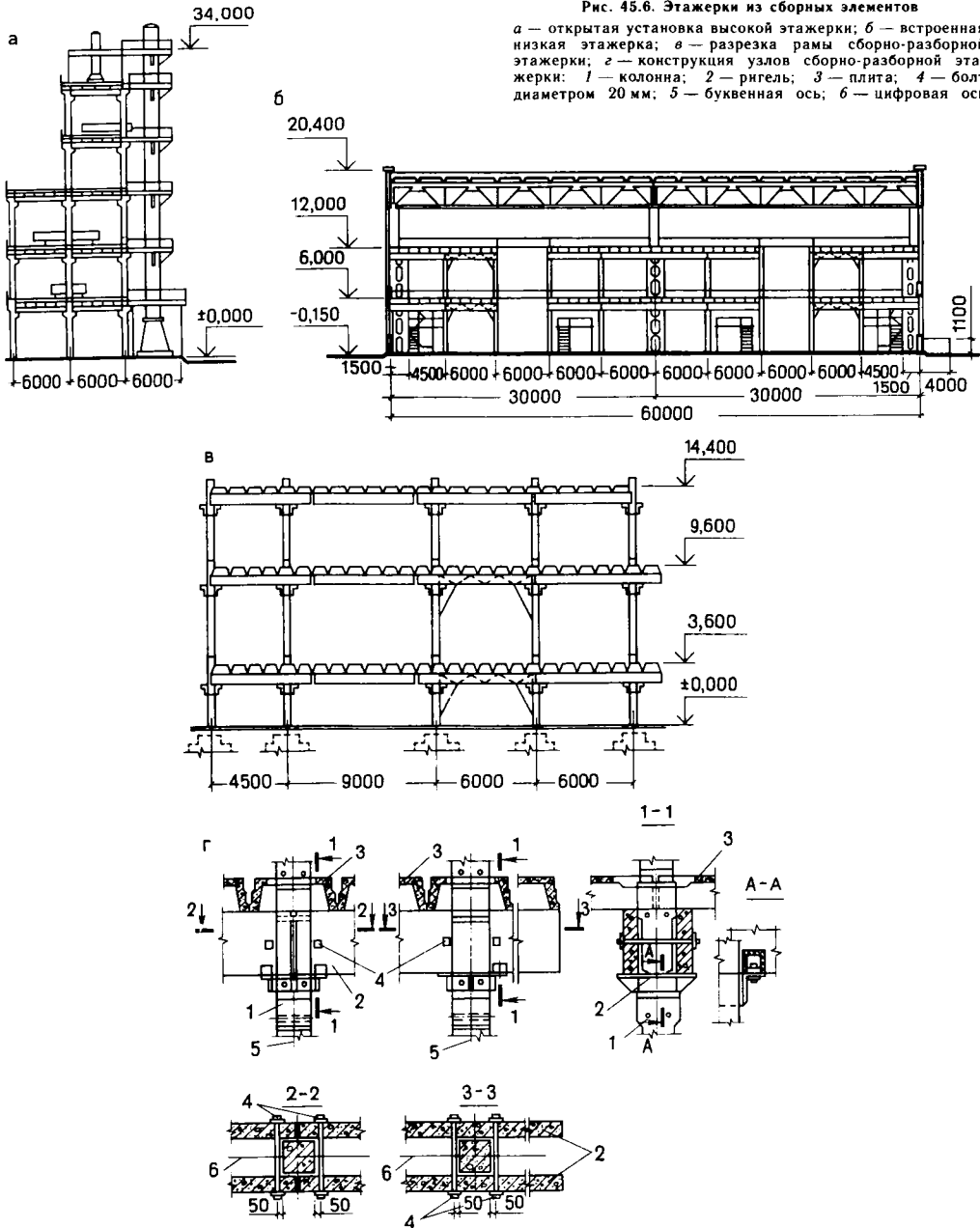
Крепление балок к ригелям и ригелей к колоннам осуществляют жестко или шарнирно. Стыки колонн этажерки по высоте устраивают с передачей усилий встык или через ребро. Базы колонн при помощи анкерных болтов или выпуска арматуры из фундамента крепят к сплошной ребристой фундаментной плите. В практике строительства получили распространение стальные сборно-разборные этажерки.

Железобетонные высокие этажерки устраивают лишь в том случае, если железобетонный каркас дает снижение стоимости строительства. Обычно в железобетоне делают только нижнюю часть этажерки — постамент, а верхние участки выполняют в железобетоне только в тех зонах, где это обусловлено противопожарными требованиями.

Ограниченное использование железобетона в высоких этажерках объясняется еще и тем, что значительно увеличивается масса конструкций, повышается сложность сопряжений узлов и крепления технологического оборудования к этажерке. Конструктивно железобетонные этажерки могут быть выполнены монолитными, с гибкой или жесткой арматурой, или сборными. Высокие этажерки конструктивно выполняют так же, как и сборный железобетонный каркас многоэтажных промышленных зданий (рис. 45.6, а). В зданиях павильонного типа, а также на открытых площадках устраивают низкие сборно-разборные этажерки из железобетонных элементов (рис. 45.6, б). Основное достоинство сборно-разборных этажерок — их технологическая гибкость. Этажерки имеют каркас, решенный по связевой схеме, с шарнирным соединением ригелей и колонн и жестким соединением колонн с колоннами. Максимальная высота этажерок 18 м. Каркас состоит из колонн,

Рис. 45.6. Этажерки из сборных элементов

а — открытая установка высокой этажерки; б — встроенная низкая этажерка; в — разрезка рамы сборно-разборной этажерки; г — конструкция узлов сборно-разборной этажерки: 1 — колонна; 2 — ригель; 3 — плита; 4 — болт диаметром 20 мм; 5 — буквенная ось; 6 — цифровая ось



связей и парных ригелей (см. рис. 45.6), которые опирают на колонны при помощи съемных металлических консолей (рис. 45.6, г). Консоли крепят к колоннам стяжными болтами на любой высоте, кратной 1200 мм. Ригели располагают в поперечном направлении. Жесткость каркаса достигается с помощью металлических связей — порталных в поперечном на-

правлении и крестовых с распорками в продольном направлении. Плиты перекрытий укладывают по ригелям в продольном направлении без закрепления, что позволяет устраивать проемы в любых участках перекрытий.

Сборные конструкции этажерок имеют сетку колонн каркаса с пролетами 4,5—9 м, кратными 1,5 м при шаге 6 м. В поперечном направлении

можно иметь консольные участки перекрытий с вылетом 1,5 или 3 м.

Достоинства сборно-разборных этажей в их универсальности и приспособляемости к технологическому процессу, а также в максимальной унификации конструктивных элементов.

Недостатками следует считать наличие подкосов порталных связей, уменьшающих размер пролета, и необходимость защиты стальных элементов связей от коррозии и огня.

§ 46. УСТАНОВКА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ И МАШИН

При установке на перекрытиях производственного оборудования предусматривают его закрепление и меры по виброизоляции. Станки, машины, приборы и аппаратуру устанавливают либо непосредственно на перекрытие, либо на специально устраиваемые фундаменты. Крепление оборудования осуществляют цементным раствором, анкерными болтами (заливными, располагаемыми в колодцах или в монтажных полах), фундаментными гайками, винтами, клеем (рис. 46.1).

Станины машин закрепляют анкерными болтами к так называемым «монтажным полам». Для этого в толще бетонного пола устанавливают несколько рядов балок или других конструкций, образующих Т-образные пазы. К этим конструкциям, называемым лагами, крепят станки. Такое крепление дает возможность быстро переставлять станки и оборудование при модернизации технологического процесса. Легкие и средние машины крепят фундаментными гайками. Такое решение позволяет перемещать оборудование.

В практике применяют способ крепления машин винтами с резиновой втулкой. Крепление состоит из винта, нажимной втулки, резиновой втулки и круглой гайки с хвостовой частью. Собранное крепление вставляют в заранее подготовленное отверстие в конструкции пола или фундамента. При завинчивании винта резиновая втулка сжимается по длине и расширяется в стороны, плотно приле-

гая к стенкам отверстия. При отвинчивании болта резиновая втулка разжимается и принимает первоначальную форму. Достоинство этого способа в том, что при перенесении станков с места на место не требуется заделывать в конструкцию пола закладные стальные детали.

Виброизоляция производственного оборудования обеспечивает защиту людей и конструкций зданий от вредных динамических воздействий. Из многообразных динамических нагрузок, действующих на конструкции междуэтажных перекрытий зданий, основными являются воздействия, возникающие от сил инерции движущихся частей машин. В связи с этим перекрытия или фундаменты, на которые установлены стационарные машины, должны не только воспринимать массу машины, но и гасить возникающие в машине колебания. По характеру движения массы, определяющему направление инерционной силы все машины можно подразделить на четыре основных типа:

I — машины, имеющие возвратно-поступательное вертикальное движение массы;

II — машины, имеющие возвратно-поступательное горизонтальное движение массы;

III — машины, имеющие вращение массы на вертикальном валу;

IV — машины, имеющие вращение массы на горизонтальном валу.

Степень динамичности машины характеризуется величиной амплитуды инерционной силы, возникающей при нормальном рабочем режиме машины. По динамичности машины можно подразделить на четыре основные категории (табл. 46.1).

