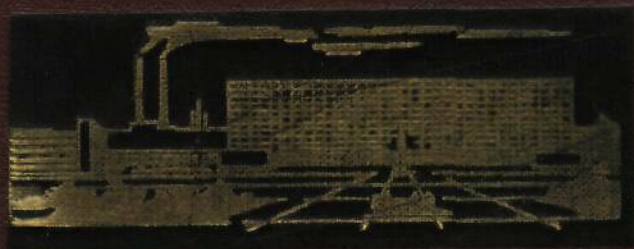


С. В. ДЯТКОВ

АРХИТЕКТУРА ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ



Рецензенты:

КАФЕДРА АРХИТЕКТУРЫ МОСКОВСКОГО ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО ИНСТИТУТА (ЗАВ. КАФЕДРОЙ ДОКТ. ТЕХН. НАУК, ПРОФ. В. М. ПРЕДТЕЧЕНСКИЙ)

Настоящее учебное пособие, написанное на основе программы курса «Архитектура гражданских и промышленных зданий» для специальности «Промышленное и гражданское строительство», предназначено для изучения студентами вузов теоретической части курса и ознакомления их с основными предпосылками выбора объемно-планировочных и конструктивных решений промышленных зданий.

В связи с этим в книге наряду с описанием объемно-планировочных и конструктивных решений зданий приведены необходимые для проектирования нормативные данные и иллюстрации вариантов конструкций в большем объеме, чем в ранее выпущенных учебниках и пособиях по промышленной архитектуре для студентов строительных вузов и факультетов.

Наличие вариантов однородных конструктивных элементов, деталей и узлов зданий и сооружений даст возможность студентам при выполнении курсовых и дипломных проектов выбирать наиболее рациональные конструкции для конкретных условий проектирования и строительства.

В пособии много внимания уделено таким вопросам, как принципы унификации и типизации объемно-планировочных и конструктивных решений промышленных зданий, а также новым прогрессивным типам зданий и их конструкциям. В частности, подробно рассмотрены здания универсального назначения для некоторых отраслей промышленности, павильонные здания для химической промышленности, бесфонарные и безоконные здания, здания с плоской крышей, с межферменными этажами и др.

В отдельных главах рассмотрены архитектурно-композиционные решения зданий, принципы формирования интерьеров помещений, даны рекомендации по использованию цвета и озеленения в интерьере с целью создания благоприятных санитарно-гигиенических условий в производственных зданиях, рассмотрены требования технической эстетики к интерьерам. В книге отражены также специфические особенности некоторых производств (в частности, «горячих», «мокрых», химических), влияющих на выбор объемно-планировочных и конструктивных решений зданий.

При написании настоящего учебного пособия учтены пожелания и замечания по изданному в 1971 г. пособию «Промышленные здания и их

Д99 Дятков С. В.
Архитектура промышленных зданий. Учебное пособие для строит. вузов. М., «Высш. школа», 1976.
464 с. с ил.

В книге освещены вопросы проектирования промышленных зданий, описаны наиболее распространенные их объемно-планировочные и конструктивные решения. Изложены основные принципы формирования внешних композиций и интерьеров промышленных зданий, приемы конструирования зданий универсального назначения, павильонных, бесфонарных, с межферменными этажами и др. Подробно рассмотрены варианты конструкций однородных элементов. Приведены нормативные данные для проектирования и рассмотрены вопросы освещения. Книга содержит много чертежей конструктивных элементов.

Д 30204—177 140—76
001(01)—76

72

© ИЗДАТЕЛЬСТВО «ВЫСШАЯ ШКОЛА», 1976.

конструктивные элементы». Добавлены главы по освещению производственных помещений, о промышленных зданиях, возводимых в сейсмических, северных и южных районах, на грунтах с просадочными свойствами и подрабатываемых территориях.

Защите конструкций промышленных зданий и сооружений от агрессивных воздействий посвящена специальная глава, в ней отражены результаты исследований автора по вопросу повышения долговечности и эксплуатационной надежности строительных конструкций в условиях металлургического производства.

Автор приносит глубокую благодарность профессору, доктору технических наук В. М. Предтеченскому и доценту, кандидату технических наук А. С. Ильяшеву (Московский инженерно-строительный институт имени В. В. Куйбышева) за ценные замечания и рекомендации, сделанные ими при рецензировании рукописи настоящего учебного пособия.

РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Г Л А В А

I ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Промышленное строительство

За 60 лет существования Советского государства, из которых более 15 лет ушло на две опустошительные войны и восстановительные работы, в Советском Союзе достигнуты огромные успехи в области промышленного строительства. За этот краткий в мировой истории период наша страна была превращена из аграрной и экономически отсталой в мощную индустриальную державу с высокоразвитой экономикой и передовой культурой.

Формулируя основную задачу, стоявшую в первые годы Советской власти перед нашей страной, В. И. Ленин писал: «...без спасения тяжелой промышленности, без ее восстановления мы не сможем построить никакой промышленности, а без нее мы вообще погибнем как самостоятельная страна»*. Необходимо было создать заново современные отрасли промышленности: машино- и станкостроительную, автомобильную, тракторную, авиационную, химическую и др.

По предложению В. И. Ленина в 1920 г. был принят план ГОЭЛРО, который предусматривал строительство электростанций общей мощностью свыше 1 млн. 500 тыс. кВт (1500 МВт) и увеличение выпуска промышленной продукции по сравнению с довоенным уровнем в 1,8—2 раза. Особое внимание уделялось развитию тяжелой промышленности. План ГОЭЛРО был выполнен досрочно, к 1928 г. В этот период на базе электрификации введено в строй более 300 новых промышленных предприятий.

В течение 12,5 лет довоенных пятилеток (1929—1941 гг.) в СССР была заложена прочная база социалистической индустрии — построено 9000 крупных промышленных предприятий; введены в действие Магнитогорский, Кузнецкий и Макеевский металлургические комбинаты, Харьковский, Волгоградский и Челябинский тракторные заводы; Ростовский и Таганрогский заводы сельхозмашин; Московский и Горьковский автомобильные заводы, химические, текстильные и многие другие предприя-

* Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 45, с. 287.

тия. В 1932 г. вступила в эксплуатацию крупнейшая в Европе Днепровская ГЭС. При крупных предприятиях строились благоустроенные поселки и зарождались социалистические города.

В конце 20-х и начале 30-х годов в Москве были созданы проектные институты: Гипромет, Гипромах, Гипрохим, Гипролеглопром, Гипроцветмет, Промстройпроект и др. Проводником новых идей советской школы строительного проектирования становится Промстройпроект.

В годы первых пятилеток основными типами производственных зданий были одноэтажные многопролетные, с фонарями верхнего света (преимущественно трапецевидными) и внутренними водостоками. Характерными особенностями таких зданий являются: прямоугольный план, стандартные размеры сетки колонн, единообразие высот отдельных помещений, серийность элементов, имеющих простые формы, равномерное естественное освещение через фонари верхнего света.

Несущие конструкции зданий, как правило, выполнялись из железобетона и древесины, а ограждающие — из кирпича и мелких шлакоблоков.

Большое внимание в годы первых пятилеток уделялось озеленению и благоустройству промышленных территорий. Широко применялись малые архитектурные формы.

В 1941—1945 гг. помимо реконструкции существующих были построены такие крупные предприятия, как Алтайский тракторный, Миасский автомобильный, Уральский трубный, Челябинский и Карагандинский металлургические предприятия и многие другие.

Фашистские захватчики полностью или частично разрушили и сожгли 1710 городов и 31 850 промышленных предприятий.

Производственные здания военного времени часто строились из облегченных деревянных конструкций. Применение металла ограничивалось цехами тяжелой промышленности.

В период послевоенных четвертой, пятой и шестой пятилеток (1945—1958 гг.) масштабы промышленного строительства непрерывно возрастали. Было возведено 12 090 промышленных предприятий. Среди них Череповецкий и Руставский металлургические заводы; автомобильные заводы в Кутайси, Ульяновске и Минске, текстильный комбинат в Чебоксарах и др.

Особо высокие темпы промышленного строительства наблюдались в семилетии 1959—1965 гг., когда вступили в строй около 5500 крупных предприятий. Введены в эксплуатацию Западно-Сибирский металлургический, Павлодарский алюминиевый заводы и др. С 1961 г. начато строительство сталеплавильных кислородно-конверторных цехов.

Гордостью советского народа являются Волжская ГЭС имени В. И. Ленина, Волгоградская ГЭС имени XXII съезда КПСС и Братская ГЭС, а также крупнейшие ТЭЦ, построенные в короткие сроки.

Важным этапом борьбы советского народа за создание материально-технической базы коммунизма была восьмая пятилетка (1966—1970 гг.). За это время объем промышленного производства возрос на 50% по сравнению с предыдущим пятилетием. Вступило в строй около 2000 крупных промышленных предприятий и объектов, среди них Павлодар-

ский тракторный завод, Березниковский калийный комбинат, Алма-Атинский хлопчатобумажный комбинат, Джамбулский завод двойного суперфосфата, Красноярская ГЭС и др.

В минувшей девятой пятилетке (1971—1975 гг.) производство промышленной продукции увеличилось на 43%. В этот период введены в действие такие крупные предприятия и комплексы, как Волжский автомобильный завод, Оренбургский газоперерабатывающий завод, Усть-Илимская ГЭС, Лукомльская ГРЭС и др., а всего около 2 тыс. крупных предприятий.

Новые задачи поставлены перед проектировщиками и строителями промышленных предприятий на десятую пятилетку. В 1976—1980 гг. основные производственные фонды по сравнению с уровнем 1975 г. увеличатся в 1,4 раза при повышении доли их активной части — машин и оборудования. Здания должны возводиться из индустриальных, преимущественно облегченных, конструкций.

Основным типом современного производственного здания становится блокированное здание крупных размеров, объединяющее ряд цехов под одной крышей и отличающееся высокой степенью сборности. Промышленные предприятия начинают объединяться в промышленные узлы с общими вспомогательными производствами, инженерными сооружениями и сетями, с единой системой обслуживания.

В последние годы очень большое внимание уделяется архитектуре внутреннего пространства производственных зданий. В частности, функциональная окраска строительных конструкций и технологического оборудования применяется в целом ряде производств с целью создания лучших условий для работы. Одной из задач советского промышленного строительства является также лучшая организация культурно-бытового обслуживания рабочих.

Важнейшие постановления в области промышленного строительства

В первые годы индустриализации перед советскими строителями была поставлена важнейшая хозяйственно-политическая задача — строить быстро, хорошо и дешево.

Коммунистическая партия и Советское правительство в ряде своих постановлений определили пути и средства достижения указанных целей. Еще в 1928 и 1929 гг. Совнаркомом СССР были приняты постановления о мерах по упорядочению капитального строительства промышленных предприятий и электростанций, в которых предусматривалась необходимость перехода от хозяйственного способа строительства к подрядному через государственные строительные организации.

В 1936 г. СНК СССР и ЦК ВКП(б) приняли постановление «Об улучшении строительного дела и об удешевлении строительства», в котором были намечены пути дальнейшего развития строительства и снижения стоимости строительного-монтажных работ. В постановлении СНК СССР от 1938 г. «Об улучшении проектно-сметного дела и об упорядочении фи-

нансирования строительства» дан ряд важнейших указаний по улучшению качества проектирования и положено начало типизации зданий и их конструкций.

Огромную роль в развитии строительной индустрии и внедрении в практику строительства новых типов зданий со сборными железобетонными конструкциями сыграли постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О развитии производства сборных железобетонных конструкций и деталей для строительства» (1954 г.) и «О мерах по дальнейшей индустриализации, улучшению качества и снижению стоимости строительства» (1955 г.). Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 1955 г. «Об устранении излишеств в проектировании и строительстве» обязывало проектировщиков и строителей главное внимание уделять созданию удобств для трудящихся и вопросам экономики.

В 1961 г. было принято постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О мерах по более эффективному использованию капитальных вложений и усилению контроля за вводом в действие строящихся предприятий», а в 1962 г. — постановление «Об улучшении планирования капитального строительства и об изменении условий оплаты труда и системы премирования работников строительного-монтажных и проектных организаций».

Постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О совершенствовании планирования капитального строительства и об усилении экономического стимулирования строительного производства» и «Об улучшении проектно-сметного дела», принятые в 1969 г., направлены на дальнейшее осуществление выдвинутых XXIII съездом КПСС задач по наиболее эффективному использованию капитальных вложений, обеспечению ввода в действие новых мощностей в короткие сроки и при наименьших затратах, повышению качества строительства и улучшению проектно-сметного дела.

Важнейшее значение для дальнейшей индустриализации строительства имеет постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 1972 г. «Об организации производства и комплектной поставке легких металлических конструкций промышленных зданий». С учетом этого постановления разработаны новые типы конструкций из эффективных материалов и экономичных гнутых и прокатных стальных профилей, позволяющих значительно снизить материалоемкость и трудовые затраты в строительстве.

Большое внимание вопросам промышленного проектирования и строительства уделялось на съездах нашей партии и пленумах ЦК КПСС. Решения XXV съезда партии предусматривают для создания материально-технической базы коммунизма дальнейшее осуществление обширных планов промышленного строительства на основе развития строительной индустрии. Указывается на необходимость внедрения в практику новейших достижений науки и техники, наиболее совершенных объемно-планировочных и конструктивных решений, быстрейшего завершения перехода на полное строительство зданий и сооружений по типовым проектам из крупногабаритных конструкций и элементов заводского изготовления.

Выполняя заветы В. И. Ленина о быстрейшей индустриализации страны, наша партия намечает смелые планы использования современных достижений науки и техники, исполнение которых несет с собой качественные перемены в технологии производства, энергетике, орудиях и предметах труда, в организации управления и в характере трудовой деятельности людей.

Индустриализация и повышение технического уровня промышленного строительства

В основу индустриализации строительства положен принцип заводского производства конструкций и деталей при максимальной механизации строительного-монтажных работ. Индустриализация строительства невозможна без унификации и типизации зданий, строительных конструкций и деталей. Для выполнения этой задачи была проведена широкая унификация объемно-планировочных и конструктивных решений зданий и сооружений, типизированы и внедрены в строительство сборные конструкции и детали.

Основным направлением дальнейшей индустриализации строительства является широкое применение крупногабаритных сборных конструкций и переход к их монтажу крупными узлами и блоками, обладающими большой степенью заводской готовности.

По массовости применения сборного железобетона СССР далеко опередил все капиталистические страны. Если в 1954 г. у нас было изготовлено 3,1 млн. м³ сборных железобетонных конструкций и деталей, то в 1970 г. объем их производства возрос до 83 млн. м³, а в 1975 г. было изготовлено 114 млн. м³ сборного железобетона.

Применение стальных конструкций также характеризуется значительным ростом: 1960 г. — 2645 тыс. т., 1970 г. — 5300 тыс. т., а в 1975 г. — более 7000 тыс. т.

Наряду со сборными железобетонными и стальными конструкциями значительно возрастает применение конструкций из монолитного железобетона, алюминия, древесины и пластмасс.

Одной из важнейших задач в промышленном строительстве является снижение доли так называемых пассивных затрат в общем объеме капиталовложений, т. е. затрат на строительные-монтажные работы по возведению зданий. Затраты на технологическое оборудование (активная доля затрат), для функционирования которого и возводятся здания, за последние годы в капитальном строительстве составляют пока 45—50%.

В связи с этим при проектировании зданий и сооружений необходимо и дальше снижать материалоемкость, трудоемкость и сметную стоимость строительства; применять эффективные строительные материалы и конструкции, чтобы снизить массу несущих и ограждающих конструкций, более полно использовать физико-механические свойства материалов, а также прочностные и деформационные характеристики грунтов основания.

Основными направлениями повышения технического уровня и снижения стоимости промышленного строительства являются следующие: группировка предприятий в промышленные узлы с использованием общих инженерных сетей, вспомогательных, складских и обслуживающих зданий;

блокирование производственных, вспомогательных и других цехов, т. е. уменьшение числа зданий предприятия посредством объединения ряда цехов под одной крышей;

строительство преимущественно одноэтажных промышленных зданий с пролетами одного направления, одинаковой ширины и высоты;

широкое применение универсальных и других прогрессивных типов зданий (павильонных, герметизированных, с межферменными этажами, бесфонарных, с плоскими кровлями, с подпольными техническими этажами, одноэтажных с цокольным этажом и др.);

замена мостовых кранов более эффективными видами внутрицехового транспорта (подвесными и напольными кранами, рольгангами, электрокарами и т. п.);

снижение массы зданий и сооружений путем сокращения расхода строительных материалов и уменьшения массы конструкций;

применение прогрессивных конструкций из стали и бетона высоких марок, предварительного-напряженных, тонкостенных и пространственных больших пролетов;

размещение технологического оборудования вне зданий или под навесами (химические, нефтеперерабатывающие производства и пр.);

обеспечение хороших условий для работы в цехах и улучшение архитектурно-художественного облика производственных зданий и их интерьеров;

удобное размещение бытовых помещений по отношению к рабочим местам с применением новейшего санитарно-технического оборудования.

Больше внимания необходимо уделять также благоустройству и озеленению территорий промышленных предприятий.

Требования к промышленным зданиям

К промышленным зданиям, как и к гражданским, предъявляют функциональные, технические, архитектурно-художественные и экономические требования.

Функциональные требования заключаются в том, чтобы здание более полно соответствовало своему назначению, т. е. обеспечивало нормальное функционирование размещаемого в нем технологического оборудования и нормальный ход технологического процесса в целом. Иными словами, здание должно отвечать определенным эксплуатационным требованиям и создавать в помещениях нормальные санитарно-гигиенические условия для деятельности человека.

Функциональным требованиям одновременно с художественными должно быть подчинено объемно-планировочное решение здания (состав

помещений, их площади, высота и взаимное расположение). С учетом функциональных требований выбирают вид и материал несущих и ограждающих конструкций, тип и грузоподъемность внутрицехового подъемно-транспортного оборудования, обеспечивают надлежащие санитарно-гигиенические условия (освещенность, воздухообмен), качество и характер внутренней отделки и пр. Мероприятия по борьбе с производственным шумом также предусматриваются функциональными требованиями.

В целях предупреждения преждевременного морального старения зданий необходимо принимать такие объемно-планировочные и конструктивные решения, которые позволяли бы изменять и совершенствовать технологический процесс без реконструкции самого здания.

Технические требования заключаются в обеспечении прочности, устойчивости, долговечности зданий и противопожарных мероприятий к ним, а также в возможности возведения зданий индустриальными методами.

Качества прочности, устойчивости и долговечности, обеспечиваемые при проектировании и строительстве объекта, характеризуют собой его надежность. Под *надежностью зданий*, сооружений и конструктивных элементов понимают их безотказную работу в заданных условиях механических, физических и химических воздействий и в течение всего расчетного периода эксплуатации (с возможными перерывами на ремонты).

Важно обеспечить зданию или отдельным его частям предусмотренные требованиями условия эксплуатации, так как всякие отклонения от них (перегрузка, переохлаждение и перегрев, чрезмерное увлажнение, неучтенная химическая агрессия и т. д.) приводят к преждевременным разрушениям и даже авариям. Своевременные ремонты способствуют сохранению надежности конструкций и здания в целом.

К категории технических относятся также противопожарные требования, которые заключаются в соответствии степени огнестойкости здания или сооружения данному классу капитальности (в зависимости от его назначения).

Архитектурно-художественные требования предусматривают придание промышленному зданию красивого архитектурного облика, удовлетворяющего художественным запросам советских людей с учетом назначения здания. Архитектура его должна образно выражать идеалы строителей коммунистического общества, достижения социалистической индустрии и быть художественно связана с соседней застройкой и природным окружением.

Архитектурно-художественная выразительность промышленных зданий должна достигаться прежде всего гармоничностью их элементов и частей, красивыми пропорциями отдельных объемов. Важную роль в архитектуре промышленного здания играют также фактура и цвет поверхности стен, введение отдельных красочных пятен, художественное сочетание различных строительных материалов и высокое качество строительного-монтажных работ.

Экономические требования преследуют цель сведения к минимуму затрат на строительство и эксплуатацию проектируемого здания. Экономичность здания достигается целесообразной организацией

технологического процесса (обеспечение кратчайших путей передвижения сырья, полуфабрикатов, готовой продукции, обслуживающего персонала, транспорта, без пересечения и возврата потоков в одной плоскости); оптимальным использованием площади и объема всего здания и его отдельных помещений; принятием соответствующих данному производству шага колонн и ширины пролетов, конструктивной схемы, этажности, материалов для конструктивных элементов с рациональным использованием местных материалов; высокой степенью индустриализации работ по возведению здания; наименьшими эксплуатационными расходами по содержанию здания и др.

Окончательная оценка эффективности здания производится путем сопоставления технико-экономических показателей различных его вариантов.

Улучшение условий труда и бытового обслуживания рабочих

Наряду с обеспечением нормального хода технологического процесса в производственных зданиях должны быть созданы благоприятные санитарно-гигиенические и безопасные условия труда, рационально организованы рабочие места, выбрано хорошее цветовое решение интерьеров помещений, предусмотрена удобная система бытового обслуживания работающих. Необходимо также предусматривать помещения для повышения профессионального уровня рабочих и культурного отдыха.

Для обеспечения оптимальных санитарно-гигиенических условий труда предусматривают следующие меры:

локализацию производственных вредностей в месте их образования (герметизация технологических процессов);

удаление производственных вредностей посредством механической вентиляции, аэрации или кондиционирования воздуха;

изоляция помещений с наиболее вредными и пыльными производствами от других помещений (во избежание нарушения принципа герметичности здания следует применять сборно-разборные перегородки);

обеспечение освещенности рабочих мест не ниже нормативной (естественной и искусственной); проемы необходимо заполнять светопрозрачными материалами, пропускающими ультрафиолетовые и задерживающими инфракрасные лучи;

создание нормального температурно-влажностного режима; экранирование агрегатов, выделяющих лучистое тепло;

уменьшение производственного шума и вибраций от технологического оборудования.

Безопасность условий труда регламентируется мероприятиями по охране труда, противопожарными и санитарными нормами проектирования. Рабочее место должно отвечать требованиям научной организации труда.

В системе бытового обслуживания предусматривают удобные гардеробные, душевые, умывальные, уборные, медицинские пункты, столо-

вые, буфеты, места отдыха и другие помещения. На территории предприятий устраивают спортивные площадки и уголки отдыха; территорию хорошо благоустраивают и озеленяют.

Создание благоприятных условий в цехе и непосредственно на рабочих местах, хорошее бытовое обслуживание работающих способствует повышению производительности труда и качества продукции, сокращению случаев производственных заболеваний и травматизма, а также сохранению хорошего самочувствия трудящихся.

Г Л А В А

II ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Классификация промышленных зданий по назначению и капитальности

Промышленными называют здания, предназначенные для осуществления производственно-технологических процессов, прямо или косвенно связанных с выпуском определенного вида продукции или полуфабриката.

В зависимости от назначения промышленные здания подразделяют на следующие основные группы:

1) производственные, в которых размещают основные процессы производства (мартеновские, прокатные, механосборочные, ткацкие, кондитерские цехи и др.);

2) подсобно-производственные, предназначенные для вспомогательных процессов производства (ремонтные, экспериментальные, тарные цехи и др.);

3) энергетические, снабжающие предприятие электроэнергией, сжатым воздухом, паром и газом (ТЭЦ, компрессорные и газогенераторные станции, паро- и воздухоподогревательные установки и др.);

4) складские, необходимые для хранения сырья, заготовок, полуфабрикатов, готовой продукции, горючих и смазочных материалов и пр.;

5) транспортные, обслуживающие средства транспорта, находящиеся в распоряжении предприятия (гаражи, электровозные депо и др.);

6) санитарно-технические, предназначенные для обслуживания водопровода, канализации и т. п. (насосные и очистные станции, водохранилища, водонапорные башни, брызгальные бассейны и др.);

7) вспомогательные и общезаводские (административно-бытовые помещения, заводоуправления, столовые, медицинские пункты, профессионально-технические училища, пожарные депо и др.).

На территории промышленных предприятий строят также специальные сооружения (резервуары, газгольдеры, скрубберы, градирни, силосы, дымовые трубы, различные эстакады и опоры и др.).

Не все группы зданий и сооружений обязательны для каждого предприятия; состав их зависит от назначения, специализации и мощности предприятия.

Классификация промышленных зданий по капитальности необходима для выбора экономически целесообразных решений при проектировании. В основу классификации положено деление зданий на классы в зависимости от их назначения и значимости.

Здания подразделяют на четыре класса (I, II, III и IV), причем к I классу относят постройки, к которым предъявляют повышенные требования, а к IV классу — постройки с минимальными требованиями.

Для каждого класса установлены свои эксплуатационные качества, а также долговечность и огнестойкость основных конструкций зданий.

Эксплуатационные качества, обеспечивающие нормальные условия эксплуатации зданий и сооружений в течение всего срока их службы, определяются: для производственных зданий — размерами пролетов, технической оснащенностью, наличием специального оборудования, удобствами для работающих и для хода технологического процесса; для вспомогательных зданий — составом помещений, нормами их площадей и объемов, качеством отделки, санитарно-техническим оборудованием и т. п.

Долговечность и огнестойкость основных конструкций здания обеспечиваются применением соответствующих строительных материалов и изделий и защитой их в конструкциях от всех разрушающих эксплуатационных воздействий.

Долговечность конструктивных элементов определяется сроком их службы без потери требуемых эксплуатационных качеств в данных климатических условиях при заданном режиме эксплуатации. Установлены три степени долговечности ограждающих конструкций: I степень — срок службы не менее 100 лет, II степень — срок службы не менее 50 лет и III степень — срок службы не менее 20 лет.

Долговечность ограждающих конструкций в зависимости от класса здания принимают: для зданий I класса — не ниже I степени, II класса — не ниже II степени, III класса — не ниже III степени, IV класса — не нормируется.

Здания и сооружения по огнестойкости подразделяют на пять степеней. Степень огнестойкости, характеризуемая группой возгораемости и пределом огнестойкости основных строительных конструкций, принимается: для зданий I класса — не ниже II степени, для зданий II класса — не ниже III степени. Для зданий III и IV классов степень огнестойкости не нормируется.

Проектируемое здание относят к тому или иному классу в зависимости от следующих условий: народнохозяйственного значения, размеров и мощности предприятия, в состав которого войдет данное здание; концентрации материальных ценностей и уникальности оборудования, устанавливаемого в здании; запасов сырьевых ресурсов, для переработки которых проектируется объект; фактора моральной амортизации здания; градостроительных требований к объекту.

На территории предприятия могут возводиться здания с различным классом капитальности. При этом к повышенному классу относят здания, прекращение работы в которых в случае ремонта или аварии существенно нарушает работу всего предприятия.

При проектировании зданий нельзя завышать их капитальность, так как применение более долговечных и огнестойких конструкций, чем требуется, приводит к повышению стоимости зданий.

Виды промышленных зданий по архитектурно-конструктивным признакам

По архитектурно-конструктивным признакам промышленные здания подразделяют на одноэтажные, многоэтажные и смешанной этажности.

Для производства металлургической и машиностроительной промышленности (сталелитейные, прокатные, кузнечные, термические, механические цехи и др.), характеризующихся тяжелым и громоздким оборудованием, крупногабаритными изделиями и значительными динамическими нагрузками, приемлемы только одноэтажные здания.

В многоэтажных зданиях размещают производства с вертикально направленным технологическим процессом в тех случаях, если используется сила тяжести сырья и полуфабрикатов (мельницы, агломерационные фабрики, химические заводы, хлебозаводы и пр.).

Многоэтажные здания сооружают также на предприятиях легкой, пищевой, радиотехнической, приборостроительной и аналогичных им видов промышленности, для складов. Нагрузки на междуэтажные перекрытия в многоэтажных зданиях могут достигать 4500 кг/м^2 (45 кН/м^2).

Для производств с горизонтальным и вертикальным технологическим процессом (например, многих химических предприятий) сооружают здания смешанной этажности.

Ряд производств по характеру технологического процесса можно размещать как в одноэтажных, так и в многоэтажных зданиях (производства легкого машиностроения, текстильные и пищевые предприятия, фарфоровые заводы и др.). В настоящее время в одноэтажных зданиях размещается около 75—80% промышленных производств. Однако в будущем будет возрастать удельный вес многоэтажных зданий, позволяющих экономить территорию.

В зависимости от количества пролетов одноэтажные здания могут быть *одно- и многопролетными* (рис. II-1). Под пролетом понимают производственный объем, ограниченный по периметру рядами колонн и перекрытый по однопролетной схеме.

Расстояние между продольными рядами колонн называют шириной пролета.

По ширине пролетов здания принято считать *мелкопролетными*, если ширина пролетов не превышает 12 м, и *крупнопролетными* — при ширине пролетов более 12 м. В современном промышленном строительстве основными типами являются многопролетные здания с широкими пролетами,

в которых большие производственные площади мало стеснены промежуточными опорами.

Применение в строительстве железобетонных и армоцементных оболочек, стальных и алюминиевых ферм, пространственных и висячих

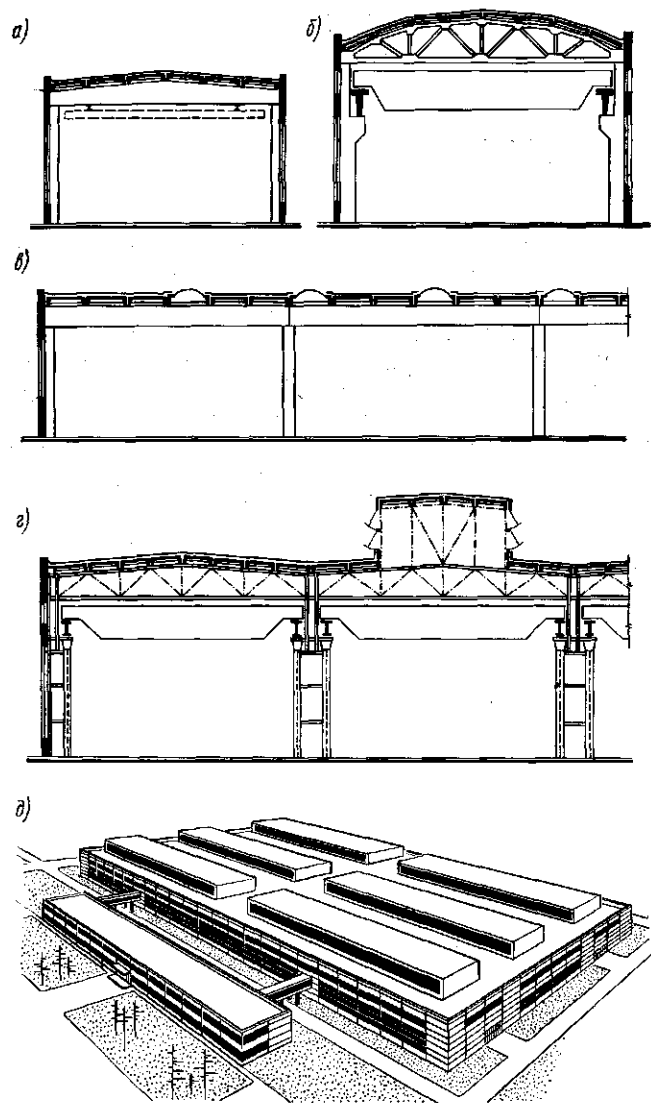


Рис. II-1. Основные типы одноэтажных промышленных зданий: а — однопролетное бесфонарное; б — то же, с мостовым краном; в, г — многопролетные с фонарями; д — общий вид здания

систем и других высокопрочных облегченных конструкций покрытий позволяет строить *большепролетные здания* с шириной пролетов в 36, 42, 60 м и более (рис. II-2). В *большепролетных зданиях*, оборудованных подвесными или напольными подъемно-транспортными средствами, целесообразно размещать цехи авиационных заводов, ангары, гаражи и т. п.