ТАБЛИЦА 46.1. КЛАССИФИКАЦИЯ МАШИН ПО ДИНАМИЧНОСТИ

Категория машины	Динамичность машины	Инерционная сила, возникающая от дей- ствия массы элемен- та машин, кг
I	Малая	До 10
II	Средняя	10—100
III	Большая	100—300
IV	Очень большая	Более 300

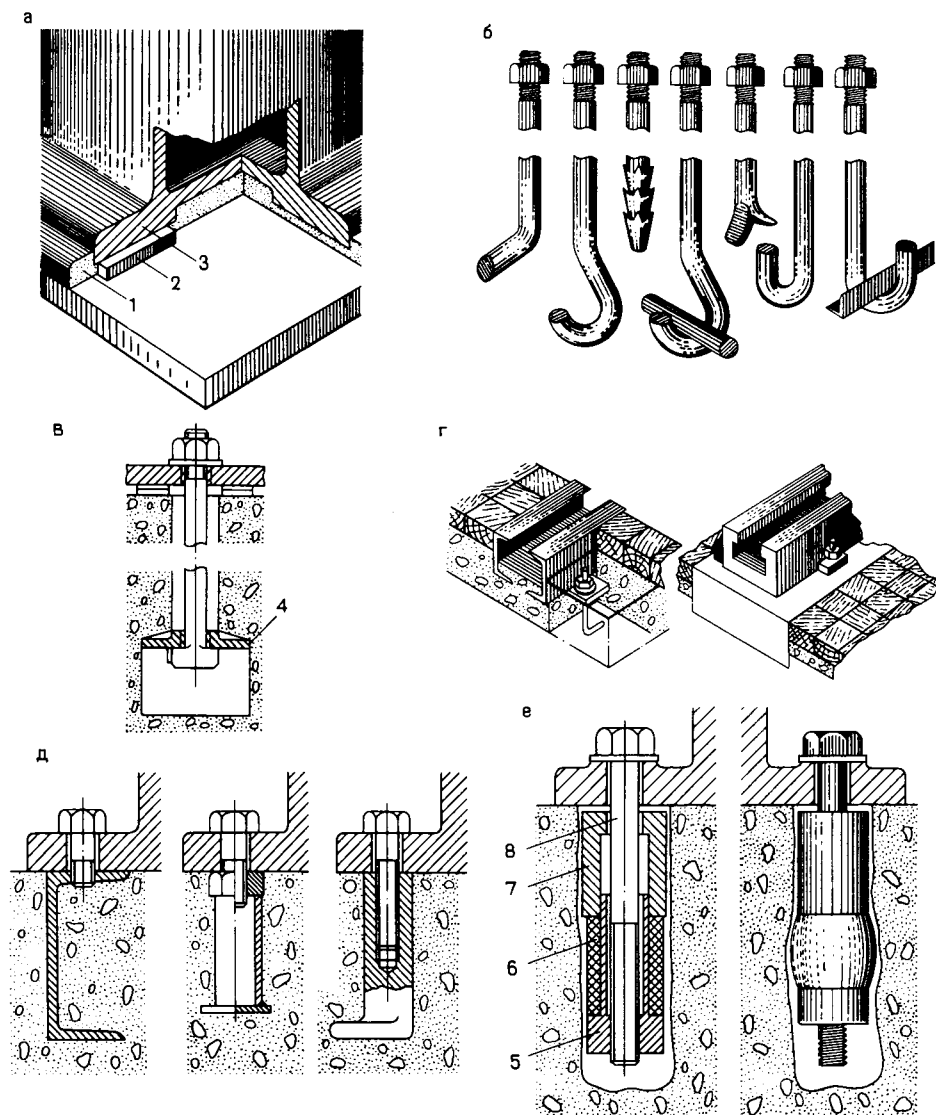


Рис. 46.1. Крепление оборудования к фундаменту и полу
 а — подливка цементным раствором; б — типы заливных анкерных болтов; в — установка анкерного болта в колоде; г — типы фундаментных гаск; е — разжимная резиновая втулка; 1 — цементный раствор; 2 — стальная подкладка; 3 — станина машины; 4 — анкерная плита; 5 — гайка; 6 — резиновая втулка; 7 — нажимная втулка; 8 — винт

Инерционные силы машин I категории (деревообрабатывающие станки, шлифовальные станки с массой шпинделя камня менее 20 кг, ротационные насосы массой менее 50 кг и т. п.) учитывают при проверке влияния колебаний перекрытия на высокочувствительную к колебаниям аппаратуру.

Инерционные силы машин II категории (шлифовальные станки с массой шпинделя камня более 20 кг, точи-

ные станки, маломощные поршневые насосы, горизонтальные и вертикальные центрифуги с массой заполнения барабана менее 100 кг, трансмиссионные передачи, вентиляторы с массой ротора менее 30 кг, электромоторы массой более 100 кг, но менее 1000 кг и т. п.) учитывают при проверке конструкций по первому и второму предельным состояниям, имея в виду, что при резонансе эти силы могут вызывать значительные динамические усилия. Инерционные силы машин III категории (центрифуги с массой заполнения барабана более 100, но менее 300 кг, вентиляторы с массой ротора

более 30, но менее 100 кг, штампы и прессы с массой ползуна менее 200 кг, электромоторы массой более 1000 кг, поршневые насосы средней мощности).

Инерционные силы машин IV категории (штамп- и прессавтоматы с массой ползуна более 200 кг, рассевы, дробилки, вибростолы и грохоты, вентиляторы с массой ротора более 10 кг, центрифуги с массой заполненного барабана более 300 кг, мощные поршневые насосы и т. п.) учитывают при проверке перекрытий здания в целом по всем трем предельным состояниям конструкций. Эти расчеты нередко показывают, что необходимо предусмотреть мероприятия по уменьшению колебаний.

По числу оборотов машин в 1 мин их подразделяют на три группы: низкочастотные, имеющие менее 400 оборотов, среднечастотные — 400—2000 оборотов и высокочастотные — более 2000 оборотов. Шкала числа оборотов машин находится в тесной связи со значениями частот собственных поперечных колебаний перекрытий и зданий в целом. В резонанс с горизонтальными колебаниями здания могут попасть лишь низкочастотные машины. Таким образом, при прочих равных характеристиках машин наибольшие по амплитуде колебания здания возникают при действии низкочастотных машин и наибольшие по амплитуде колебания перекрытий — при действии среднечастотных машин.

В тех случаях, когда требования, предъявляемые к конструкции по несущей способности или по динамическим перемещениям, не выполняются, рекомендуется применять следующие способы уменьшения амплитуд колебаний конструкций: изменение жесткости конструкций перекрытий и фундамента; изменение расположения машин на перекрытии; виброизоляция машин; уравнивание, балансировку и изменение числа оборотов машин.

При выборе способа уменьшения амплитуд колебаний следует руководствоваться в каждом конкретном случае соображениями эффективности и экономичности его применения.

Вертикальные колебания зданий можно уменьшить, если машины, имеющие возвратно-поступательное вертикальное движение, располагать вблизи опор конструкций или машин, имеющих возвратно-поступательное горизонтальное движение, а также если располагать машины в средней части балок так, чтобы силы инерции движущихся их частей действовали вдоль оси балок.

Горизонтальные колебания здания, вызываемые машинами, вращающимися на вертикальном или горизонтальном валу, можно уменьшить, расположив эти машины на перекрытиях так, чтобы все они или их большая часть развивала горизонтальные силы инерции в направлении наибольшей жесткости здания.

Для машин, имеющих 500 оборотов в 1 мин и более, применяют активную виброизоляцию в виде упругих подкладок. Подкладки изготовляют из пробки, войлока, резины и специальных материалов. Все эти материалы хорошо поглощают колебания, но разрушаются от попадающей на них смазки. Поэтому в настоящее время применяют упругие подкладки, прессованные из пробковой крошки, пенькового волокна и пластмассы.

Самый простой способ виброизоляции — установка машины на сплошную или дырчатую упругую подкладку — ковер. Для увеличения сил трения подкладки делают рифлеными (рис. 46.2, а). Если нужно регулировать положение машины по высоте, устанавливают две упругие подкладки, а между ними закладывают стальную регулируемую пластину.

Вместо сплошных упругих подкладок применяют точечные трехслойные виброизоляторы (рис. 46.2, в). Они состоят из двух металлических полос или колец и слоя вулканизированной резины между ними. На одну из пластин опирают станину станка, а другая свободно лежит на полу или ее прикрепляют болтами к фундаменту.

На рис. 46.2, г показана одна из возможных конструкций пружинного амортизатора. Нижнее основание изготовлено из стального листа и

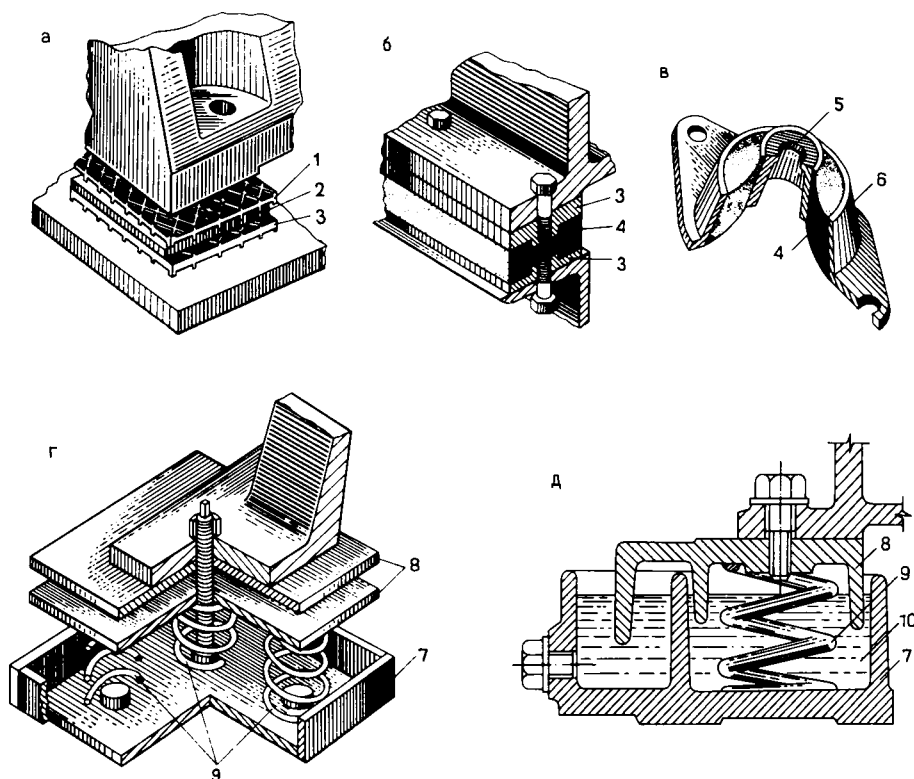


Рис. 46.2. Виды и способы устройств виброизоляции машин

а, б — упругие подкладки; в — трехслойный буфер; г — пружинная опора; д — пружинная опора в битумной массе; 1 — рифленая сплошная подкладка; 2 — стальная регулирующая пластина; 3 — стальные полосы; 4 — вулканизированная резина; 5 — внутренняя стальная втулка; 6 — стальной корпус; 7 — нижнее основание; 8 — верхнее основание; 9 — пружина; 10 — битумная масса

швеллера. Машину опирают на верхнее основание, состоящее из двух пластин, и закрепляют винтом и гайкой. Между верхним и нижним основаниями находятся пружины. Число и размеры их выбирают в зависимости от массы машины. Нагрузка на одну пружинную опору может составлять 20—1000 кг.