Промышленные здания в зависимости от характера застройки территории предприятия подразделяют на здания сплошной и павиль-

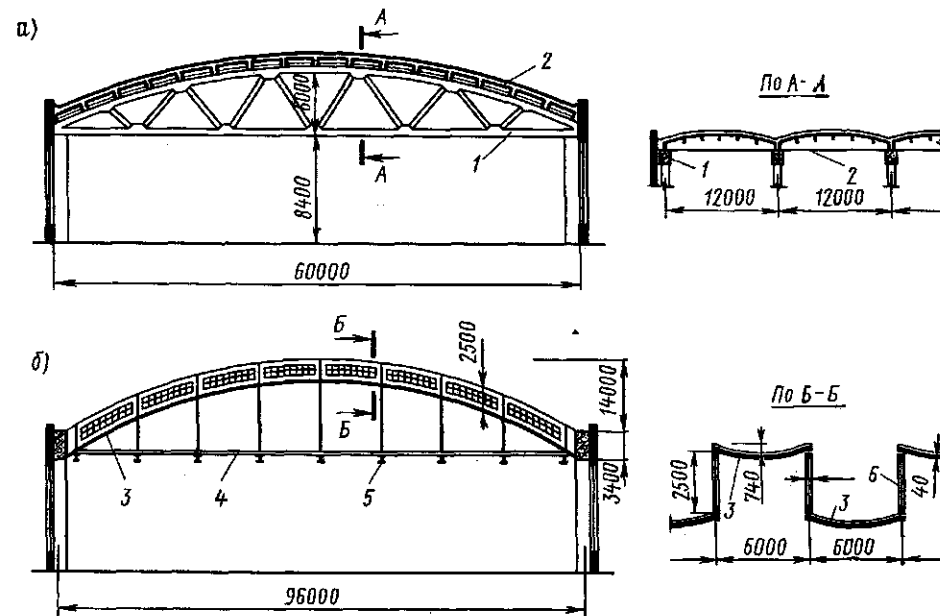


Рис. II-2. Примеры большепролетных одноэтажных зданий:

а — пролетом 60 м; б — пролетом 96 м; 1 — железобетонная ферма; 2 — железобетонные панели; 3 — своды-оболочки; 4 — затяжка; 5 — крановые пути; 6 — остекление

онной застройки. Первые имеют значительные размеры в плане и являются *многопролетными*; для вторых характерны относительно небольшая ширина и ограниченное число пролетов.

По расположению внутренних опор промышленные здания разделяют на *ячейковые*, *пролетные* и *зальные*.

В зданиях *ячейкового* типа преобладает квадратная сетка опор с относительно небольшим продольным и поперечным шагом. Такую сетку опор целесообразно применять для зданий с подвесным или напольным транспортом, когда необходимо размещать технологические линии и транспортировать грузы в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

В зданиях *пролетного* типа, более других распространенных в строительстве, ширина пролетов преобладает над шагом опор.

Здания зального типа характерны для производств, требующих значительной площади без внутренних опор. В таких зданиях расстояние между опорами может достигать 100 м и более.

Многоэтажные здания, как правило, сооружают многопролетными, причем в средних пролетах рекомендуется располагать второстепенные

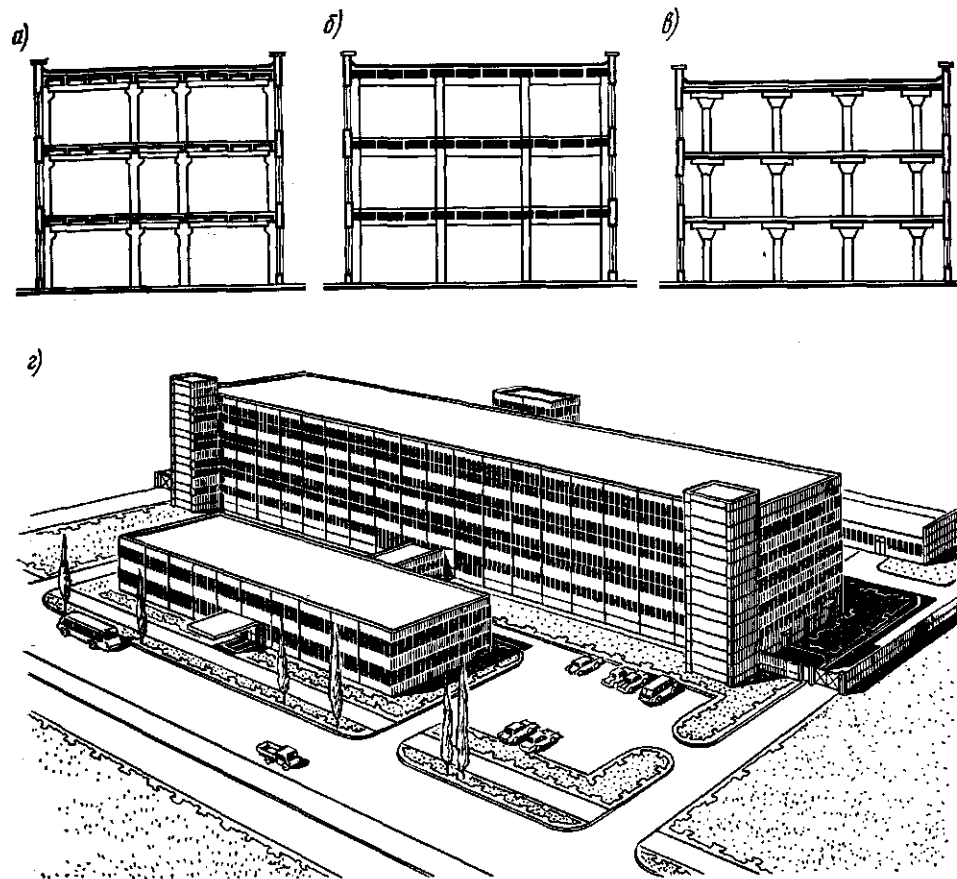


Рис. 11-3. Основные типы многоэтажных промышленных зданий:
а-в — схемы поперечных разрезов; г — общий вид здания

производства, для которых достаточна меньшая естественная освещенность (рис. 11-3).

Первые этажи многоэтажных зданий обычно отводят для производств, имеющих тяжелое и громоздкое оборудование или выделяющих агрессивные сточные воды, а верхние — для производств, выделяющих газы вредные, или производств, опасных в пожарном отношении.

Внутрицеховое подъемно-транспортное оборудование

Любой технологический процесс включает операции по перемещению внутри производственных зданий сырья, полуфабрикатов или готовой продукции. Применяемое при этом подъемно-транспортное оборудование необходимо не только с точки зрения технологии производства, но и для облегчения труда рабочих, а также для монтажа и демонтажа технологических агрегатов.

Внутрицеховое подъемно-транспортное оборудование подразделяют на две группы: периодического и непрерывного действия. К первой группе относят подвесной транспорт (тали, кошки, тележки, подвесные краны и т. п.), мостовые краны и напольный транспорт; ко второй — конвейеры (ленточный, пластинчатый, скребковый, ковшовый, подвесной цепной, грузоведущий), норки, рольганги и шнеки.

Наиболее распространены в промышленных зданиях подвесные и мостовые краны, обслуживающие не узкую линию, как при монорельсах, а площадь прямоугольника, и перемещающие грузы в трех направлениях.

Подвесные краны, транспортирующие грузы массой от 0,25 до 5 т (встречаются краны грузоподъемностью до 20 т), состоят из легкого моста или несущей балки, двух- или четырехкатковых механизмов передвижения по подвесным путям и электротали, перемещающейся по нижней полке мостовой балки (рис. 11-4, а).

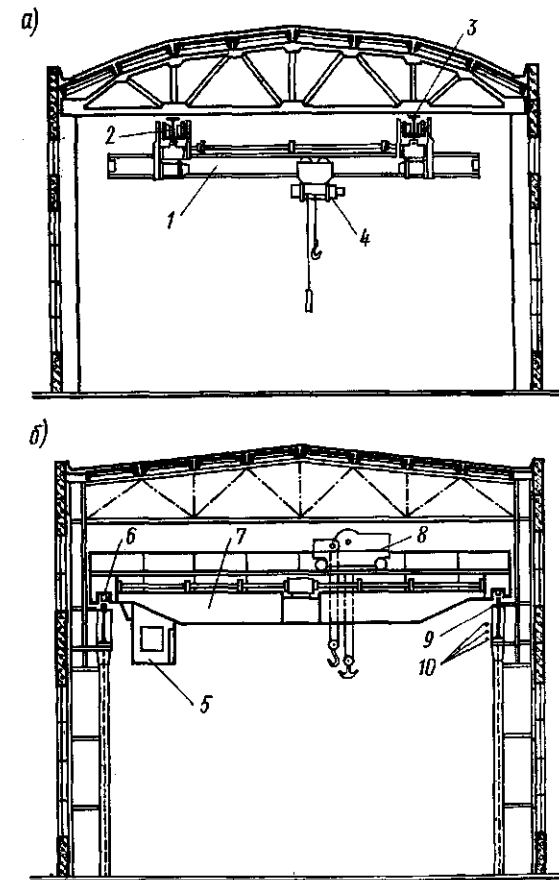


Рис. 11-4. Здания с подвесным (а) и мостовым (б) кранами:

1 — несущая балка; 2 — механизм передвижения; 3 — подвесной путь; 4 — электроталь; 5 — кабина крановщика; 6 — механизм передвижения вдоль кранового пути; 7 — несущий мост; 8 — тележка с грузоподъемным механизмом; 9 — подкрановый путь; 10 — токопровод

В зависимости от ширины пролета, шага несущих конструкций покрытия, грузоподъемности и требуемого числа транспортных операций по ширине пролета (или на одних и тех же путях) устанавливают один или несколько кранов. По количеству путей подвесные краны могут быть одно-, двух- и многопролетными. Управляют кранами с пола цеха (ручные краны) или из кабины, подвешенной к мосту.

Мостовые краны имеют грузоподъемность от 3 до 500 т. Чаще других применяют краны грузоподъемностью 5—30 т. В тех цехах, где краны эксплуатируются в широком диапазоне грузоподъемностей и скоростей подъема, предусматривают краны с двумя механизмами подъема. Их грузоподъемность обозначают дробным числом, например $Q = 50/5$ т. Числитель показывает грузоподъемность главного крюка, знаменатель — грузоподъемность вспомогательного крюка, используемого для подъема легких грузов.

Мостовой кран состоит из несущего моста, перекрывающего рабочий пролет помещения, механизмов передвижения вдоль подкранового пути и передвигающейся вдоль моста тележки с механизмом подъема (рис. II-4, б).

Несущий мост выполняют в виде пространственных четырехплоскостных балочных коробчатых или ферменных конструкций. Краны передвигаются по подкрановым путям, уложенным на консоли колонн; управляют ими из подвешенной к мосту кабины или с пола цеха (ручные краны).

Все механизмы мостового крана приводятся в действие электромоторами, питание которых осуществляется при помощи троллейных проводов, укрепленных сбоку одной из подкрановых балок или подвешенных к нижнему поясу несущих конструкций покрытия. В первом случае расстояние между верхом крановой тележки с механизмом подъема и низом несущих конструкций покрытия предусматривают не менее 100 мм, во втором — не менее 400 мм. Грузоподъемность, габариты и основные параметры мостовых кранов, как и подвесных, определены ГОСТами.

В зависимости от продолжительности работы в единицу времени эксплуатации цеха мостовые краны подразделяют на краны тяжелого режима работы (коэффициент использования 0,4 и выше), среднего (0,25—0,40) и легкого (0,15—0,25). В цехах с интенсивным технологическим процессом в одном пролете можно устанавливать два или несколько кранов, располагаемых как в одном, так и двух уровнях цеха.

В промышленных зданиях встречаются также различного рода специальные мостовые краны: консольно-поворотные, консольно-передвижные, с поворотной тележкой, колодезные, для раздевания слитков, завалочные, с вилообразным захватом и др.

В современном промышленном строительстве наблюдается тенденция к замене мостовых кранов подвесными.

Устройство специальных поворотных стрелок — крестовин — позволяет перемещать подвесные краны во взаимно перпендикулярных направлениях без переделок. Поэтому здания, оборудованные подвесным транспортом, легко приспособить к измененной технологии производства без нарушения архитектурно-конструктивной основы.

Здания бескрановые. Напольный транспорт

Мостовые краны и подвесное подъемно-транспортное оборудование по существу определяют объемно-планировочное и конструктивное решение промышленных зданий. Проектировщики стремятся по возможности уменьшить грузоподъемность мостовых или подвесных кранов или вообще освободить каркас здания от крановых нагрузок. В этих случаях уменьшаются сечения колонн и размеры фундаментов, отпадает необходимость в подкрановых путях, появляется возможность применить более укрупненную сетку колонн.

Технологические процессы в зданиях без кранов обслуживают напольными средствами транспорта. К ним относятся вагонетки, электрокары, конвейеры и рольганги, автомобильные краны, погрузчики с вилообразными и штыревыми захватами.

В крупнопролетных зданиях для перемещения тяжелых и громоздких грузов целесообразно применять козловые или полукозловые краны, передвигающиеся по уложенным в уровне пола цеха рельсам. Одной опорой полукозлового крана, как и мостового, является подкрановый путь.

При замене мостовых кранов козловыми требуется несколько увеличивать пролет и высоту здания. Так, для пролетов 12 и 15 м увеличение пролета составляет 3 м, высота 1,6 м, а для пролета 18 м — соответственно 6 и 3 м. Но, несмотря на это, отказ от мостовых кранов в одноэтажных зданиях приводит к значительному экономическому эффекту, так как снятие крановых нагрузок с каркаса помимо экономии материалов открывает возможности создания легких большепролетных зданий с пространственными и висячими системами покрытий.

Г Л А В А III ОСВЕЩЕНИЕ И ВОЗДУХООБМЕН В ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЯХ

Требования к освещенности помещений

Освещение производственных помещений может быть естественное, искусственное и совмещенное. В первом случае помещения освещаются только естественным светом, во втором — только искусственным, в третьем — одновременно естественным и искусственным.

Естественное освещение предусматривают для помещений с постоянным пребыванием в них людей. Искусственное освещение целесообразно применять в герметизированных зданиях, параметры внутренней среды которых определяются в основном технологией производства, а также в зданиях, располагаемых в районах с интенсивными снегопадами, когда эксплуатация покрытий с фонарями затруднена.

При совмещенном освещении одновременно используют естественный и искусственный свет в светлое время суток. Оно допускается в тех помещениях, где это требуется по условиям технологии и в случае при-

менения более рациональных объемно-планировочных решений в сравнении с вариантами зданий с естественным освещением, а также с учетом медико-санитарных требований. Совмещенное освещение можно применять и для таких производств, по технологии которых в помещениях не требуется присутствовать обслуживающему персоналу более 50% времени в течение рабочего дня.

Искусственный свет при совмещенном освещении добавляют на тех участках, где естественного освещения недостаточно; при этом светильники проектируют скрытыми от работающих и обладающими спектральным составом, близким к спектру естественного света. Преимущественное применение совмещенное освещение имеет в заблокированных цехах, отличающихся большой площадью.

Освещенность в производственных зданиях должна быть:

не ниже нормативной и с наиболее благоприятным направлением света, падающего на рабочие поверхности; достаточно равномерной и рассеянной, так как частый перевод взгляда из затемненных мест на ярко освещенные утомляет зрение; насыщенной и максимально приближенной к природной световой обстановке (по распределению яркостей, контрасту светотени и т. д.).

Освещение должно обогащать цветовое решение интерьеров. Кроме того, источники освещенности не должны создавать прямую и отраженную блескостность на рабочих поверхностях, резкие тени от оборудования и корпуса работающего.

Система освещения должна быть экономичной и надежной в эксплуатации.

Создание в производственных помещениях оптимального освещения на рабочих местах способствует оздоровлению процесса труда, повышает его производительность, снижает производственный травматизм и способствует улучшению качества продукции.

Естественное освещение помещений

Естественное освещение подразделяют на боковое, верхнее и комбинированное. В первом случае свет проникает в помещения через светопроемы в наружных стенах, во втором — через фонари в покрытии, а также через световые проемы в местах перепада высот смежных пролетов, в третьем — через световые проемы всех видов.

Проектирование естественного освещения практически сводится к выбору размеров, формы и мест расположения световых проемов с учетом технологии производства, светового климата района застройки и т. п.

Освещенность, создаваемая естественным светом, переменна, так как она зависит от времени дня, месяца и года, отражательных свойств земного покрова, прозрачности воздуха, положения солнца на небосводе, степени и характера облачности и др. В силу этого установить значение естественной освещенности в здании в абсолютных единицах (люксах) практически невозможно. Поэтому освещенность в помещениях

регламентируют относительной величиной — коэффициентом естественной освещенности.

Коэффициент естественной освещенности (к. е. о.) выражает отношение естественной освещенности, создаваемой в некоторой точке заданной плоскости внутри помещения светом неба (непосредственно или после отражений), к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности, создаваемой светом полностью открытого небосвода.

Нормированное значение коэффициента естественной освещенности e_n в % с учетом характера зрительной работы и светового климата в районе расположения здания на территории СССР следует определять по формуле

$$e_n = emC, \quad (1)$$

где e — значение к. е. о в % при рассеянном свете от небосвода, определяемое с учетом характера зрительной работы по прил. 1; m — коэффициент светового климата (без учета прямого солнечного света), определяемый по прил. 2 в зависимости от района расположения здания на территории СССР (рис. III-1);

C — коэффициент солнечности климата (с учетом прямого солнечного света), определяемый по прил. 3 в зависимости от района расположения здания на территории СССР (рис. III-1).

При боковом освещении нормируется значение к. е. о. в точке, расположенной на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов; эту точку берут на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности.

При верхнем и комбинированном естественном освещении нормируется среднее значение к. е. о. в точках, расположенных на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности. Первую и последнюю точки принимают на расстоянии 1 м от поверхности наружных стен или от осей средних рядов колонн.

Характерный разрез помещения — это поперечный разрез по середине помещения, плоскость которого перпендикулярна плоскости остекления световых проемов (при боковом освещении) или продольной оси пролетов помещения (при верхнем освещении). В этот разрез должны попадать участки, наиболее загруженные оборудованием, и точки рабочей зоны, наиболее удаленные от световых проемов.

В зданиях, возводимых в I и II поясах светового климата, с целью снижения теплопотерь допускается уменьшать площадь световых проемов до 70% от площади, определенной по значению e_n .

В помещениях с верхним освещением для производств I—IV разрядов работ помимо значения e нормируют неравномерность естественного освещения; она характеризуется отношением наибольшего к. е. о. к наименьшему, определенных по кривой распределения к. е. о. в пределах характерного разреза помещения. Этот показатель не должен превышать 2:1 для работ I и II разрядов и 3:1 для работ III и IV разрядов.

В производственных помещениях с постоянным пребыванием работающих, выполняющих работы I—IV разрядов на предприятиях, распо-

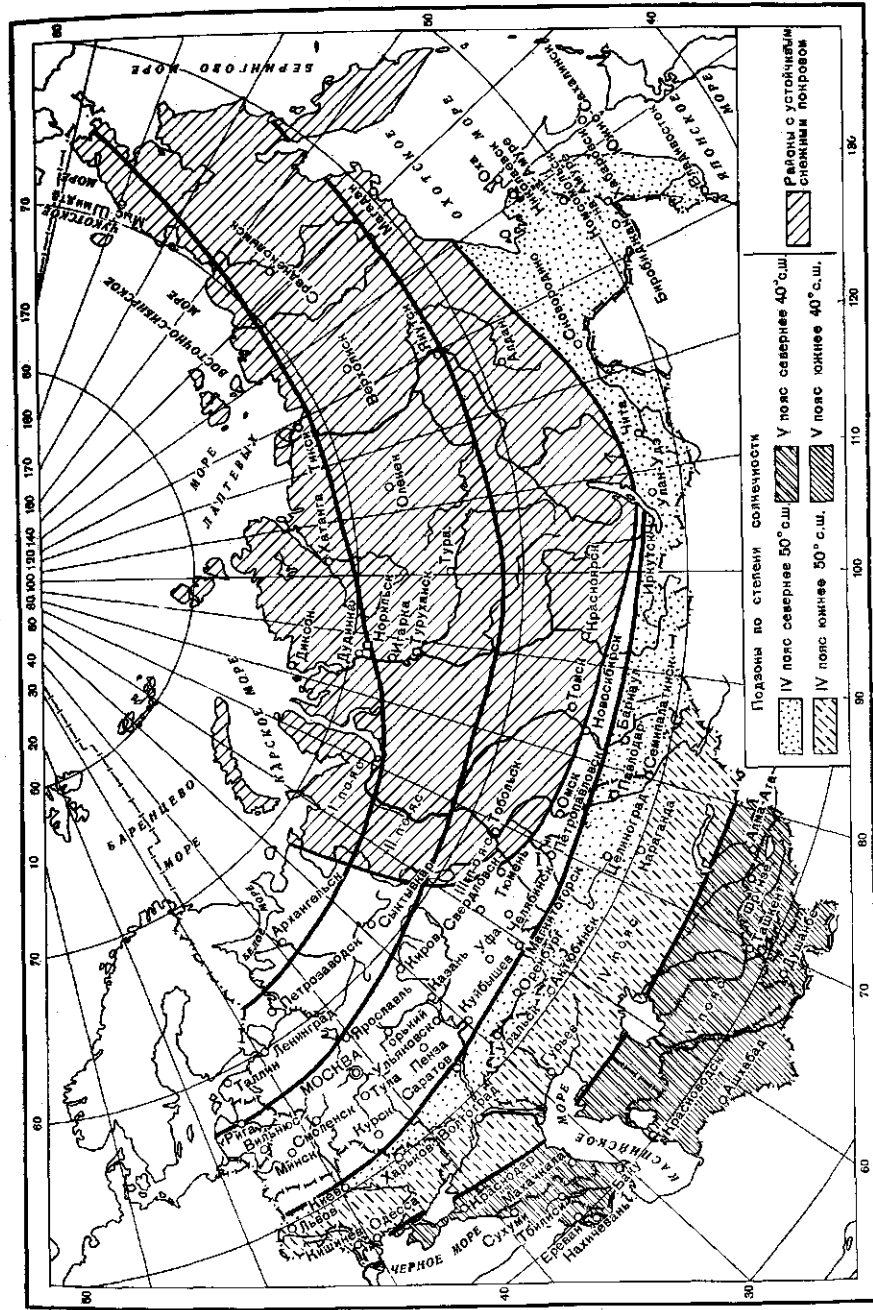


Рис. III-1. Схематическая карта светового климата СССР для определения коэффициента естественной освещенности

лагаемых в III и IV строительно-климатических районах, следует предусматривать солнцезащитные устройства.

Размеры световых проемов определяют в соответствии с нормированными значениями к. е. о. e_n . Отклонение площади световых проемов допускается на $\pm 10\%$ от требуемой по расчету.

Освещенность помещения естественным светом характеризуется к. е. о. ряда точек характерного разреза помещения, взятых на условной рабочей поверхности (рис. III-2, а, б). Расстояние между точками принимают равным 2—3 м. Первую и последнюю точки располагают на расстоянии 1 м от стен или осей средних рядов колонн.

Найденные значения к. е. о. в виде отрезков (в соответствующем масштабе) откладывают вверх от условной рабочей поверхности из точек, в которых определялась освещенность. Соединив концы отрезков, получают кривую освещенности, дающую наглядное представление об освещенности помещения и помогающую рационально расположить на его площади технологический процесс. Кривые освещенности при различных видах естественного освещения показаны на рис. III-2, в—д.

Расчет к.е.о. в какой-либо точке характерного разреза помещения производят:

при боковом освещении по формуле

$$e_6 = (\epsilon_6 q + RK) \tau_0 r_1; \quad (2)$$

при верхнем освещении по формуле

$$e_в = [e_в + \epsilon_{ср} (r_2 K_\phi - 1)] \tau_0; \quad (3)$$

при комбинированном освещении по формуле

$$e_k = e_6 + e_в, \quad (4)$$

где ϵ_6 — геометрический коэффициент естественной освещенности в расчетной точке при боковом освещении, определяемый методом Данилюка;

q — коэффициент, учитывающий неравномерную яркость облачного неба, определяемый по графику (рис. III-3, а);

R — коэффициент, учитывающий свет, отраженный от противостоящего здания (рис. III-3, б), определяемый по графикам Данилюка;

K — коэффициент, учитывающий относительную яркость противостоящего здания, принимаемый по прил. 4;

τ_0 — общий коэффициент светопропускания, определяемый по формуле

$$\tau_0 = \tau_1 \tau_2 \tau_3 \tau_4 \tau_5, \quad (5)$$

где τ_1 — коэффициент светопропускания материала, определяемый по прил. 5;

τ_2 — коэффициент, учитывающий потери света в переплетах светопроема, определяемый по прил. 5;

τ_3 — коэффициент, учитывающий потери света в слое загрязнения остекления, определяемый по прил. 5;

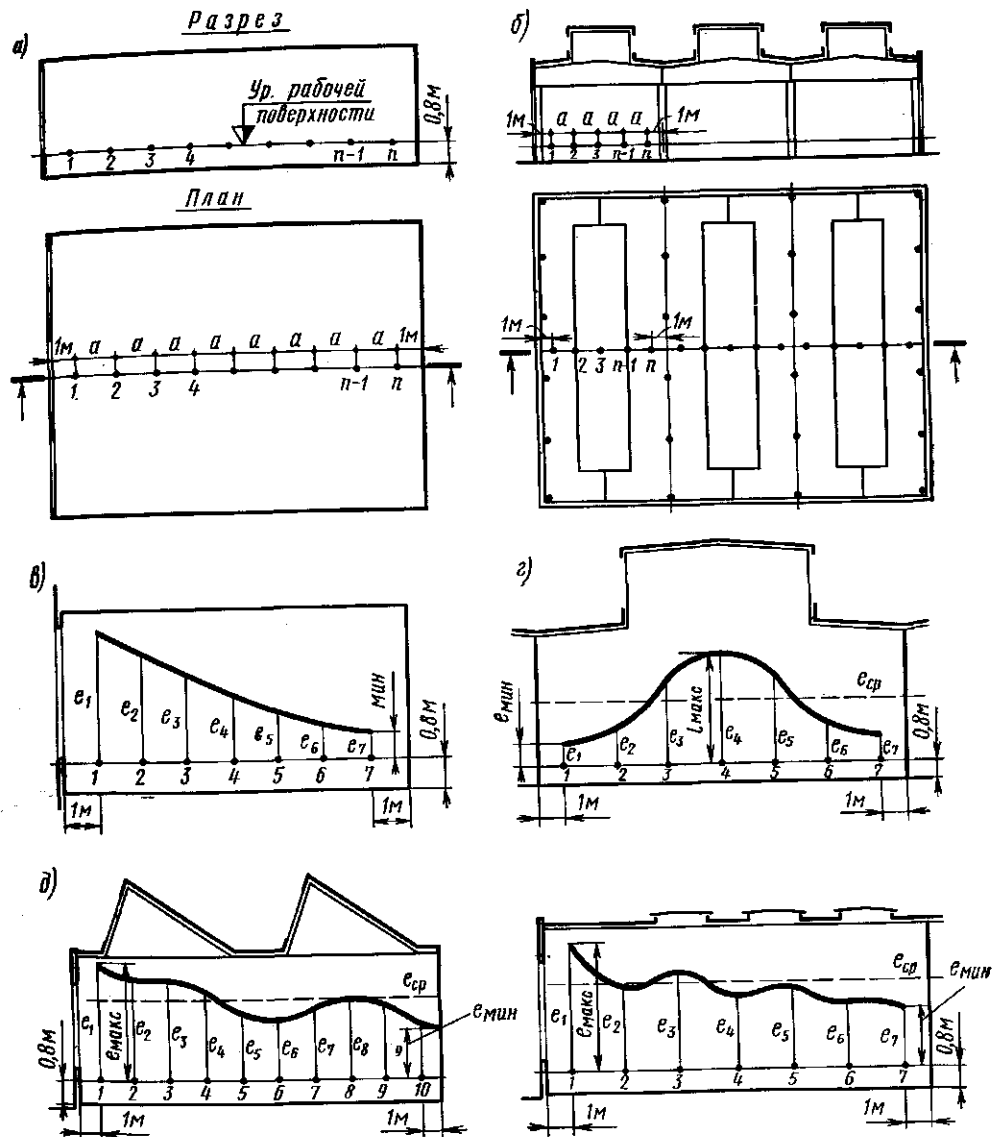


Рис. III-2. К расчету естественной освещенности помещений:
 а — характерный поперечный разрез помещения для расчета к. е. о. при боковом освещении; б — то же, при верхнем и комбинированном освещении; в — д — кривые естественного освещения при боковом, верхнем и комбинированном освещении

τ_4 — коэффициент, учитывающий потери света в несущих конструкциях, определяемый по прил. 5 (при боковом освещении $\tau_4=1$);
 τ_5 — коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах, определяемый по прил. 6.

Значение коэффициента r_1 , учитывающего повышение к.е.о. при боковом освещении благодаря свету, отраженному от внутренних поверхностей помещения и от поверхности территории, прилегающей к зданию, определяют по прил. 7.

Предварительно находят средневзвешенный коэффициент отражения:

при боковом или верхнем естественном освещении по формуле

$$\rho_{\text{ср}} = \frac{\rho_1 S_1 + \rho_2 S_2 + \rho_3 S_3}{S_1 + S_2 + S_3}; \quad (6)$$

при боковом естественном освещении в системе комбинированного освещения по формуле

$$\rho_{\text{ср}} = \frac{0,5\rho_{\text{п}} S_1 + \rho_2 S_2 + \rho_3 S_3}{S_1 + S_2 + S_3}, \quad (7)$$

где ρ_1, ρ_2, ρ_3 — коэффициенты отражения потолка, стен и пола;

S_1, S_2, S_3 — площадь потолка (или горизонтальной плоскости покрытия), стен и пола;

$\rho_{\text{п}}$ — коэффициент отражения глухих частей покрытия фонарей.

При световых проемах, устраиваемых в плоскости покрытия, средневзвешенный коэффициент отражения $\rho_{\text{ср}}$ для бокового освещения в системе комбинированного определяют по формуле (6).

Величину ϵ_n , называемую геометрическим коэффициентом естественной освещенности в расчетной точке при верхней освещенности, определяют методом Данилюка.