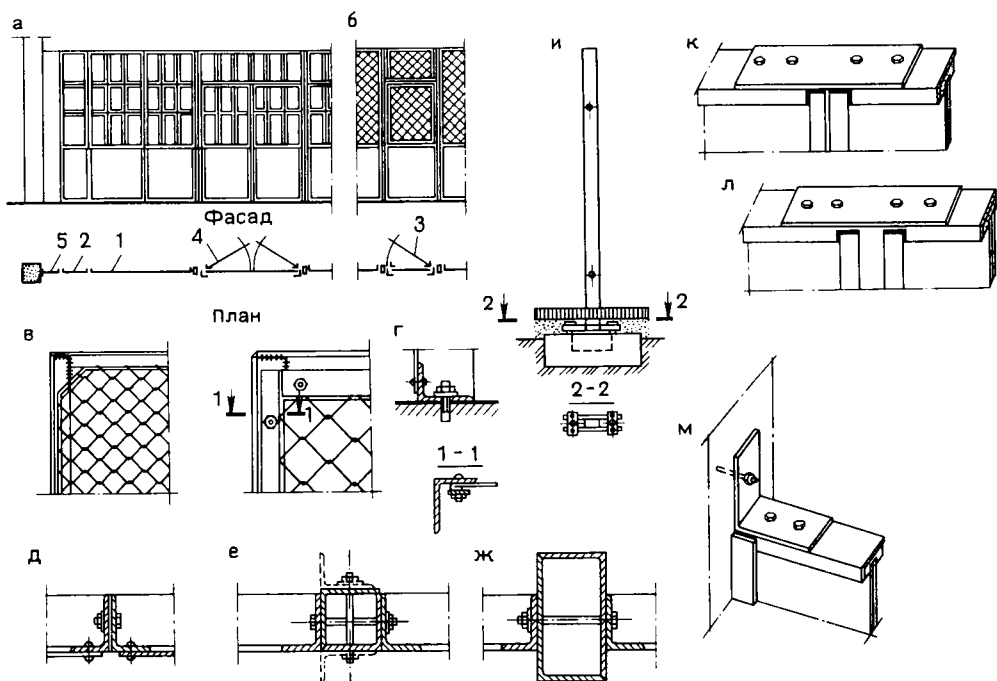
В зарубежной практике применяют опоры, внутренность которых заливают битумной массой с низкой температурой плавления. Битум увеличивает способность опоры гасить колебания. Пример такой конструкции показан на рис. 46.2, д.

§ 47. ПЕРЕГОРОДКИ, ВОРОТА, ДВЕРИ, ЛЕСТНИЦЫ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Отличительная особенность перегородок, устраиваемых в промышлен-

ных зданиях в том, что их в большинстве случаев устраивают сборно-разборными на высоту, меньшую высоты помещений цеха. Такое решение обеспечивает быстрый демонтаж в случае изменения технологического процесса производства. Если в цехе имеются отдельные участки с различным климатическим режимом, то для их ограждения устанавливают специальные перегородки на всю высоту помещения. Стационарные перегородки выполняют из кирпича, мелких блоков, плит или крупных панелей, изготовляемых из негорюемых материалов. Конструкции таких перегородок рассмотрены ранее (см. Архитектура гражданских и промышленных зданий. Том III: Жилые здания. § 45. М., 1983). Вследствие большой высоты производственных помещений перегородки чаще всего имеют каркасное решение.

Сборно-разборные перегородки устраивают из щитов или панелей, выполняемых из дерева, металла, железобетона, стекла или пластмассы. Устойчивости щитовой перегородки



достигают путем введения в конструкцию легкого каркаса, чаще всего состоящего из стоек и обвязок, расположенных сверху и внизу. Стойки каркаса устанавливают на специальные фундаментные плиты. Щиты или панели состоят из обвязки и заполнения. Заполнение щита устраивают из стекла, металлической сетки или из того же материала, из которого выполняют щиты. В целях унификации коробки однопольных или двухпольных дверей, а в складских помещениях окон для выдачи материала или инструмента располагают в щитах перегородок.

На рис. 47.1 показано конструктивное решение сборно-разборных перегородок из стальных щитов. Для создания в помещениях кондиционных режимов применяют перегородки, которые выполняют из органического стекла с каркасом из алюминиевого сплава или стальных гнутых профилей (рис. 47.2). Для повышения герметизации такие перегородки делают двойными. Применяют такие перегородки из стеклоблоков и стеклопрофилита.

В последнее время получают все большее распространение перегородки из легких эффективных материалов

— слоистых пластиков, стеклопластиков, асбестоцементных листов, древесно-волоконистых или древесно-стружечных плит с легкими металлическими каркасами.

Ворота и двери. Для ввода в промышленное здание транспортных средств, перемещения оборудования и прохода большого числа людей устраивают ворота. Их размеры увязывают с требованиями технологического процесса и унификации конструктивных элементов стен. Так, для пропуска электрокаров, вагонеток применяют ворота шириной 2 м и высотой 2,4 м, для автомашин различной грузоподъемности — 3×3 , 4×3 и $4 \times 3,6$ м, для узкоколейного транспорта — $4 \times 4,2$ м, а для железнодорожного транспорта широкой колеи — $4,7 \times 5,6$ м. В цехах сборки самолетов, судостроения и др. размеры ворот могут быть значительно больше.

По способу открывания ворота подразделяют на распашные, раздвижные, складчатые (многостворчатые), подъемные, шторные, откатные многостворчатые (рис. 47.3). Полотна ворот выполняют из дерева, со стальным каркасом и из стали. Ворота могут быть утепленными, хо-

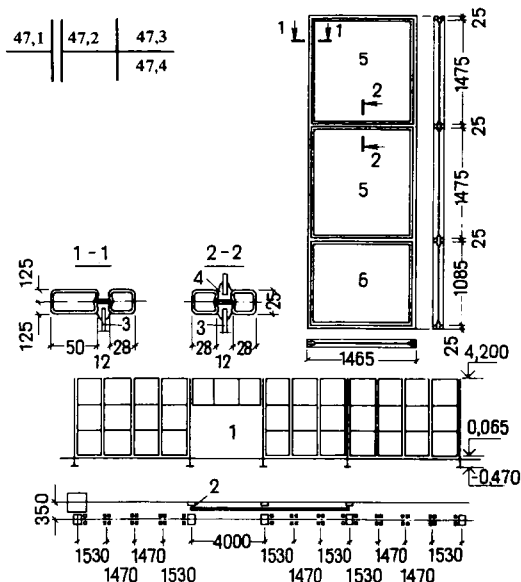


Рис. 47.1. Стальная щитовая перегородка

а — застекленная; б — с металлической сеткой; в — конструкция верхнего узла щита перегородки с сеткой без накладок (слева) и в законченном виде (справа); г — крепление щита анкерным болтом к полу; д — соединение щитов между собой; е — соединение щитов со стойкой вкладываем; ж — соединение щитов с несущей стойкой; з — общий вид и крепление несущей стойки; к, л — соединения щитов поверху; м — крепление перегородки к железобетонной стойке; 1 — рядовой щит; 2 — узкий щит; 3 — щит с дверью; 4 — щит с дверью для электрокара; 5 — щит, изготавливаемый по месту

Рис. 47.2. Остекленная щитовая перегородка из стальных гнутых профилей

1 — проем для ворот; 2 — откатные ворота 4000 × 2700 мм; 3 — заполнитель (стекло или слоистый пластик); 4 — резина; 5 — стекло толщиной 5 мм; 6 — слоистый пластик

Рис. 47.3. Ворота

а — распашные; б, в — раздвижные; г — подъемные; д — откатные

лодными, с калитками и без них. В качестве утеплителя используют легкие высокоэффективные материалы, как, например, минеральный войлок и вату, поропласты и др. Полотна ворот открывают как вручную, так и с помощью специальных механизмов.

Широко применяют распашные ворота. Если размер полотен небольшой, ворота выполняют из дерева. При высоте или ширине ворот более 3 м устраивают полотна со стальным каркасом. Деревянные полотна ворот состоят из обвязки с одним или несколькими средниками и обшивки из шпунтованных досок толщиной 25 мм в один или два слоя. Для повышения жесткости полотна в углах и в местах прикрывания средников устанавливают металлические накладки, а против

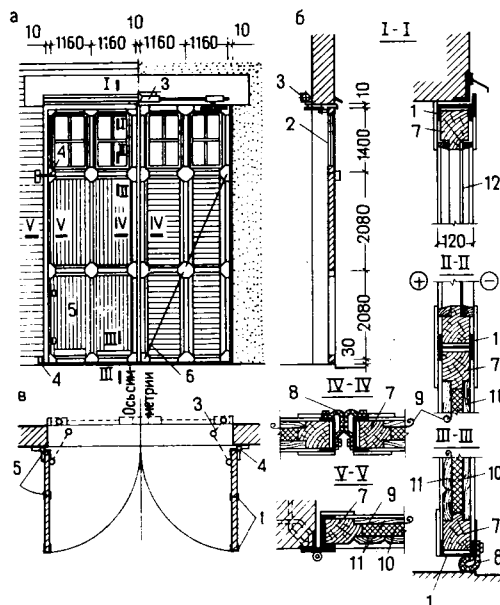
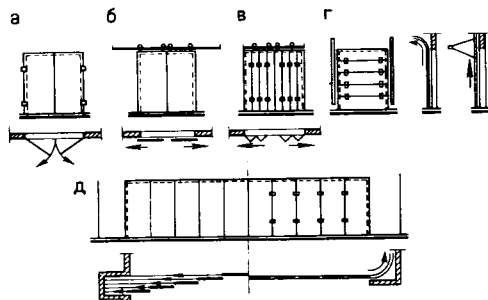


Рис. 47.4. Конструкция распашных ворот

а — вид снаружи и изнутри; б — вертикальный разрез; в — план: 1 — каркас из прокатных стальных профилей; 2 — глухая фрамуга; 3 — механизм открывания с дистанционным приводом; 4 — навески; 5 — калитка; 6 — диагональная тяга; 7 — деревянная обвязка; 8 — уплотнитель притвора; 9 — паронизация; 10 — утеплитель; 11 — дощатая обшивка; 12 — армированное стекло

провисания — диагональные тяги из круглой стали с натяжными муфтами. Полотна ворот при помощи двух пар петель-шарниров навешивают к раме, которая обрамляет проем. Нижние петли из-за большой нагрузки, приходящейся на них, выполняют с шарикоподшипником и с подпятником. Рама может быть выполнена из дерева, металла или железобетона. В настоящее время получили наибольшее распространение железобетонные рамы.

На рис. 47.4 показаны распашные ворота с калиткой и остекленным верхом. Каркас полотен ворот состоит из обвязки, средников и диагональных

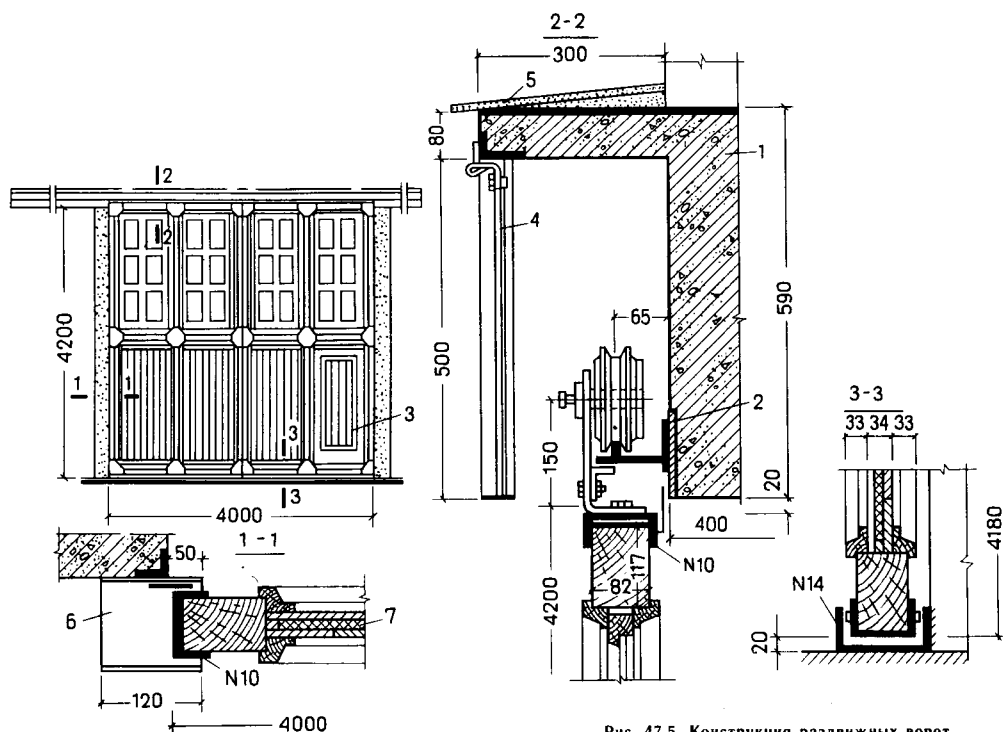


Рис. 47.5. Конструкция раздвижных ворот

1 — ригель рамы ворот; 2 — направляющий уголок; 3 — калитка; 4 — стальной лист; 5 — асбестоцементный лист; 6 — нижний направляющий швеллер № 14; 7 — утеплитель

тяг, которые выполнены из прокатной стали. Каркас заполняют деревянными щитами. В неотапливаемых цехах полотна ворот обшивают листовой полосовой или волнистой сталью толщиной 1,5—2 мм. Вертикальный зазор между полотнами (притвор) закрывают стальными полосами, а зазор между полотнами и полом — брезентовым фартуком.

Распашные ворота при больших габаритах проема имеют большую массу и малоудобны в эксплуатации. В этих случаях, а также когда площадь помещения ограничена, применяют однопольные или двухпольные раздвижные ворота. Конструктивно полотна раздвижных ворот делают аналогично распашным воротам (рис. 47.5). В верхней части ворот укрепляют рельс, по которому при открывании полотна катятся стальные ролики. Такие ворота применяют в неотапливаемых зданиях, где неплотность притворов не имеет существенного значения.

Складчатые, многостворчатые подъемные, шторные (рис. 47.6) и подъемно-поворотные (рис. 47.7) ворота применяют при стесненной пло-

щади помещения. Шторные ворота имеют полотна, состоящие из горизонтальных шарнирно связанных элементов небольшой высоты, которые можно наворачивать на барабан, закрепленный над проемом. При устройстве откатных многостворчатых ворот створки направляют либо в специально устраиваемые для этой цели карманы, либо вдоль прилегающих стен.

Двери в промышленных зданиях по своему конструктивному решению не отличаются от рассмотренных ранее дверей в гражданских зданиях.

Лестницы в промышленных зданиях подразделяют на основные, служебные, пожарные и аварийные.

Основные лестницы предназначены для сообщения между этажами, а также для эвакуации людей в случае пожара и аварии.

Служебные лестницы обеспечивают связь с рабочими площадками, на которых установлено оборудование, а в некоторых случаях их применяют для дополнительной связи между этажами. Служебные лестницы обслужи-

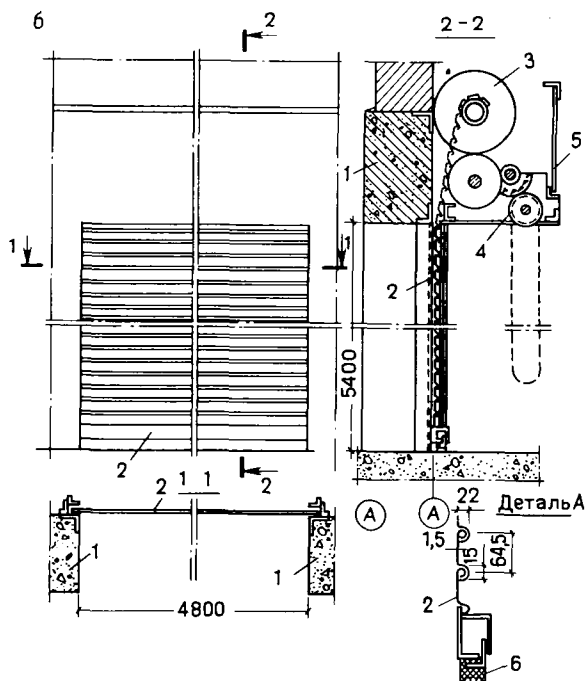
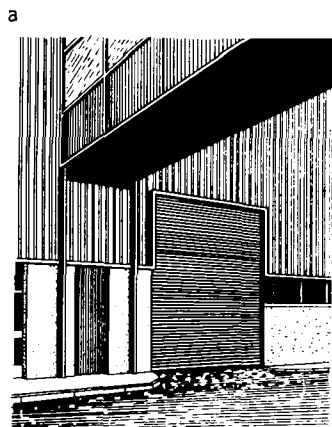
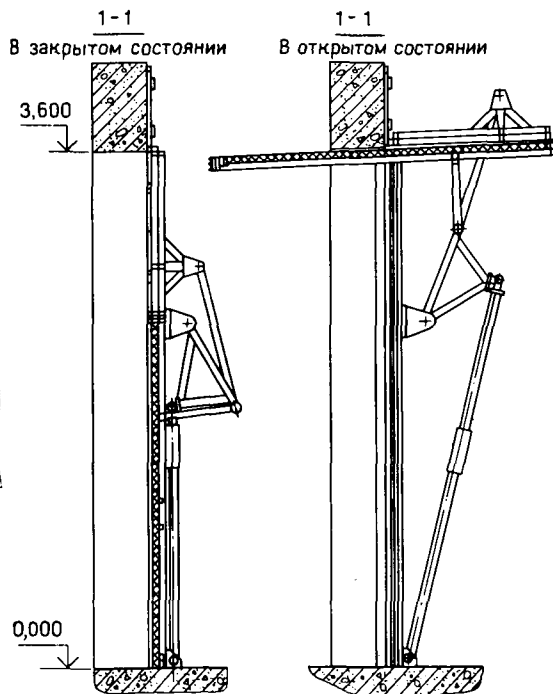
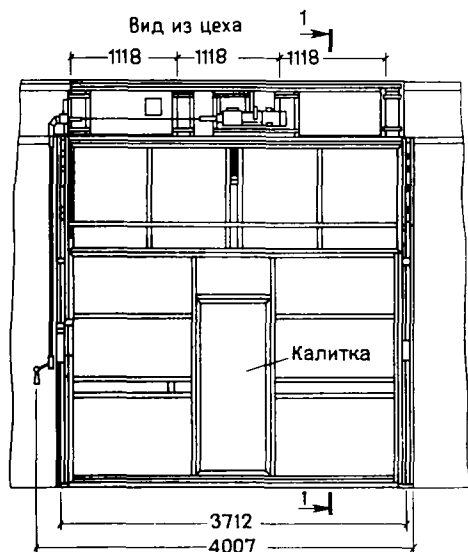