Значение $\epsilon_{\text{ср}}$ — средний геометрический коэффициент естественной освещенности — определяют из соотношения

$$\epsilon_{\text{ср}} = \frac{1}{100N} [(n_3 n_2)_1 + (n_3 n_2)_2 + (n_3 n_2)_3 + \dots + (n_3 n_2)_N], \quad (8)$$

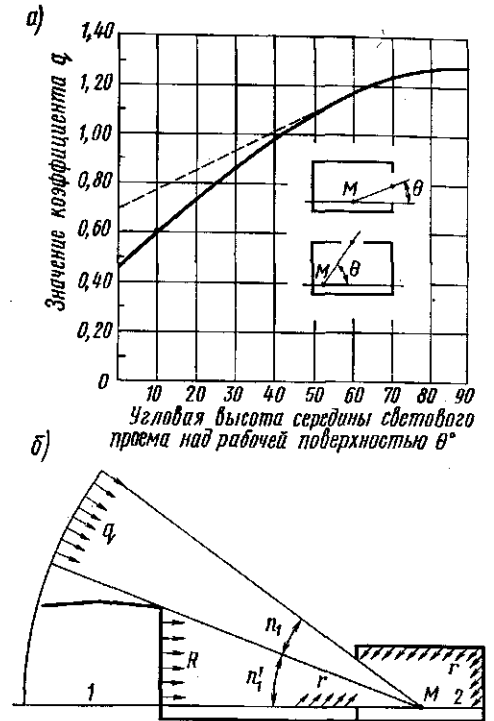


Рис. III-3. К расчету естественной освещенности помещений:

а — значение коэффициента q , учитывающего неравномерную яркость облачного неба; б — схема для определения к. е. о. с учетом отраженного света от противостоящего здания; 1 — противостоящее здание; 2 — проектируемое здание

где N — количество точек, в которых определяется к.е.о.;
 n — количество «лучей», проходящих от неба через световые проемы в расчетную точку (см. ниже расчет к.е.о.). Луч — это сектор, образованный двумя соседними радиальными линиями.

Коэффициент r_2 , учитывающий повышение к. е. о. при верхнем освещении благодаря свету, отраженному от поверхностей помещения, определяют по прил. 8.

Коэффициент K_{ϕ} , учитывающий тип фонаря, находят по прил. 9.

Среднее значение к.е.о. при верхнем и комбинированном освещении определяют по формуле

$$e_{\text{ср}} = \frac{1}{N-1} \left(\frac{e_1}{2} + e_2 + e_3 + \dots + \frac{e_N}{2} \right), \quad (9)$$

где $e_1, e_2, e_3, \dots, e_N$ — значения коэффициентов естественной освещенности при верхнем и комбинированном освещении в точках характерного разреза помещения, определяемые по формулам (3) и (4).

Геометрический коэффициент естественной освещенности представляет собой отношение естественной освещенности, создаваемой в рассматриваемой точке заданной плоскости внутри помещения светом, прошедшим через незастекленный световой проем и исходящим непосредственно от равномерно яркого неба, к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности под открытым полностью небосводом. При этом участие прямого солнечного света в создании той и другой освещенности исключается.

Определяют геометрический коэффициент естественной освещенности графическим методом А. М. Данилюка. Метод сводится к определению количества лучей, проникающих от неба через световые проемы к точке с искомой освещенностью.

Геометрический коэффициент естественной освещенности в какой-либо точке помещения при боковом освещении определяют по формуле

$$e_6 = 0,01 n_1 n_2, \quad (10)$$

где n_1 — количество лучей по графику I (рис. III-4), проходящих от неба через световые проемы в расчетную точку на поперечном разрезе помещения (рис. III-7, а);

n_2 — количество лучей по графику II (рис. III-5), проходящих от неба через световые проемы в расчетную точку на плане помещения (рис. III-7, б).

Графики I и II используют также для расчета коэффициента, учитывающего свет, отраженный от противостоящего здания. Этот коэффициент определяют из соотношения

$$R = 0,01 n'_1 n'_2, \quad (11)$$

где n'_1 — количество лучей по графику I (рис. III-4), проходящих от противостоящего здания через световые проемы в расчетную точку на поперечном разрезе помещения (рис. III-7, а);

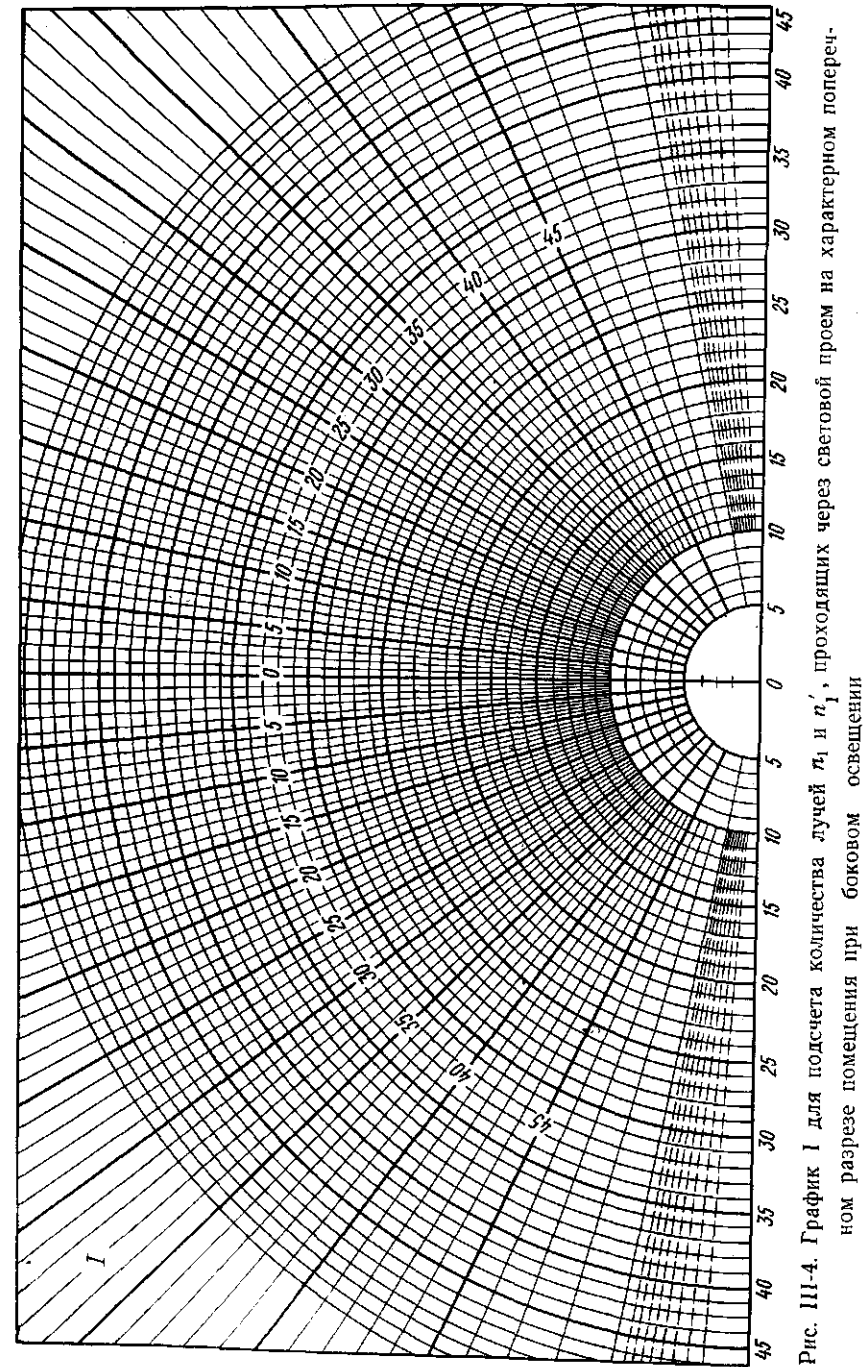


Рис. III-4. График I для подсчета количества лучей n_1 и n'_1 , проходящих через световой проем на характерном поперечном разрезе помещения при боковом освещении

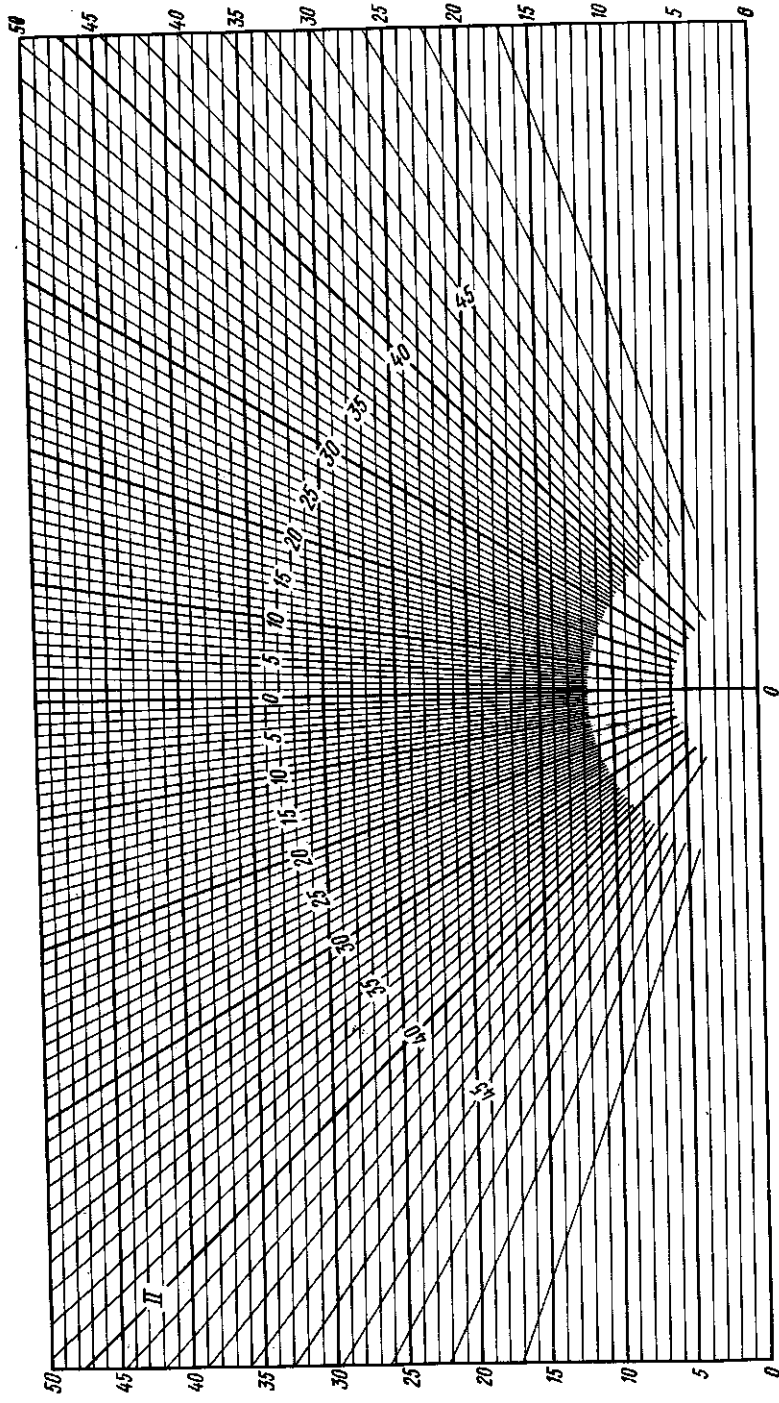


Рис. III-5. График II для подсчета количества лучей n_2 и n'_2 , проходящих через световой проем на плане (при боковом освещении) или на продольном разрезе помещения (при верхнем освещении)

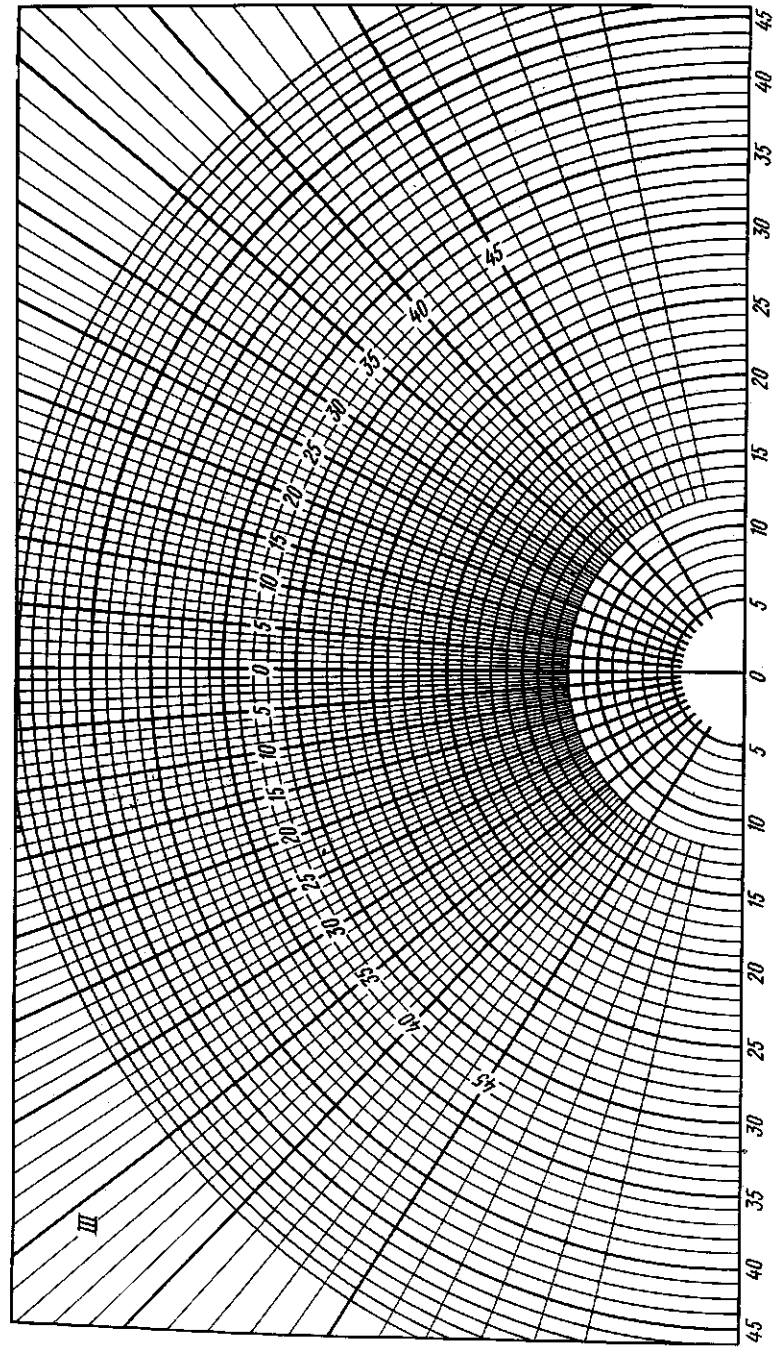


Рис. III-6. График III для подсчета количества лучей n_2 , проходящих через световые проемы на поперечном разрезе помещения при верхнем освещении

n'_2 — количество лучей по графику II (рис. III-5), проходящих через световые проемы в расчетную точку на плане помещения (рис. III-7, б).

Геометрический коэффициент естественной освещенности в какой-либо точке помещения при верхнем освещении определяют по формуле (12)

$$\varepsilon_{\text{в}} = 0,01 n_3 n_2,$$

где n_3 — количество лучей по графику III (рис. III-6), проходящих от неба в расчетную точку через световые проемы на характерном поперечном разрезе помещения (рис. III-7, в);

n_2 — количество лучей по графику II (рис. III-5), проходящих от неба в расчетную точку через световые проемы на продольном разрезе помещения (рис. III-7, г).