Рис. 47.6. Шторные ворота

а — общий вид; б — фасад, план и разрез; А — деталь шторы; 1 — рама ворот; 2 — штора; 3 — барабан; 4 — ручной привод; 5 — кожух; 6 — резина

Рис. 47.7. Подъемно-поворотные ворота



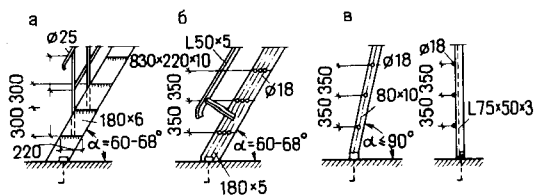


Рис. 47.8. Стальные служебные лестницы, ведущие на площадки для обслуживания машин

a — со ступенями из листовой стали; *б* — со ступенями из прутков; *в* — стремянки

Рис. 47.9. Служебные лестницы в здании, предназначенном для химической промышленности

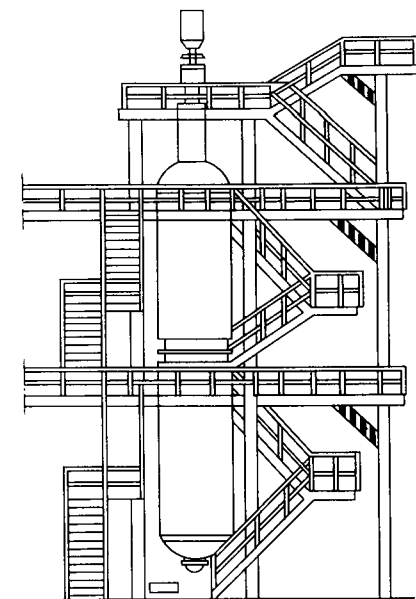
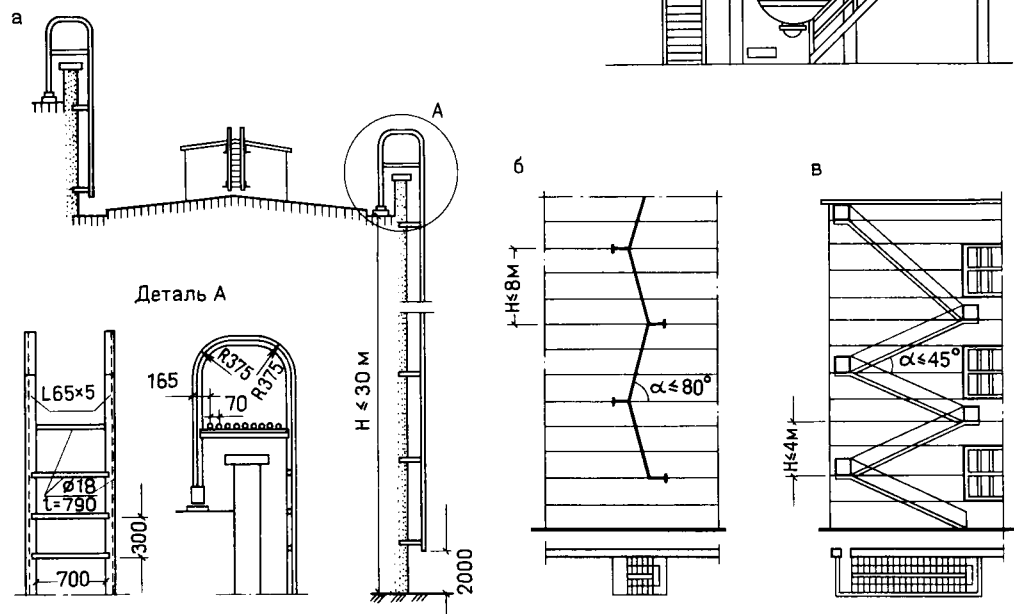


Рис. 47.10. Пожарные лестницы

a — вертикальная; *б* — наклонная; *в* — аварийная



вают также посадочные и ремонтные площадки мостовых кранов.

Пожарные лестницы предназначены в случае пожара для доступа в верхние этажи и на покрытие здания. Аварийные лестницы используют только для эвакуации людей из здания на случай пожара и аварии. Запасными путями эвакуации помимо основных аварийных и пожарных лестниц могут быть специально устраиваемые как внутри, так и снаружи здания спуски и штанги.

Основные лестницы размещают в

лестчных клетках, расположенных в пределах контура здания или в виде отдельных пристроек. Конструктивное решение основных лестниц многоэтажных промышленных зданий и лестниц гражданских зданий аналогично.

Следует отметить, что в промышленных зданиях из-за большей высоты этажа по сравнению с высотой жилого дома часто проектируют лестницы трех-, четырех- и пятимаршевые.

Поскольку служебными лестницами пользуется обычно ограниченное число лиц, их делают открытыми,

сквозной конструкции и с крутым подъемом. Такие лестницы занимают мало места и не затемняют помещения. Служебная лестница состоит из промежуточных площадок и сборных лестничных маршей. Несущей конструкцией марша служат две тетевы из полосовой или уголковой стали, к которым прикрепляют ступени, имеющие только проступь.

При уклоне лестницы до 60° ступени выполняют из листовой рифленой стали с отогнутым для жесткости передним краем, при уклоне $60\text{--}80^\circ$ — из двух-трех стержней каждый толщиной 16—19 мм, а при более крутых уклонах, в виде стремянок со ступенями, — из одного стержня (рис. 47.8).

Ширина маршей в первых двух случаях может быть 700—900 мм, ширину стремянок делают 700 мм. Несущей конструкцией площадок служат стальные балки из прокатных профилей, по которым устраивают пол из листовой рифленой стали или из стальных стержней, укладываемых с зазорами. Ограждения состоят из стоек и поручня. На рис. 47.9 показаны служебные лестницы, ведущие на рабочие площадки в здании павильонного типа химической промышленности.

Пожарные металлические лестницы (рис. 47.10) устраивают в произ-

водственных зданиях для подъема пожарных на покрытие цеха и фонаря. В тех случаях, когда высота до верха карниза превышает 10 м, лестницы располагают по периметру здания через 200 м в производственных и через 150 м во вспомогательных зданиях. При высоте здания менее 30 м лестницы устраивают вертикальными шириной 600 мм, а при высоте 30 м и более — наклонными под углом не более 80° шириной 700 мм с промежуточными площадками не реже, чем через 8 м по высоте.

На рис. 47.10, в показано расположение на фасаде здания лестницы, которая запроектирована до третьего этажа как аварийно-пожарная с промежуточными площадками, а от третьего этажа до покрытия — как пожарная.

Пожарные лестницы устанавливают против простенков, не доводят до уровня земли на 1,5—1,8 м и при наличии на покрытии фонарей выводят между ними.

Аварийные стальные лестницы имеют такую же конструкцию, как служебные или пожарные, но их обязательно доводят до земли. Уклон их маршей должен быть не более 45° , ширина не менее 0,7 м, а расстояние по вертикали между площадками не более 3,6 м.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Архитектура** гражданских и промышленных зданий: Учеб. для вузов. Т. III: Общественные и промышленные здания и их архитектурные конструкции/Л. А. Серк, Б. Н. Варгазин, К. Н. Карташов; Под ред. Л. А. Серка.— М., 1949.— 368 с.
2. **Архитектура** гражданских и промышленных зданий: Учеб. для вузов. Т. II: Основы проектирования/Под общей ред. В. М. Предтеченского.— 2-е изд.— М., 1976.— 215 с.
3. **Архитектурное проектирование** промышленных предприятий: Учеб. пособие/Под ред. А. С. Фисенко и С. В. Демидова.— 2-е изд.— М., 1973.— 320 с.
4. **Архитектурное проектирование** промышленных предприятий: Учеб. для вузов/Под ред. С. В. Демидова, А. А. Хрусталева.— М., 1984.— 391 с.
5. **Архитектурная типология** промышленных предприятий: Учеб. для вузов/Под ред. И. С. Николаева, В. А. Мыслина, Е. С. Матвеева и Н. М. Морозова.— М., 1975.— 320 с.
6. **Баранов В. М., Лесовиченко М. И.** Проектирование промышленных узлов.— М., 1970.— 136 с.
7. **Батурин В. В., Эльтерман В. М.** Аэрация промышленных зданий.— М., 1963.— 258 с.
8. **Беленя Е. И.** Предварительно напряженные несущие металлические конструкции.— М., 1975.— 415 с.
9. **Бирюков Л. Е.** Основы планировки и благоустройства населенных мест и промышленных территорий: Учеб. пособие.— М., 1978.— 232 с.
10. **Блохин В. В.** Архитектура интерьеров промышленных зданий.— М., 1973.— 192 с.
11. **Блохин В. В.** Композиция в промышленной архитектуре.— М., 1977.— 51 с.
12. **Богословский В. Н.** Строительная теплофизика: Учеб. для вузов.— 2-е изд.— М., 1982.— 415 с.
13. **Богословский В. Н.** Тепловой режим здания.— М., 1979.— 248 с.
14. **Болотова М. Н., Лейкина Д. К., Рыгалов В. А.** Благоустройство промышленных предприятий.— 2-е изд.— М., 1980.— 151 с.
15. **Великовский Л. Б.** Архитектура гражданских и промышленных зданий. Том IV: Общественные здания: Учеб. для вузов/Под общей ред. В. М. Предтеченского.— М., 1977.— 108 с.
16. **Голосов В. Н., Богданова Е. Н., Шубин А. Л.** Монолитные железобетонные перекрытия с применением стального профилированного настила: Обзор информ./ВНИИ информации по строительству и архитектуре.— Вып. 4.— М., 1983.— 72 с.
17. **Гохарь-Хармандарян И. Г.** Автономно-модульный принцип проектирования и строительства предприятий//Архитектура СССР.— 1971.— № 11.— С. 24—28.
18. **Гохарь-Хармандарян И. Г.** Инфрамолекулярный принцип формирования структуры предприятий//Архитектура СССР.— 1975.— № 10.— С. 36—39.
19. **Гусев Н. М., Киреев Н. Н.** Освещение промышленных зданий.— М., 1968.— 160 с.
20. **Гусев Н. М.** Основы строительной физики: Учеб. для вузов.— М., 1975.— 440 с.
21. **Дерибере М.** Цвет в деятельности человека: Пер. с франц.— М., 1964.— 181 с.
22. **Десятов В. Г.** Общественные комплексы предприятий тяжелой промышленности.— М., 1981.— 97 с.
23. **Дегтяр А. Ш.** Облегченные конструкции металлических стен промышленных зданий.— М., 1979.— 161 с.
24. **Дмитриев И. Н., Ищенко И. И., Смирнов А. Ф. и др.** Строительство производственных зданий с применением легких несущих и ограждающих конструкций/Под ред. И. И. Ищенко, Е. Г. Кутухтина и В. М. Спиридонова.— М., 1978.— 264 с.
25. **Дроздов В. А.** Фонари и окна промышленных зданий.— М., 1972.— 331 с.
26. **Дроздов В. А., Гусев Н. М.** Строительная светотехника: Современное состояние и перспективы развития.— М., 1982.— 96 с.
27. **Дроздов В. А.** Новое в строительной науке: (Некоторые проблемы строительной физики по материалам международного совета по строительным исследованиям).— М., 1984.— 64 с.
28. **Дубсон А. А.** Текстильные предприятия.— М., 1978.— 112 с.
29. **Дятков С. В.** Промышленные здания и их конструктивные элементы: Учеб. пособие для вузов.— М., 1971.— 391 с.
30. **Дятков С. В.** Архитектура промышленных зданий: Учеб. пособие для вузов.— 2-е изд., перераб.— М., 1984.— 415 с.
31. **Износ и защита конструкций** промышленных зданий с агрессивной средой производства/Под ред. К. Н. Карташова.— Вып. 2.— М., 1966.— 159 с.
32. **Ильинский В. М.** Строительная теплофизика: (Ограждающие конструкции и микроклимат зданий): Учеб. пособ. для вузов.— М., 1974.— 319 с.
33. **Ильяшев А. С.** Специальные вопросы архитектурно-строительного проектирования.— М., 1985.— 164 с.
34. **Ким Н. Н.** Промышленная архитектура.— М., 1979.— 176 с.
35. **Ким Н. Н.** Промышленная архитектура и научно-технический прогресс//Архитектура СССР.— 1971.— № 11.— С. 1—4.
36. **Ким Н. Н.** Комплексное решение задач при проектировании и строительстве промышленных зданий//Архитектура СССР.— № 8.— С. 2—6.
37. **Коваленко Ю. Н.** Экономика проектирования промышленных зданий.— Киев, 1964.— 110 с.