При наличии нескольких световых проемов значения n_3 и n_2 определяют отдельно для каждого проема, а затем произведения $n_3 \cdot n_2$ суммируют.

Количество лучей при боковом естественном освещении помещений подсчитывают в следующем порядке.

График I, вычерченный на кальке, накладывают на чертеж поперечного разреза помещения (рис. III-7, а). При этом полюс (центр) O нужно совместить с расчетной точкой A , а нижнюю линию графика — со следом условной рабочей поверхности.

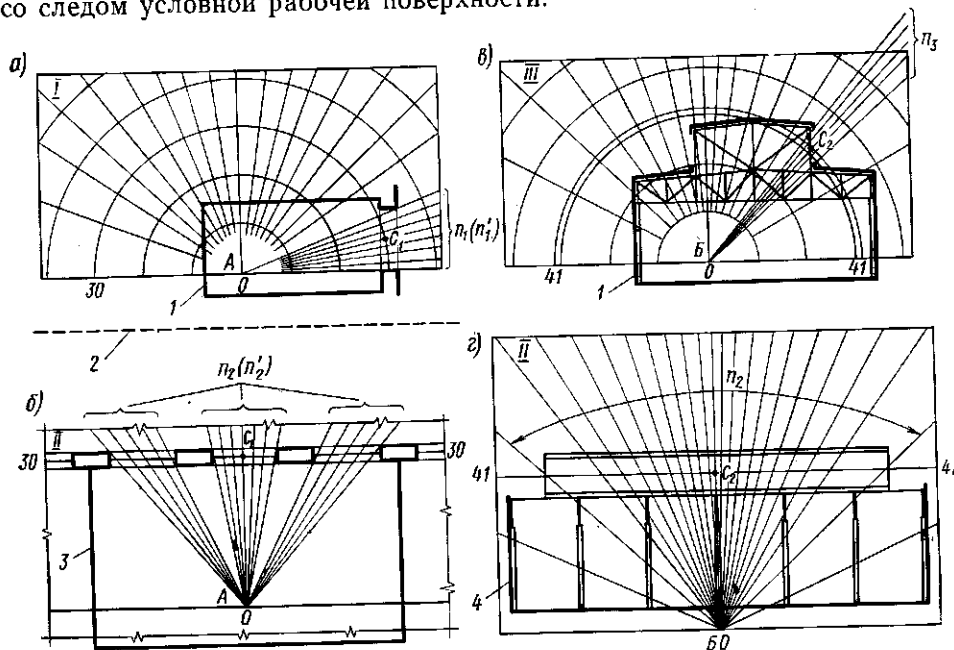


Рис. III-7. К расчету естественной освещенности помещений:

а — пример подсчета количества лучей n_1 и n'_1 с использованием графика I; б — то же, n_2 и n'_2 с использованием графика II; в — то же, n_3 с использованием графика III; г — то же, n_2 с использованием графика II; 1 — поперечный разрез; 2 — граница противостоящего здания; 3 — план; 4 — продольный разрез

Затем подсчитывают количество лучей n_1 , проходящих от неба через поперечный разрез светового проема в точку A , и отмечают номер полуокружности, которая проходит через точку C_1 — середину светового проема.

Далее, график II накладывают на план помещения так, чтобы его вертикальная ось и горизонталь, номер которой соответствует номеру концентрической полуокружности, проходили через точку C_1 (рис. III-7, б). Потом подсчитывают количество лучей n_2 , проходящих от неба через световые проемы на плане помещения в расчетную точку A , и, наконец, по формуле (10) определяют геометрический коэффициент естественной освещенности.

Подсчет количества лучей при верхнем естественном освещении помещений ведут в следующем порядке.

График III накладывают на чертеж поперечного разреза помещения (рис. III-7, в). При этом полюс O совмещают с расчетной точкой B , а нижнюю линию графика — со следом условной рабочей поверхности.

После этого подсчитывают количество лучей n_3 , проходящих от неба в расчетную точку B через поперечный разрез светового проема; отмечают номер полуокружности, которая проходит через точку C_2 — середину светового проема.

График II накладывают на чертеж продольного разреза помещения таким образом, чтобы его вертикальная ось и горизонталь, номер которой должен соответствовать номеру концентрической полуокружности, проходили через точку C_2 (рис. III-7, г).

Затем подсчитывают количество лучей n_2 , проходящих от неба через световые проемы на продольном разрезе помещения в расчетную точку B , и по формуле (12) определяют геометрический коэффициент естественной освещенности.

Поперечный разрез и план (продольный разрез) здания нужно выполнять в одном масштабе; при разных же масштабах чертежей вводят поправку. Так, если масштаб поперечного разреза 1:100, а плана или продольного разреза — 1:200, то при наложении графика II с горизонтальной продольной осью светопроема совмещают параллель вдвое меньшего номера. Все графики изготовляют на прозрачной бумаге.

Пример расчета естественной освещенности помещения приведен в прил. 10. Помимо рассмотренного метода существует упрощенный способ расчета естественной освещенности помещений, заключающийся в определении площади световых проемов в процентах к площади пола помещения (см. СНиП II-A.8-72).

При выборе вида естественного освещения (боковое, верхнее или комбинированное) руководствуются качественными критериями освещения и экономическими показателями. Путем сравнения вариантов определяют, какой вид освещения при заданных нормативах освещенности создает лучшие условия зрительной работы (равномерность освещения, обеспечение объемного восприятия обрабатываемых деталей, отсутствие слепящего действия света и т. д.), какой из них требует наименьших затрат средств и материалов и обладает наибольшей надежностью в работе.

При выборе типа фонарей учитывают также климатические условия района строительства. Так, в северных районах, для которых характерны большие снегопады, сильные ветры и малый уровень наружной освещенности, предпочтение отдают зенитным фонарям. Они обладают высокой светоактивностью, хорошими аэродинамическими характеристиками, малой воздухопроницаемостью и хорошими теплозащитными качествами. Кроме того, зенитные фонари почти не задерживают снег на крыше здания.

В районах центральной полосы распространены фонари всех типов. Однако и здесь, особенно в районах с небольшими снегопадами, целесообразно применять зенитные фонари и фонари с наклонным остеклением. Для южных районов рекомендуются шедовые фонари, хорошо защищающие помещения от инсоляции, а также зенитные фонари с заполнением из стекложелезобетонных панелей или стеклопластиковых материалов.

Искусственное освещение помещений

Кроме обеспечения оптимальных условий зрительной работы искусственное освещение существенно повышает комфортность труда, а также улучшает архитектурную композицию производственных помещений или, наоборот, скрывает их художественные недостатки.

Источниками искусственного освещения служат газоразрядные лампы (люминесцентные, ртутные высокого давления с исправленной цветностью типов ДРЛ и ДРИ, ксеноновые) и лампы накаливания.

Газоразрядные лампы по спектральному составу излучения приближаются к естественному свету и позволяют создавать в интерьере световую обстановку, близкую к условиям дневного освещения. По сравнению с лампами накаливания они обладают более высокой отдачей света, имеют более продолжительный срок службы и меньшую яркость.

Типы светильников, представляющих собой совокупность источника света и осветительной арматуры, выбирают с учетом особенностей технологического процесса, зрительной работы, требуемого уровня освещенности, необходимой степени правильности цветопередачи, способа установки и экономичности, а также архитектурной композиции интерьера (высоты, конструкции покрытия, цветовой отделки внутренних поверхностей и т. п.).

В зданиях, не имеющих окон и фонарей, применяют главным образом люминесцентные лампы, создающие наиболее комфортные условия освещения. Люминесцентные лампы следует также применять в тех помещениях, где выполняют работы, связанные с различением цветовых оттенков, если необходимо создать особо благоприятные условия для зрения.

В производственных зданиях применяют две системы искусственного освещения: общее и комбинированное.

Общее освещение подразделяют на общее равномерное (при равномерном распределении светового потока без учета расположения оборудова-

ния) и общее локализованное, когда световой поток распределяется с учетом расположения рабочих мест.

При комбинированном освещении к общему освещению добавляют местное, концентрирующее световой поток на рабочих местах.

Освещение производственных помещений только искусственным светом позволяет в течение всего года обеспечить требуемые значения к.е.о. без применения относительно дорогих в строительстве и эксплуатации фонарей верхнего света.

Систему искусственного освещения выбирают, учитывая разряд зрительной работы, особенности расположения технологического оборудования и общую архитектурную композицию интерьера.

Места расположения светильников определяют с учетом создания нормированной освещенности наиболее экономичным путем, соблюдения качественных требований к освещению рабочих мест, безопасности и удобства монтажа и обслуживания светильников и наименьшей протяженности групповой сети.

Светильники можно подвешивать к несущим и ограждающим конструкциям покрытия, к технологическому оборудованию, переходным мостикам и обслуживающим площадкам, колоннам и стенам. Для объектов с повышенным санитарно-гигиеническим режимом целесообразно применять герметичные светильники, изготовляемые из прозрачного полистирола и уплотняемые неопреновыми прокладками. Эти светильники можно мыть струей воды с сильным напором.

Для того чтобы приблизить условия работы при искусственном освещении к условиям естественного освещения в производственных зданиях применяют светильники, встроенные в подвесной потолок. Встроенное освещение, являясь наиболее совершенным, может быть в виде отдельных плафонов, располагаемых на некотором расстоянии друг от друга, в виде светящихся полос-панелей и светящего потолка. Вид светящей поверхности выбирают с учетом разряда зрительной работы.

Световые полосы-панели, которые могут занимать 5—15% площади потолка, образуют установкой на потолке ряда светильников, которые снизу закрывают алюминиевыми решетками или пластмассовыми рассеивателями.

Светящие потолки имеют вид подвесного остекления, за которым располагают светильники. Остекление таких потолков выполняют из пластмассовых рассеивателей (например, из поливинилхлоридных листов). Включением отдельных групп ламп в светящихся потолках можно создавать несколько степеней освещенности.

Встроенное освещение исключает нагромождение в интерьерах цехов проводов и подвесной арматуры, дает возможность изменять размещение светильников в процессе эксплуатации и обеспечивает в композиции осветительной системы простоту и строгость стиля.

В осветительных установках бесфонарных зданий светильники можно совмещать с устройствами для вентиляции и кондиционирования воздушной среды производства. При этом излучаемое при работе светильников тепло отводится вытяжной вентиляцией в межферменное про-

странство, что улучшает условия эксплуатации светильников и позволяет уменьшить мощность кондиционных установок.

Освещенность рабочих поверхностей искусственным светом нормируют в зависимости от характеристики и разряда работы в помещениях, контраста объекта с фоном и принятой системы освещения; принимают освещенность не ниже указанных в СНиПе величин.

В ходе проектирования искусственного освещения производственных помещений помимо выбора системы освещения, типа светильников и мест их расположения ведут расчет осветительных установок и определяют высоту подвеса светильников.

Кроме основного (рабочего) освещения в тех производственных зданиях, где внезапное выключение освещения может привести к пожару, взрыву и травматизму, предусматривают аварийное освещение, питаемое от независимой сети.

Методы расчета искусственного освещения изложены в специальных учебниках по светотехнике.

При совмещенном освещении главную роль играет естественный свет, а на участках, где его недостаточно, предусматривают постоянный искусственный свет, источники которого скрыты от работающих. При этом создаются постоянные зрительные условия работы в течение всего рабочего времени. Искусственное освещение регулируется автоматически в зависимости от наружного освещения.

Наличие световых проемов естественного освещения и имитирующих их светящихся поверхностей искусственного освещения (в случае скрытых источников) создает в производственных зданиях ощущение постоянной связи работающих с внешним пространством.

Экономика естественного и искусственного освещения

Все виды освещения производственных зданий (естественное, искусственное и их разновидности) имеют свои преимущества и недостатки. Экономическую оценку видов освещения можно провести с учетом конкретных условий: светового климата района строительства, особенностей технологии производства, режима работы цеха, нормированного значения освещенности, требуемой равномерности и качества освещения, принятой системы отопления и вентиляции и т. д.

Особенно тщательно должен быть обоснован отказ от естественного освещения, наиболее привычного для человека. Если качество освещенности помещения не диктуется специфическими условиями технологии производства, предпочтение следует отдавать естественному освещению.

Правильно организованное естественное освещение позволяет создавать более комфортные условия труда и дает экономию электроэнергии. Вместе с тем следует учитывать, что фонари и окна являются основным источником перегрева помещений летом и больших теплопотерь в холодные периоды года, вызывая тем самым дополнительные затраты на вен-

тиляцию и отопление. Кроме того, при эксплуатации фонарей и окон необходим регулярный уход за остеклением (трудоемкая очистка, замена стекла).

При боковом естественном освещении наблюдается большая неравномерность его по ширине помещений и часто возникает необходимость, особенно в жарких районах, в устройстве солнцезащитных конструкций. Системы верхнего естественного освещения требуют больших первоначальных затрат и трудоемки в эксплуатации — помимо очистки и замены стекла необходима очистка кровли от снега.

При выборе систем освещения необходимо иметь в виду, что при искусственном освещении комфортные условия труда обеспечиваются при более высоких первоначальных затратах, нежели при естественном освещении. Для удобства обслуживания и ремонта светильников иногда предусматривают переходные мостики, площадки и другие устройства, удорожающие стоимость освещения.

Здания без фонарей и окон имеют меньшую сметную стоимость общестроительных работ, однако требуются большие затраты на сантехнические устройства, электроосвещение и устройство фотариев. Правда, эти затраты часто компенсируются сокращением теплопотерь в зимний период и уменьшением перегрева помещений летом.

Из сказанного следует, что экономику естественного и искусственного освещения необходимо рассматривать в неразрывной связи, так как всякое ухудшение естественного освещения непременно вызывает повышенные расходы на установки искусственного света. Стоимость систем освещения помещений играет значительную роль при определении экономической эффективности здания в целом.

Метеорологические условия в производственных помещениях

Наряду с обеспечением требований технологического процесса в производственных помещениях должны быть созданы в полной мере здоровые микроклиматические условия для работающих.

К метеорологическим параметрам воздушной среды, подлежащим нормированию и регулированию, относятся температура, влажность, скорость движения и чистота воздуха.

В зависимости от категории работы (легкая, средней тяжести, тяжелая), назначения помещений, количества тепловыделений в ходе технологического процесса и времени года приняты следующие оптимальные величины параметров воздуха на постоянных рабочих местах:

в холодный и переходный периоды года (температура наружного воздуха ниже $+10^{\circ}$) температура от 16 до 22° , относительная влажность $60-30\%$ и скорость движения не более $0,2$ или $0,3$ м/с;

в теплый период года (температура наружного воздуха $+10^{\circ}$ и выше) температура от 18 до 25° , относительная влажность $60-30\%$ и скорость движения $0,2-0,5$ и $0,3-0,7$ м/с.

К категории легких относят работы, выполняемые сидя, или не требующие систематического физического напряжения — поднятия и переноски тяжестей. К категории работ средней тяжести относят работы, связанные с переноской небольших тяжестей (до 10 кг) и выполняемые стоя. Тяжелыми считают работы, связанные с систематическим физическим напряжением, а также с переноской значительных тяжестей (более 10 кг).

Рабочая зона — это пространство высотой до 2 м над уровнем пола или площадки, где имеются рабочие места. Постоянным рабочим местом считается участок, на котором работающий находится большую часть рабочего времени.

Для того чтобы концентрации вредных газов, паров, пыли и других аэрозолей в воздухе рабочей зоны производственных помещений не превышали предельно допустимых доз, герметизируют оборудование, аппаратуру и коммуникации, выделяют и выносят из рабочих помещений источники вредностей, устраивают местные отсосы от оборудования и аппаратуры и т. п.

В помещениях с очень вредными технологическими процессами (например, в травильных цехах) целесообразно поддерживать пониженное давление воздуха (разрежение), чем предупреждается распространение загрязненного воздуха в соседние помещения.

Для обеспечения благоприятных условий труда в производственных зданиях предусматривают комплекс мероприятий, среди которых одним из главных являются средства воздухообмена в помещениях.

Количество воздуха, необходимого для обеспечения нормативных параметров среды в рабочей зоне, определяют для помещений с тепловыделениями по избыткам явного тепла; для помещений с тепло- и влаговыделениями — по избыткам явного тепла, влаги и скрытого тепла в рабочей зоне; для помещений с выделениями газа — по количеству вредностей, поступающих в рабочую зону, из условия разбавления их до допустимых концентраций.

Способы воздухообмена в помещениях

Воздухообмен в производственных помещениях осуществляется: аэрацией, через неплотности в ограждениях и поры материала, способом механической вентиляции и с помощью кондиционеров.

Способ аэрации, т. е. естественной вентиляции, называют организованным и управляемым способом воздухообмена, так как он позволяет регулировать объем воздуха, подаваемого в помещение. Аэрацию применяют в зданиях, в которых допускается небольшое колебание температуры и влажности воздуха как в течение года, так и суток.

Количество воздуха, поступающее в цех через неплотности в ограждениях и поры материалов, из которых они выполнены (инфильтрация), а также через фрамуги, двери и ворота, незначительно и не поддается учету и регулированию. Поэтому такой способ воздухообмена не принимают в качестве самостоятельного; он лишь дополняет аэрацию.

Способ механической (принудительной) вентиляции применяют главным образом в помещениях с производствами, не допускающими резких изменений температуры и влажности воздуха. Механические вентиляционные установки особенно целесообразны в тех случаях, когда источником вредностей являются отдельные агрегаты. Над агрегатами устанавливают местные отсосы, которые удаляют загрязненный воздух, не давая ему распространяться по всему помещению.

Кондиционерные установки применяют преимущественно в зданиях, в которых размещают производства со строго заданным температурно-влажностным режимом.

Описанию устройства и принципов проектирования механической вентиляции и кондиционирования воздуха посвящены специальные курсы. Здесь же кратко рассмотрены общие принципы воздухообмена посредством аэрации.

Аэрация обеспечивается системой специально запроектированных приточных и вытяжных отверстий. Приточные отверстия располагают, как правило, в нижней части наружных стен. Ими являются открывающиеся створки окон, а иногда проемы с жалюзи. Вытяжные отверстия размещают в верхней части помещений (как правило, в покрытии).

Как известно, естественный воздухообмен в помещении происходит вследствие разности давлений внутри и снаружи здания из-за различия температур наружного и внутреннего воздуха и под воздействием ветра на ограждающие конструкции здания. Через отверстия, около которых внутреннее давление меньше наружного, воздух поступает в здание, а через отверстия, около которых внутреннее давление больше наружного, воздух выходит из помещения.

Напомним, что на активность естественного воздухообмена влияют тепловой перепад, равный разности температур наружного и внутреннего воздуха, и высотный перепад, равный разности уровней расположения приточных и вытяжных отверстий. В летних условиях, когда температуры наружного и внутреннего воздуха выравниваются, естественный воздухообмен происходит в результате высотного перепада. Последний можно увеличить, открывая для притока наружного воздуха самые низкие проемы, а для выхода внутреннего воздуха — наиболее высоко расположенные отверстия (рис. III-8, а). В зимних условиях аэрация помещений происходит при значительно меньшем высотном перепаде, так как достаточно велик тепловой перепад.

Существенное воздействие на аэрацию оказывает ветер, создавая за зданием и у выступающих углов его профиля завихрения, которые сопровождаются появлением в этих местах отсоса (разрежения), т. е. отрицательного давления. Наветренная сторона здания испытывает положительное давление (рис. III-8, б).

Расположение приточных отверстий в местах положительных давлений, а вытяжных — в местах отрицательных давлений может значительно увеличить воздухообмен (рис. III-8, в), тогда как неудачное расположение отверстий приводит к полному прекращению его. Следовательно, для обеспечения нормального воздухообмена в помещении открывание створок приточных и вытяжных проемов необходимо регулировать не

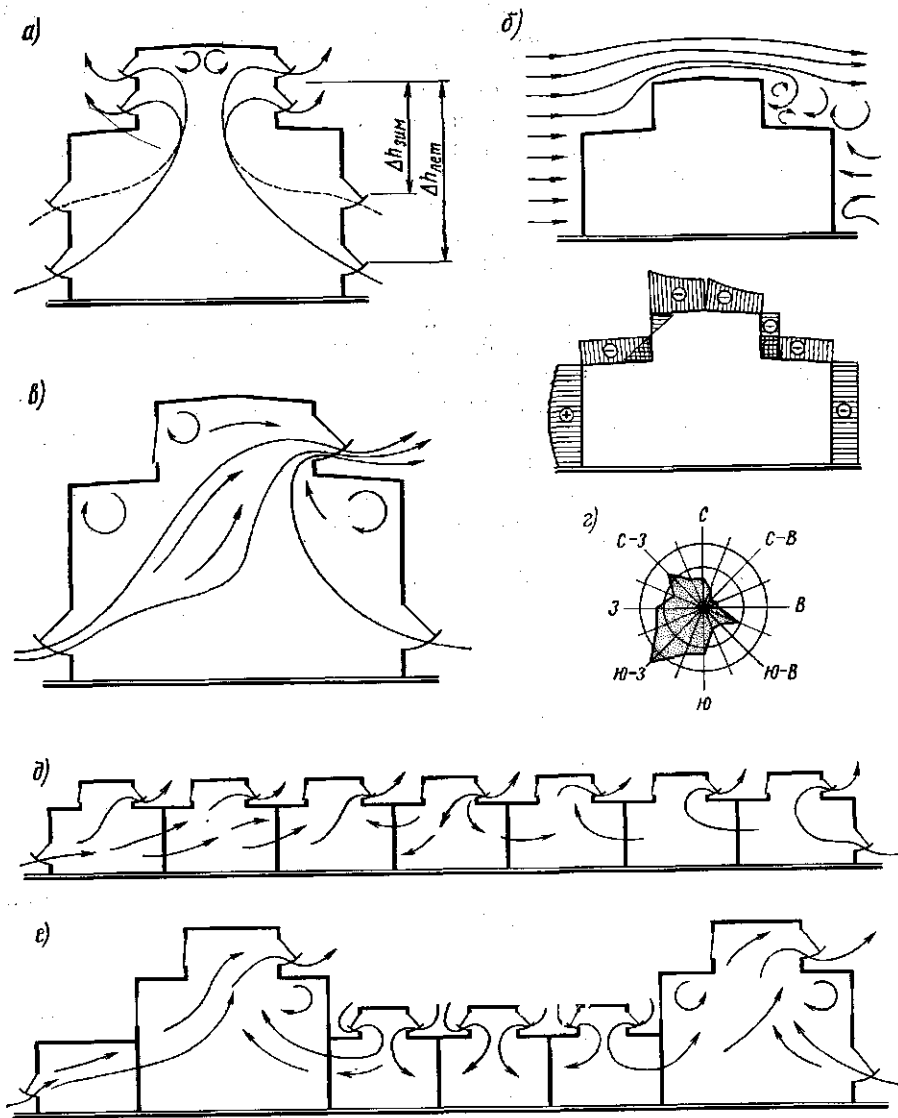


Рис. III-8. Схемы аэрации одноэтажных зданий:

а — в зимний и летний периоды; б — эпюры давления на ограждение здания при ветре; в — открывание приточных и вытяжных отверстий при ветре; г — роза ветров; д — неустойчивый режим работы фонарей; е — активный аэрационный профиль здания

только с учетом температуры воздуха, но и в зависимости от направления и скорости ветра.

Обязательным условием аэрации является также равенство площадей приточных и вытяжных отверстий.

Для лучшей аэрации помещений здания рекомендуется ориентировать так, чтобы продольная ось их фонарей располагалась перпендикулярно направлению господствующих ветров в летние месяцы. На розе ветров в определенном масштабе по направлению 16 румбов откладывают продолжительность действия ветра в рассматриваемый период года (навстречу ветру). На розе, изображенной на рис. III-8, г, господствующими являются ветры юго-западного направления.

В широких многопролетных зданиях с одинаковой высотой пролетов организация естественного воздухообмена сильно затруднена, так как воздух через приточные отверстия распространяется в глубь помещения не более чем на 40—50 м. Поэтому в зданиях шириной более 100 м фонари средних пролетов работают неустойчиво: то на вытяжку, то на приток (рис. III-8, д), что не всегда обеспечивает требуемый санитарно-гигиенический режим помещений.

Еще более затрудняется аэрация помещений, имеющих сплошные перегородки, доходящие до покрытия, а также в тех случаях, когда к наружным стенам здания примыкают различные пристройки, уменьшающие площадь приточных отверстий.

В целях улучшения условий аэрации широких зданий иногда им придают активный аэрационный профиль путем чередования низких и высоких пролетов. При этом целесообразно располагать в высоких пролетах агрегаты с наибольшими выделениями тепла и вредностей.

В зданиях активного аэрационного профиля фонари высоких пролетов работают на вытяжку воздуха, а фонари низких пролетов — на его приток (рис. III-8, е).

Расстояние между фонарями высоких пролетов нужно принимать от 24 до 40 м. В этом случае пространство между фонарями хорошо проветривается и исключено попадание в цех загрязненного воздуха через фонари низких пролетов.

Здания без фонарей и область их применения

Одна из особенностей большинства одноэтажных зданий — наличие на их покрытии светоаэрационных фонарей. В отношении естественного освещения зданий, в которых выполняют работы средней точности, фонари, как правило, оправдывают свое назначение. Однако в зданиях с более точными работами фонари не всегда обеспечивают необходимую равномерность освещения; исключена также возможность регулирования направленности освещения для обеспечения наилучших условий зрительной работы.

В широких зданиях с однообразным профилем, в которых размещают производства с незначительными тепловыделениями, светоаэрацион-

ные фонари также не всегда удовлетворяют требованиям воздухообмена. Аэрация таких зданий может быть достаточно эффективной при ширине их не более 100 м, при отсутствии сплошных внутренних стен и перегородок и при постоянном регулировании площади приточных и вытяжных отверстий в зависимости от направления и силы ветра. Такое регулирование возможно только при автоматизации этого процесса, что связано с большими трудностями и затратами.

В зданиях шириной более 100 м для обеспечения нормальной аэрации необходимо придавать покрытию активный аэрационный профиль либо устанавливать на покрытие специальные щиты. Оба варианта сильно усложняют конструкцию зданий. Нежелание прибегать к усложнениям приводит к ограничению размеров зданий и тем самым к неполному использованию преимуществ заблокированных цехов.

Существенными недостатками светоаэрационных фонарей являются следующие: проникание атмосферных осадков через неплотности в притворах переплетов, значительный бой стекла при открывании переплетов (вследствие перекоса лент) с попаданием разбитых стекол в помещение, возможность капли в холодное время из-за образования на стеклах конденсата, интенсивное загрязнение остекления. Кроме того, фонарные надстройки, усложняя профиль покрытия, способствуют образованию на крыше снеговых «мешков» и вызывают значительные эксплуатационные расходы.

В климатических условиях большинства районов нашей страны с продолжительным отопительным периодом для восполнения теплотерь через фонари требуется большой расход топлива. Так, для возмещения теплотерь через фонари механического цеха размером 120×180 м и высотой 6 м, расположенного в районе с расчетной наружной температурой отопительного сезона —30°, требуется в год условного топлива около 300 т.

Один из главных эксплуатационных недостатков зданий с обычными фонарями заключается в невозможности поддерживать в них стабильный температурно-влажностный режим, необходимый для некоторых производств, а также проникание в помещение прямых солнечных лучей, что совершенно недопустимо для производств с кондиционированным режимом. При наличии фонарей осложняется борьба с наружной пылью и внешним шумом. Фонарные надстройки сильно усложняют конструкцию здания, повышая расход металла на покрытие и трудоемкость возведения.

Перечисленные недостатки зданий со светоаэрационными фонарями послужили основанием для отказа в зданиях некоторых производств от фонарей и перехода к зданиям с искусственным освещением и принудительным воздухообменом.

В бесфонарных, а в отдельных случаях и безоконных зданиях целесообразно размещать производства со строго заданным температурно-влажностным режимом (при автоматическом регулировании его) или с особым режимом по чистоте воздуха помещений. Сюда относится часть производств текстильной, пищевой, химической, приборостроительной и машиностроительной промышленности.

В зданиях без фонарей должны быть созданы условия, обеспечивающие необходимую температуру, влажность и подвижность воздуха, а также предусмотрены устройства, исключаящие содержание в воздухе рабочих помещений токсических газов, паров и пыли в концентрациях, превышающих предельно допустимые.

К объемно-планировочному и конструктивному решениям зданий без фонарей не предъявляется особых требований. Они, как и обычные здания, должны быть прямоугольной формы в плане и преимущественно без перепадов высот смежных пролетов, с укрупненной сеткой колонн и с унифицированными несущими и ограждающими конструкциями.

В зданиях, предназначенных для производств, требующих особой чистоты, а также во многих зданиях текстильной промышленности часто устраивают подвесные потолки. Наличие их позволяет устраивать в здании технический этаж (чердак) для размещения коммуникаций и специальных устройств (приточных и рециркуляционных вентиляционных коробов, светильников и др.).

Технический этаж является как бы шлюзом между помещением и наружной средой, облегчающим поддержание в цехах кондиционных параметров воздушной среды. Подвесной потолок улучшает интерьер помещений. Конструкции подвесных потолков рассмотрены в гл. XIV.

Покрытия бесфонарных зданий могут быть скатными и плоскими. Второй тип покрытия более распространен, так как при нем можно применять так называемые саморемонтирующиеся плоские кровли, имеющие высокую эффективность в строительстве и эксплуатации, и кровли-ванны, которые более целесообразны как раз для зданий с кондиционированным режимом. На плоских кровлях можно размещать вспомогательные технологические установки и площадки для вертолетов.

Освещение бесфонарных зданий может быть естественным (боковое) и искусственным, а бесфонарных и безоконных — только искусственным.

В зданиях, не имеющих фонарей и окон, отсутствует естественное ультрафиолетовое излучение, что отрицательно сказывается на организме работающих: понижается сопротивляемость заболеваниям и ухудшается общее состояние здоровья. Поэтому в производственных помещениях с постоянным пребыванием работающих без естественного освещения или с недостаточным по биологическому действию естественным освещением (к. е. о. менее 0,1%) предусматривают установки искусственного ультрафиолетового излучения.

Установки с эритемными лампами, систематически облучающие работающих ультрафиолетовыми лучами в соответствующих солнечному излучению дозах, размещают совместно с источниками искусственного света. При отсутствии такой возможности (из-за специфики технологического процесса или других причин) в бытовых помещениях предусматривают фотарии с эритемными лампами для индивидуального облучения работающих в цехе.

Обладая неоспоримыми преимуществами перед обычными, бесфонарные и безоконные здания имеют ряд существенных недостатков. В них невозможно организовать естественный воздухообмен, а примене-

ние искусственной вентиляции или кондиционирования воздуха требует больших эксплуатационных расходов.

Необходимость работы в таких зданиях в дневное время при искусственном освещении может вызывать у рабочих чувство замурованности. Учитывая это, в зданиях без естественного освещения в нижней части наружных стен часто предусматривают узкие ленточные окна («психологические»), снимающие ощущение изолированности.