38. Ковригин С. Д., Крышов С. И. Архитектурно-строительная акустика: Учеб. пособ. для вузов.— 2-е изд. М., 1986.— 256 с.
39. Конструкции промышленных зданий: Учеб. пособ. для вузов/Под общей ред. А. Н. Попова.— М., 1972.— 302 с.
40. Костов К. Д. Архитектура инженерных сооружений и промышленного интерьера/Сокр. пер. с болг. Н. Н. Теневой и Н. М. Руф; Под ред. В. А. Цветковой и В. В. Блохина.— М., 1983.— 311 с.
41. Кутухтин Е. Г., Коробков В. А. Конструкции промышленных и сельскохозяйственных производственных зданий и сооружений: Учеб. пособ. для вузов.— М., 1982.— 208 с.
42. Легкие металлические конструкции одноэтажных производственных зданий: Справочник проектировщика/Под ред. И. И. Ищенко.— М., 1979.— 196 с.
43. Лукаев Л. П., Рузин Б. В., Воронина А. Г. Экономика архитектурно-проектных решений: Учеб. пособ. для вузов.— М., 1972.— 253 с.
44. Марчуков В. И. Проектирование комплексной промышленной застройки.— Киев, 1978.— 100 с.
45. Мусатов В. В. Аграрно-индустриальные комплексы.— М., 1980.— 120 с.
46. Нагинская В. С. Автоматизация архитектурно-строительного проектирования: Учеб. пособ. для вузов.— 2-е изд.— М., 1986.— 249 с.
47. Николаев И. С. Промышленные предприятия в городах: Размещение, планировка: Учеб. пособ. для вузов.— М., 1955.— 271 с.
48. НИИСФ Госстроя СССР. Руководство по проектированию цветовой отделки интерьеров жилых, лечебных и производственных зданий.— М., 1978.— 75 с.
49. НИИСФ Госстроя СССР. Руководство по расчету и проектированию шумоглушения в промышленных зданиях.— М., 1982.— 129 с.
50. Орловский Б. Я., Орловский Я. Б. Архитектура гражданских и промышленных зданий: Промышленные здания: Учеб. для вузов/Под ред. Ю. С. Ярлова.— 3-е изд.— М., 1985.— 287 с.
51. Орловский Б. Я., Абрамов В. К., Сербинович П. П. Архитектурное проектирование промышленных зданий: (Архитектурно-композиционные и объемно-планировочные решения): Учеб. пособ. для вузов.— 2-е изд.— М., 1982.— 279 с.
52. Осипов Л. Г., Сергеев М. В., Шубин И. Л. Исследование звуковых полей в производственных помещениях и разработка методов расчета ожидаемого шума: Обзор. информ. (ВНИИ информации по строительству и архитектуре). Вып. 8.— М., 1985.— 72 с.
53. Осипов Л. Г., Сербинович П. П., Стерлигов В. Д., Шубин Л. Ф. Архитектура гражданских и промышленных зданий: Учеб. для вузов/Под ред. Л. Г. Осипова.— М., 1982.— 334 с.
54. Пашенко П. И. Предприятия с агрессивными средами.— Л., 1967.— 271 с.
55. Предтеченский В. М., Ильинский В. М. О сохранности и эксплуатационных качествах промышленных зданий//Промышленное строительство.— 1959.— № 11.— С. 38—43.
56. Предтеченский В. М., Милинский А. И. Проектирование зданий с учетом организации движения людских потоков: Учеб. пособ. для вузов.— 2-е изд.— М., 1979.— 375 с.
57. Предтеченский В. М. Архитектурно-строительное образование и научные основы проектирования/Под ред. Н. А. Стрельчука.— М., 1983.— 196 с.
58. Прикшайтис М. П. Применение стального профилированного настила в строительстве: Учеб. пособ. для вузов. Вильнюс, 1985.— 50 с.
59. Реттер Э. И., Стриженов С. И. Аэродинамика зданий.— М., 1968.— 240 с.
60. Реттер Э. И. Архитектурно-строительная аэродинамика.— М., 1984.— 294 с.
61. Рыгалов В. А. Генеральные планы предприятий химии.— М., 1967.— 155 с.
62. Соколов Л. К. Здания культурно-бытового обслуживания на промышленных предприятиях.— М., 1980.— 151 с.
63. Справочник проектировщика: Архитектура промышленных предприятий, зданий и сооружений/Под ред. К. Н. Карташова.— М., 1975.— 527 с.
64. Справочник по технической акустике: Пер. с нем./Под ред. М. Фекла и Х. А. Мюллера.— Л., 1980.— 437 с.
65. Справочник. Борьба с шумом на производстве. Под ред. Е. Я. Юдина.— М., 1985.— 400 с.
66. Трепененков Р. И. Альбом чертежей и деталей промышленных зданий: Учеб. пособие для вузов.— 3-е изд.— М., 1980.— 284 с.
67. Устинов А. Г. Цвет в производственной среде.— М., 1967.— 283 с.
68. Умняков П. Н. Теплотехнические свойства навесных легких конструкций.— М., 1970.— 174 с.
69. Ушков Ф. В. Метод расчета увлажнения ограждающих частей зданий.— М., 1955.— 104 с.
70. Ушков Ф. В. Теплопередача ограждающих конструкций при фильтрации воздуха.— М., 1970.— 143 с.
71. Фрилинг Г., Ауэр К. Человек — цвет — пространство: Прикладная цветопсихология: Сокр. пер. с нем.— М., 1973.— 116 с.
72. Хенн В. Промышленные здания и сооружения: Пер. с нем.: В 2 т./Под ред. и с предисл. К. Н. Карташова.— М., 1959.— Том 1: Архитектура: Проектирование конструкций.— 287 с.— Том 2: Примеры зданий и сооружений.— 290 с.
73. Хенн В. Здания бытового обслуживания на промышленных предприятиях: Сокр. пер. с нем./Науч. редакторы К. Н. Карташов, Л. Н. Шерман, В. П. Андреева.— М., 1972.— 238 с.
74. Хорхот А. Я. и др. Благоустройство территорий промышленных предприятий.— Киев, 1960.— 172 с.
75. Хорхот А. Я. Планировочная организация городских промышленных территорий.— Киев, 1966.— 267 с.
76. Хромец Ю. Н. Совершенствование объемно-планировочных и конструктивных решений промышленных зданий. М., 1986.— 315 с.

77. Хромец Ю. Н. Промышленные здания из легких конструкций.— М., 1978.— 176 с.
78. Хромец Ю. Н. Современные конструкции промышленных зданий.— М., 1982.— 351 с.
79. Техничко-экономические исследования в промышленном строительстве/ЦНИИПромзданий Госстроя СССР. Под ред. К. Н. Карташова. Вып. 2.— М., 1969.— 83 с.
80. Руководство по разработке схем генеральных планов промышленных узлов/ЦНИИПромзданий Госстроя СССР.— М., 1980.— 140 с.
81. Руководство по повышению архитектурно-художественного качества планировки и застройки предприятий черной металлургии/ЦНИИПромзданий Госстроя СССР.— М., 1980.— 175 с.
82. Руководство по повышению архитектурно-художественного качества планировки и застройки предприятий машиностроения/ЦНИИПромзданий Госстроя СССР.— М., 1981.— 152 с.
83. Руководство по повышению архитектурно-художественного качества планировки и застройки химической и нефтехимической промышленности/ЦНИИПромзданий Госстроя СССР.— М., 1981.— 112 с.
84. Руководство по повышению архитектурно-художественного качества планировки и застройки предприятий легкой и пищевой промышленности/ЦНИИПромзданий Госстроя СССР.— М., 1981.— 119 с.
85. Руководство по совершенствованию эстетических качеств промышленных предприятий/ЦНИИПромзданий Госстроя СССР.— М., 1981.— 87 с.
86. Руководство по проектированию интерьеров производственных зданий и помещений промышленных предприятий/ЦНИИПромзданий Госстроя СССР.— М., 1981.— 116 с.
87. Чехов А. П. Защита строительных конструкций от коррозии: Учеб. пособие для вузов.— Киев, 1977.— 214 с.
88. Шаламов Н. П. Гибкие цехи.— М., 1954.— 160 с.
89. Шерешевский И. А. Промышленные здания и сооружения: Конструирование: Альбом чертежей: Учеб. пособие для вузов.— Л.: М., 1966.— 154 с.
90. Шерешевский И. А. Конструирование промышленных зданий и сооружений: Учеб. пособие для вузов.— 3е изд.— Л., 1979.— 167 с.
91. Шештокас В. В. Город и транспорт.— М., 1983.— 176 с.
92. Шештокас В. В., Адомавичюс В. П., Юшкявичюс П. В. Гаражи и стоянки: Учеб. пособие для вузов/Под общей ред. В. В. Шештокаса.— М., 1984.— 215 с.
93. Шряев Г. А., Хромец Ю. Н. Снижение массы конструкций промышленных зданий.— М., 1980.— 63 с.
94. Шубин Л. Ф. Архитектура гражданских и промышленных зданий: Учеб. для вузов Том V. Промышленные здания/Науч. ред. В. М. Предтеченский.— М., 1975.— 310 с.
95. Шубин Л. Ф. Архитектура гражданских и промышленных зданий: Учеб. для вузов. Том V. Промышленные здания.— 2-е изд./Под общей ред. В. М. Предтеченского.— М., 1977.— 304 с.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

А

Акцент (архитектурный) 150, 158
 Ангар 99
 Ансамбль архитектурный 156
 Антресоль 100
 Арка железобетонная 179
 — стальная 205
 — деревянная 278
 Архитектура здания (требования) 40
 АСПОС (автоматизированная система проектирования объектов строительства) 112
 Аэрация 20, 48
 Аэрозоли 46, 169

Б

Балка обвязочная железобетонная 175
 — — стальная 200
 — подкрановая железобетонная 175
 — — стальная 200
 — покрытия железобетонная 177
 — — деревянная 275
 — подстропильная железобетонная 192
 — фундаментная железобетонная 174
 Безопасность пожарная 88
 Блок температурный 71, 72
 Блокирование 12, 23, 83
 Буфет 143

В

Вибрация 13, 59, 64
 Виброизолятор 64, 320
 Виброизоляция 64, 320
 Вибропоглощение 320
 Влагостойкость 169
 Воздействия внешние несиловые 166, 169, 218
 — — силовые 166, 169, 218
 Ворота 322
 Выход эвакуационный 88

Г

Газовыделение 23
 Газоизоляция 239
 Газы инертные 44
 Гамма цветовая 162
 Гибкость (технологическая) 12, 22, 86, 102
 Гидроизоляция 175, 223, 239, 308

Д

Давление звуковое 59
 Двери 322
 Децибел 59
 Диссоциация электролитическая 46

ЕМС (единая модульная система) 75

З

Застройка павильонная 12, 23, 83
 — сплошная 12, 23
 Затраты на строительство промышленного здания единовременные 115
 — — — — — приведенные 115, 120
 — — — — —, эталонное значение 116
 Затраты на эксплуатацию промышленного здания годовые 116
 Защита биологическая 110
 Звукопоглотитель 62
 Звукопоглощение 62
 Звукоизоляция 62
 Здания большой гибкости 110
 — средней гибкости 109
 — малой гибкости 109
 Здания-агрегаты 21, 34
 Здания и помещения вспомогательные 14, 125
 Здания промышленные бескрановые 19
 — — бесфонарные 20, 54
 — — герметизированные 20, 110
 — — двухэтажные 19, 107, 212
 — — зального типа 100
 — — крановые 19
 — — крупнопролетные из легких конструкций 21
 — — мелкопролетные 21
 — — многопролетные 15
 — — многоэтажные 15, 102
 — — неотапливаемые 20
 — — однопролетные 15
 — — одноэтажные 15, 93
 — — отапливаемые 20
 — — производственные 14
 — — пролетного типа 94
 Здания промышленные смешанной этажности 19
 — — — — с каркасной конструктивной схемой 19, 89
 — — — — с несущими стенами 19, 89
 — — — — с мостовыми (опорными) кранами 19
 — — — — со структурой нерегулярной 104, 107
 — — — — — — регулярной 104, 106
 — — — — с подвесным транспортом 19
 — — — — среднепролетные 21
 — — — — с техническими этажами 17, 110, 217
 — — — — с фонарными надстройками 19, 24, 49, 52
 — — — — — — транспортно-складские 15
 — — — — — универсальные 12, 23, 86, 102
 — — — — — энергетические 15
 — — — — — ячеекового типа 102
 Зона мертвая 32, 102
 — противопожарная 93
 — рабочая 79
 — санитарно-защитная 36, 122
 Зонирование цеха вертикальное 68
 — горизонтальное 68
 — территории 122.

Изложница 29
 Интерьер промышленного здания 40, 159
 Инфильтрация 48

К

Каркас железобетонный 19, 170, 210, 212
 — рамно-связевой 92
 — рамный 92
 — связевой 92
 — с жестким ядром 92
 Каркас смешанный 369
 — стальной 19, 199, 210, 270
 Категория работ по степени тяжести 41, 79
 Классификация санитарная 36
 Климат световой 52, 88
 — цветоцветовой 82
 — цветовой 165
 Колонна железобетонная 170
 — стальная 199
 Компенсатор 247
 Комплекс территориально-производственный 9, 120
 Композиция фронтально-асимметричная 156
 — фронтально-симметричная 156
 — цветовая 164
 Комфорт психологический 161
 Кондиционирование воздуха 20, 110
 Конойд 183
 Конструкция деревянная клееная 275
 — легкая несущая 269
 — легкая ограждающая 269
 — легкобрасываемая 38
 — несущая ограждающей части покрытия 89, 193, 242
 — несущая покрытия 89, 176
 — перекрестно-ребристая 273
 — пневматическая 18
 — подстропильная 90, 192
 — стальная трубчатая 13, 272
 Конструкций:
 биостойкость 169
 деформативность 169
 диэлектричность 294
 долговечность 37, 166, 218
 жаростойкость 294
 жесткость 36, 205
 индустриальность 12, 166, 218
 кислотостойкость 294
 коррозиестойкость 169, 218
 огнестойкость 38, 218
 прочность 36, 166
 устойчивость 37, 166
 Контраст (в архитектуре) 157
 Концентрация вредных веществ, предельно допустимая 45
 Кошка 25
 Коэффициент естественного освещения 56
 — звукопоглощения 61
 — технологичности или унификации 48
 — экономической эффективности капитальных вложений
 — нормативный 116

Кран козловой 30, 31

- консольно-катучий 30, 31
- мостовой металлургический 27
- мостовой 25
- консольно-поворотный 31
- подвесной 25
- штабелер 31

Кривая освещенности 55, 56

Кровля рулонная 244

- из волнистых асбестоцементных листов 291
- армированная мастичная 245

Круг цветовой 162

Купол железобетонный 184

- металлический 209

Л

Лестницы 324

М

Мастика герметизирующая 228

Масштабность (в архитектуре) 157, 164

Место рабочее 66, 79, 81

Метод киноциклографический 80

- плоского макетирования 80

- циклографический 80

Механизмы открывания переплетов окон 238

- — — фонарей 267

Микроклимат 41

Микроорганизмы 169

Монорельс 25

Мульда 29

Н

Настил-воздуховод 194

- из профилированного металла 270, 284

- КЖС 194

- коробчатый 194

- 2Т 194

НОТ (научная организация труда) 81

О

Облицовка звукопоглощающая 62

Оболочка длинная цилиндрическая 181

Оболочка коноидальная 183

- — короткая цилиндрическая 182

- — отрицательной кривизны 187

- — положительной кривизны 186

- — шедовая цилиндрическая 182

Объем строительный 117

Окупаемость капитальных вложений, нормативный срок 115

«Опрокидывание тяги» 52

Освещение естественное боковое 52

- — верхнее 52

- — комбинированное 52

- искусственное общее 53

- — комбинированное 53

- психологическое 24

- совмещенное (интегральное) 53

Ось разбивочная 75

Отрасль производства 14

Отчисления амортизационные 118

П

Панель парапетная 228

- светопрозрачная 258

Пароизоляция 239

Перегородки 321

Перекрытие балочное 92, 210

- безбалочное 92, 212

- из коробчатого настила 216

Переплеты деревянные 232

- железобетонные 234

- стальные 233

План генеральный 120

Планировка промышленных районов 122

Плиты покрытия 192

Плита покрытия на основе профилированного настила 286

- — — — — пластических масс 286

Плотность застройки 117

Площадка рабочая 313

- ремонтная 313

Площадь водосбора 249

- застройки 117

- конструктивная 116

- подсобная 116

- полезная 116

- рабочая 116

- складская 116

Показатель водородный 46

Покрытие беспрогонное 89, 239

- висячее 190, 209

- висячее тентовое 274

- мембранное 209

- прогонное 89, 239

- светопрозрачное 258, 260

- утепленное 239

- холодное 239

Полы асфальтобетонные 298

- асфальтовые 298

- бетонные 297

- брусчатые 300

- булыжные 300

- глинобетонные 297

- глинобитные 297

- гравийные 296

- земляные 296

- дощатые 304

- из древесностружечных плит 305

- кирпича 301

- твердого листового винипласта 305

- линолеума 304

- литых шлаковых плиток 302

- плит и плиток на основе синтетических материалов 302

- сверхтвердых древесноволокнистых плит 305

- стальных плит 303

- торцовой шашки 304

- чугунных плит 303

- шлакоситалловых плит 301

- поливинилацетатно-цементно-бетонные 300

- поливинилацетатные мастичные 299

- фуранорастворные 300

- цементные 298

- шлаковые 296

- щебеночные 296

- эпоксидно-бетонные 300

Помещения административно-конторские 145

- бытовые:

- гардеробные 136
- для личной гигиены женщин 140
- душевые 139
- санитарные пропускники 139, 141
- санитарные узлы 139
- умывальные 137
- фотарии 142
- Помещения коммуникационные 66, 89
- Потолок подвесной 24, 311
- Провода троллейные 26
- Прогон покрытия 89, 240, 242
- Пространство (промышленного здания) 35
 - для передвижения людей 66
 - рабочее 35, 66
 - — оптимальное 80
- Процесс технологический 33, 34, 70
- Профиль здания активизированный 52
- Психология инженерная 82
- Путь крана (устройство) 176, 200
- Пыль (производственная) 47, 110

Р

- Радияция солнечная 241
 - ультрафиолетовая 58
- Разрезка стен на панели 226
- Район промышленный (города) 122
 - производственно-селитебный 150
- Рама деревянная клееная 279
 - железобетонная 179
 - стальная 204
- Режим акустический 35
 - работы крана 27
 - световой 35
- Роза ветров 49
- Ряд ритмический 156

С

- Свод 188
- Связи между колоннами 32, 89, 197
 - в покрытии 89, 196, 197, 198, 207
- Система верхнего освещения плавающая 100
- Складка железобетонная 184
 - стальная 209
- Скrap 29
- Смесь взрывоопасная 47
- «Снеговой мешок» 54
- Сооружение промышленное 20, 22
- Соотношения пропорциональные (в архитектуре) 156
- Спектр шума 59
- Среда в промышленных зданиях агрессивная 68, 218
 - — — — воздушная 35, 41
 - — — — цветовая 161
- Стеклоблоки 234
- Стеклопрофилит 236, 238
- Стены из кирпича 222
 - — крупных блоков 222
 - — панелей 225
 - — листовых материалов 284
 - — мелких блоков 218
 - легкие металлические 279
 - навесные 218
 - несущие 218
 - противопожарные
 - самонесущие 218
 - торцовые 220, 231

- Стоимость сметная здания 118
- Стойка (колонна) 91
- Столовая-догоотовочная 143
- Стяжка асфальтовая 242
 - цементная 242
- Схема (здания) габаритная 71
 - технологическая 34

Т

- Таль 25
- Тектоника 156
- Температура воздуха в помещении 41
 - комфорта эквивалентно-эффективная 41
- Тень аэродинамическая 50
- Тепло явное 43
- Тепловыделение 23
- Теплоизоляция 239
- Территория селитебная 121
- Токи блуждающие 169
- Транспорт внутрицеховой 24
- Требования технологические (функциональные) 35

У

- Удар тепловой 169, 239
- Узел промышленный 121
- Ультразвук 62
- УТС (унифицированная типовая секция) 72, 94
- УТП (унифицированный типовой пролет) 72, 94
- Унификация 72, 86
- Уровень звукового давления 59
- Уровень шума 59
- Условия метеорологические 41

Ф

- Фахверк 220
- Ферма ветровая 221
 - подстропильная 90, 192
 - покрытия деревянная 277
 - — железобетонная 177
 - — стальная 202, 204
 - тормозная 202
- Флюатирование 69
- Фонарь аэрационный 21, 50, 265
 - зенитный 21, 56, 256
 - светоаэрационный 21, 58, 263
 - световой 21, 58, 254
- Фундаменты под колонны 173

Х

- Характеристика аэродинамическая 50

Ц

- Цвет в производственной среде 161
- Центр композиционный 39
- Цех горячий 20, 43
 - холодный 20

Ш

- Шов деформационный 79, 292, 307
 - компенсационный 292



— температурный 71, 77, 292, 293
Шум производственный 36, 59—65

Щ

Щит (панель) ветроотбойный 21, 261, 266

Э

Экран защитный (от шума) 62
Электричество статическое 48

Эюра давления ветра 50
Эргономика 66, 83
Эстетика техническая 82
Этаж межферменный 214
— технический 110, 310
Этажерка 23, 313—319

Я

Ячейка (здания) планировочная 71
— пространственная 71

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	5	ных решений промышленных зда- ний	115
Введение	7	§ 17. Понятие о генеральном плане про- мышленного предприятия	120
§ 1. Строительство промышленных пред- приятий в СССР	7	Глава IV. Вспомогательные здания и по- мещения промышленных предприятий	125
РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ. ОСНОВЫ ПРОЕК- ТИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДА- НИЙ	14	§ 18. Классификация вспомогательных зданий и помещений	125
Глава I. Общие положения проектиро- вания промышленных зданий	14	§ 19. Объемно-планировочные и конст- руктивные решения вспомога- тельных зданий и помещений и их обо- рудование	133
§ 2. Виды промышленных зданий	14	Глава V. Архитектурно-композиционные решения промышленных зданий	150
§ 3. Подъемно-транспортное оборудова- ние промышленных зданий	24	§ 20. Архитектурный облик промышлен- ного здания	156
§ 4. Технологический процесс и основ- ные требования, предъявляемые к промышленным зданиям	33	§ 21. Приемы архитектурных решений про- мышленных зданий	156
Глава II. Физико-технические основы про- ектирования промышленных зданий	41	§ 22. Интерьеры промышленных зданий и значение цвета	159
§ 5. Воздушная среда	41	РАЗДЕЛ ВТОРОЙ. КОНСТРУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ	166
§ 6. Аэрация	48	§ 23. Общие принципы проектирования конструктивных элементов промыш- ленных зданий	166
§ 7. Освещение	52	Глава VI. Каркасы промышленных зда- ний	169
§ 8. Шумы и вибрации	59	§ 24. Железобетонные каркасы одноэтаж- ных зданий	170
§ 9. Влияние технологии производства и среды на объемно-планировочные и конструктивные решения промыш- ленных зданий	65	§ 25. Стальные каркасы одноэтажных зданий	199
Глава III. Объемно-планировочные и кон- структивные решения промышленных зда- ний	71	§ 26. Каркасы многоэтажных зданий	210
§ 10. Особенности модульной координа- ции, унификации и типизации в про- мышленном строительстве	71	Глава VII. Стены промышленных зданий	218
§ 11. Организация рабочего места	79	§ 27. Общие требования, предъявляемые к стенам. Фахверки	218
§ 12. Общие принципы объемно-планиро- вочных и конструктивных решений промышленных зданий	83	§ 28. Стены из кирпича и крупных блоков	222
§ 13. Одноэтажные промышленные зда- ния	93	§ 29. Стены из крупных панелей	225
§ 14. Многоэтажные промышленные зда- ния с герметизированными помеще- ниями	102	§ 30. Остекленные поверхности стен	231
§ 15. Понятие об автоматизированной сис- теме проектирования	112	Глава VIII. Покрытия	239
§ 16. Техничко-экономическая оценка объ- емно-планировочных и конструктив-		§ 31. Ограждающие конструкции покры- тий и требования, предъявляемые к ним	239

§ 32. Конструкции ограждающих частей покрытий	242	§ 39. Клеевые деревянные несущие конструкции покрытий	275
§ 33. Кровли и водоотводы с покрытий	244	§ 40. Стены из легких конструкций	279
Глава IX. Устройства для верхнего освещения и аэрации	250	§ 41. Покрытия из легких конструкций	284
§ 34. Классификация фонарей и их общие конструктивные схемы	250	Глава XI. Полы	293
§ 35. Световые фонари, светопрозрачные панели и покрытия	254	§ 42. Общие сведения	293
§ 36. Светоаэрационные системы и аэрационные фонари	261	§ 43. Конструктивные решения полов	296
§ 37. Приспособления для открывания створок переплетов фонарей и очистки их остекления	267	Глава XII. Прочие конструктивные элементы промышленных зданий	309
Глава X. Производственные здания с применением легких несущих и ограждающих конструкций	269	§ 44. Особенности устройства междуэтажных перекрытий и технических этажей	309
§ 38. Унифицированные здания из легких металлических и смешанных конструкций	269	§ 45. Устройство рабочих площадок и этажеров	313
		§ 46. Установка производственного оборудования и машин	318
		§ 47. Перегородки, ворота, двери, лестницы специального назначения	321
		Список литературы	328
		Предметный указатель	330

Учебник
**АРХИТЕКТУРА ГРАЖДАНСКИХ
И ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ**

Т. У
ЛЮБИМ ФЕДОРОВИЧ ШУБИН
Промышленные здания

Редакция литературы по градостроительству
и архитектуре

Зав. редакцией Т. Н. Федорова
Редактор Е. И. Астафьева
Технические редакторы Н. Г. Алеева,
Ю. Л. Циханкова
Корректор М. Е. Шабалина
ИБ № 3699

Сдано в набор 13.01.86. Подписано в печать 28.11.86.
Т-23674. Формат 70 × 100/16. Бумага офсетная № 1. Таймс.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 27,09. Усл. кр.-отт. 27,09.
Уч.-изд. л. 31,14. Тираж 50 000 экз. Изд. № А1778.
Заказ 66. Цена 1 р. 90 к.

Можайский полиграфкомбинат Союзполиграфпрома
при Государственном комитете СССР по делам издательств,
полиграфии и книжной торговли.
143200, Можайск, ул. Мира, 93.