Отсутствие естественного освещения в зданиях приводит к значительным эксплуатационным расходам на электроэнергию. Отказ от использования для освещения зданий ресурсов естественной солнечной энергии нередко представляется неоправданным, так как часть времени работы при естественном освещении может составлять значительную величину. Так, при 7-часовом рабочем дне в условиях светового климата Ленинграда в цехах с работами средней точности при естественном освещении можно работать в течение 60% рабочего времени при двух сменах, а в южных районах (например, в Ташкенте) эта часть времени достигает 90%.

Вместе с тем в средней полосе нашей страны, где продолжительность естественного освещения при круглосуточной работе составляет в среднем за год всего 30—35% рабочего времени, в широких зданиях средние пролеты приходится подсвечивать даже в дневное время.

В зданиях, лишенных солнечного света, отсутствует воздействие на человека благоприятных в биологическом отношении ультрафиолетовых лучей.

Применяемые в настоящее время для освещения производственных помещений газоразрядные лампы со световым спектром, близким к естественному солнечному, позволили значительно смягчить недостатки зданий без окон и фонарей и расширить область их использования.

Выбор здания с естественным или искусственным освещением для того или иного производства осуществляется на основе технико-экономических сравнений намеченных вариантов. При этом следует учитывать не только затраты на строительство и эксплуатацию, но и непереносимое обеспечение наиболее комфортных условий для работающих.

Герметизированные помещения

Здания или отдельные помещения, изолированные от влияния внешней среды (температуры и влажности воздуха, солнечных лучей, шума, пыли и вибраций) и не имеющие светоаэрационных фонарей, а в отдельных случаях и окон, называют герметизированными.

В герметизированных зданиях размещают некоторые производства электровакуумной и радиотехнической промышленности, точного прибор- и машиностроения и т. п., требующие по условиям технологического процесса особого микроклимата и режима чистоты.

Для обеспечения требуемого производственного режима в герметизированных зданиях или помещениях необходимо предусматривать гер-

метизацию ограждающих конструкций, скрытое размещение промышленных проводов, устройство специальных бытовых и вспомогательных помещений, поступление грузов через передаточные тамбуры-шлюзы, помещения службы чистоты, выделение шумных отделений от остальных помещений ограждениями с высоким звукопоглощением.

Выходы для персонала из специальных бытовых помещений в герметизированные производственные нужно оборудовать шлюзами с установками для обеспыливания одежды. Состав и площади специальных бытовых помещений принимают в соответствии с санитарными нормами. В герметизированных зданиях или помещениях предусматривают кондиционирование воздуха.

Герметизированными строят как одноэтажные, так и многоэтажные здания. Основанием для выбора этажности служат требования технологического процесса и технико-экономические предпосылки.

Герметизированные здания сооружают, как правило, с техническими или эксплуатационными этажами, располагаемыми в межферменном пространстве. Технические этажи используют для прокладки воздуховодов и других коммуникаций, эксплуатационные межферменные этажи, кроме того, — для размещения вспомогательных и бытовых помещений.

Технические этажи отделяют от основного объема здания подвесным потолком, который улучшает гигиенические, акустические и эстетические качества интерьера промышленного здания. Эксплуатируемые этажи отделяют железобетонными несущими плитами, укладываемыми по нижним и верхним поясам ферм покрытия или перекрытий.

Оконные проемы в герметизированных помещениях заполняют пустотельными стеклблоками или стеклом (светорассеивающим или не пропускающим инфракрасные лучи). Иногда в окнах предусматривают солнцезащитные устройства. Поверхности стен и потолков нужно делать гладкими, причем отделочные материалы не должны выделять пыль или накапливать ее.

Г Л А В А

IV ТИПИЗАЦИЯ И УНИФИКАЦИЯ ЗДАНИЙ И ИХ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Основные этапы типизации в промышленном строительстве

Типизация и унификация здания и сооружений и их конструктивных элементов является исходным фактором перевода строительного производства на индустриальные методы.

В решениях XXV съезда КПСС о развитии народного хозяйства СССР на 1976—1980 гг. перед строителями поставлены новые задачи о повышении уровня индустриализации строительства и степени заводской готовности строительных конструкций и деталей. В этих целях необходимо расширить практику полного строительного производства и монтажа зданий и сооружений из объемных пространственных и других эффективных конструкций.

В строительстве предложено шире применять новые виды материалов и изделий, эффективные железобетонные конструкции из высокопрочных и легких бетонов, экономичные профили металлопроката, изделия из алюминиевых сплавов и деревянные клееные конструкции. Предусмотрено дальнейшее развитие предприятий по выпуску сборных облегченных строительных конструкций и деталей.

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

Унификация — приведение к единообразию размеров объемно-планировочных параметров зданий и их конструктивных элементов, изготавливаемых на заводах. Унификация имеет целью ограничение числа объемно-планировочных параметров и количества типоразмеров изделий (по форме и конструкции). Осуществляют ее путем отбора наиболее совершенных решений по архитектурным, техническим и экономическим требованиям.

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

Типовые конструкции и детали, хорошо зарекомендовавшие себя в эксплуатации и включенные в каталоги типовых изделий, обязательны для применения.

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

Типовые объемно-планировочные и конструктивные решения должны позволять внедрять прогрессивные нормы и методы производства и предусматривать возможность развития и совершенствования технологии производства. Здесь надо иметь в виду, что периоды перестановки и замены технологического оборудования весьма различны: для одних производств они равны 3—4 годам, для других — 10 годам и более.

При разработке вопросов типизации и унификации учитывают также перспективы развития несущих конструкций (особенно большепролетных зданий), требования модульной системы, возможность обеспечения выразительного архитектурно-художественного облика зданий и технико-экономические показатели.

Таким образом, унифицированные объемно-планировочные и конструктивные решения не являются чем-то застывшим; они постоянно совершенствуются в связи с прогрессом в технологии строительного производства, изменением норм проектирования и градостроительных требований.

Типизация и унификация начали внедряться в промышленное строительство в годы первой пятилетки; тогда рекомендовалось в цехах металлургической и машиностроительной промышленности принимать пролеты кратными 3 м, а шаг колонн равным 6 м.

В 1939 г. на основе размеров, кратных 3 м, были разработаны типовые ячейки (секции) одноэтажных промышленных зданий и выпущены альбомы типовых деталей. Применение типовых секций, представлявших собой объемно-планировочные ячейки с кратными модулю размерами пролета, высоты и шага колонн, позволило упорядочить проектирование и строительство зданий и внедрять типовые конструктивные элементы. Однако первые типовые секции допускали множество объемно-планировочных вариантов для зданий одного и того же назначения, что послужило тормозом развитию индустриального строительства.

После постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О развитии производства сборных железобетонных конструкций и деталей для строительства» (1954 г.) в проектирование промышленных зданий начала внедряться отраслевая унификация объемно-планировочных и конструктивных решений промышленных зданий из сборных железобетонных конструкций.

«Основные положения по унификации конструкций производственных зданий», введенные Госстроем СССР в 1955 г., дали возможность установить единую систему назначения основных строительных параметров зданий многих отраслей промышленности, а также разработать габаритные схемы зданий.

В габаритной схеме указывают размеры здания в плане, его поперечный и продольный профили, высоту помещений, вид и грузоподъемность внутрицехового транспорта; она предопределяет также вид продукции и мощность производств, которые могут быть размещены в запроектированном на ее основе здании. Для каждой отрасли промышленности предусмотрено строго ограниченное число габаритных схем, а следовательно, и типов зданий. В связи с этим значительно сократилось число типоразмеров конструкций и деталей, что позволило резко повысить их серийность на заводах-изготовителях.

В 1957 г. был издан первый каталог унифицированных сборных железобетонных конструкций для промышленного строительства.

С внедрением прогрессивных технологических процессов, появлением новых производств, сокращением сроков модернизации технологии и оборудования, а также в связи с необходимостью уменьшения числа типоразмеров строительных конструкций возникла необходимость в межотраслевой унификации объемно-планировочных и конструктивных решений промышленных зданий и в создании зданий универсального назначения.

После 1961 г. была установлена ограниченная номенклатура габаритных схем зданий, пригодных для размещения производств нескольких отраслей промышленности, и разработана новая система унификации строительных параметров, благодаря чему число типоразмеров конструкций было сокращено до технически необходимого и экономически целесообразного минимума.

В 1962 г. пленум ЦК КПСС одобрил переход на более гибкие и многообразные формы типового проектирования зданий из унифицированных типовых секций (УТС) и пролетов (УТП).

УТС представляет собой самостоятельную объемную часть здания (температурный блок) с установленными параметрами. Параметры УТС (размеры в плане, сетка колонн, высота, грузоподъемность кранов) приняты с учетом требований производства, на основе габаритных схем и номенклатуры унифицированных конструкций.

Из секций komponуют здания с размерами, определяемыми технологическими требованиями, условиями специализации, кооперирования и блокирования производств. Номенклатура секций для каждой отрасли промышленности строго ограничена, что позволяет сократить число типовых размеров конструкций.

Применительно к УТС и УТП разработаны также следующие типовые проектные материалы:

- чертежи типовых конструкций (ТК) и деталей (ТД), предназначенные для заводов-изготовителей;
- чертежи типовых монтажных деталей (ТДМ) и их сопряжений, необходимые для монтажников;
- чертежи типовых архитектурно-строительных деталей (ТДА), предназначенные для проектировщиков и строителей.

Проектирование производственных зданий из УТС и УТП способствует внедрению в практику строительства крупных сблокированных зданий, позволяет наилучшим образом организовать застройку территории и максимально унифицировать объемно-планировочные и конструктивные решения целых промышленных комплексов.

Методика проектирования зданий на основе УТС отличается простотой. На макете рабочего чертежа, скомпонованного из секций, применительно к конкретным условиям производства наносят стены, перегородки, проезды, проходы и т. п., проставляют цифровые и буквенные оси, общие и характерные размеры здания. Пример чертежей УТС приведен на рис. IV-1.

В результате исследований, проведенных в ЦНИИпромзданий, рекомендуется новая градация высот производственных зданий, позволяющая достичь более полного соответствия высоты помещений технологическим требованиям.

Разработанные на этой основе габаритные схемы позволяют строить:

- одно- и многопролетные одноэтажные здания без подвешеного и с подвешеным подъемно-транспортным оборудованием грузоподъемностью до 5 т включительно;
- одно- и многопролетные одноэтажные здания, оборудованные электрическими мостовыми кранами грузоподъемностью до 50 т;
- однопролетные одноэтажные здания, оборудованные ручными мостовыми кранами грузоподъемностью до 20 т.

Дальнейшее развитие типизации промышленных зданий идет в направлении конструирования зданий широкой универсальности, увеличения степени независимости строительных решений зданий от технологи-

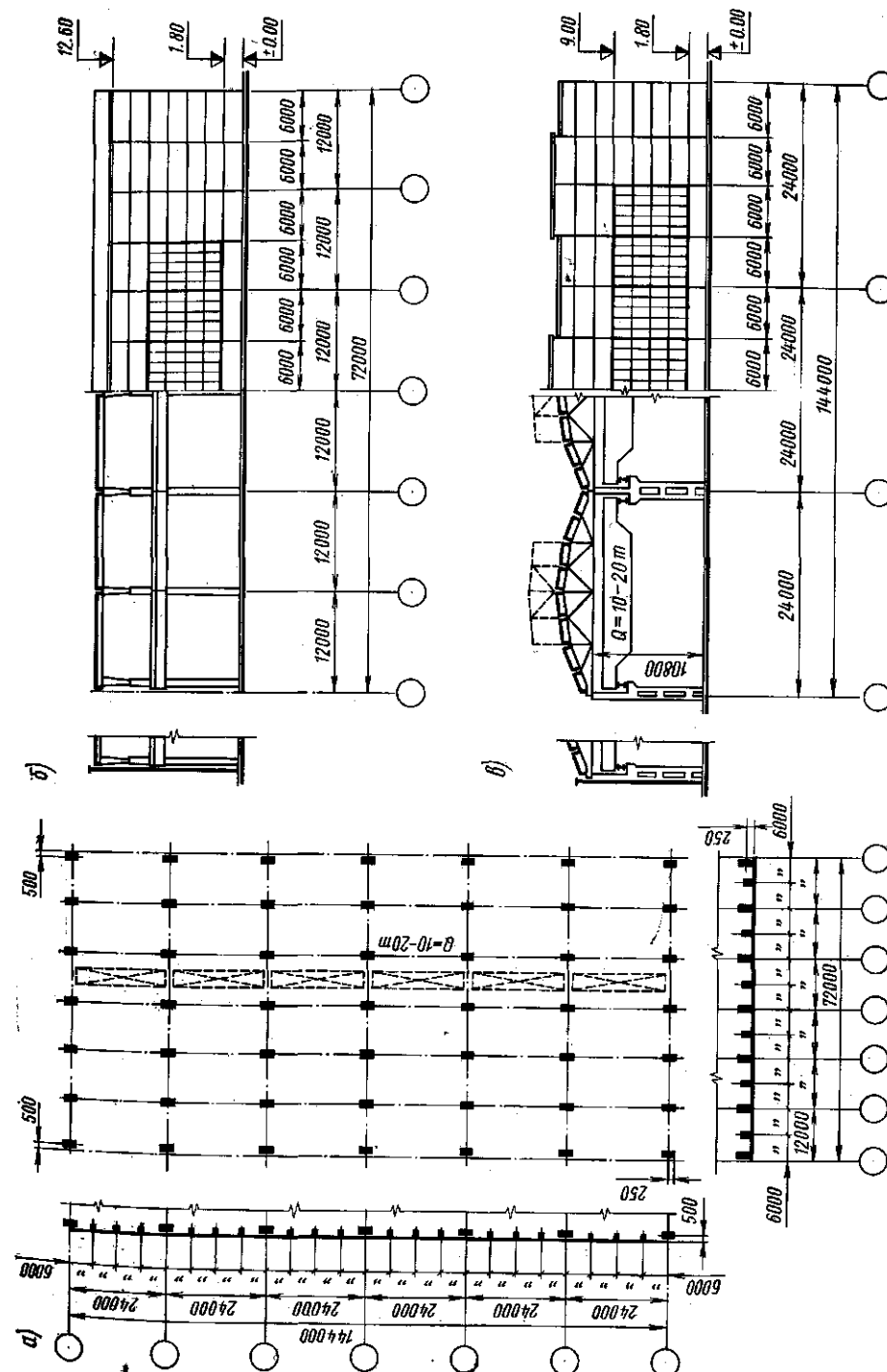


Рис. IV-1. Пример универсальной типовой секции:

а — план; б — продольный разрез и пример решения фасада; в — то же, поперечный

ческого процесса и дальнейшего сокращения числа типоразмеров конструкций и деталей в пределах промышленного узла.

При разработке унифицированных конструкций следует стремиться к возможно большей взаимозаменяемости их. Сущность взаимозаменяемости состоит в возможности замены одних элементов другими (или сочетанием нескольких элементов) без изменения объемно-планировочной, конструктивной и эксплуатационной основ здания. Одноименные конструкции могут отличаться друг от друга по материалу и даже по конструктивной схеме, но в то же время они должны иметь одинаковые габариты и по возможности одинаковые эксплуатационные и экономические показатели.

Обеспечить взаимозаменяемость элементов можно при комплексном подходе к их конструированию. Необходимым условием взаимозаменяемости является выработка единой системы допусков изготовления и сборки конструкций вне зависимости от их материалов.

Примерами взаимозаменяемых конструкций могут служить замена металлических ригелей железобетонными или деревянными, покрытий с прогонами беспрогонными, стеновых блоков крупноразмерными панелями и т. п. Взаимозаменяемыми должны быть панели наружных стен зданий, одинаковые по размерам, по теплотехническим и иным качествам, но выполненные из различных материалов.

Высшей формой унификации является создание универсальных конструкций и деталей, пригодных для различных объектов и конструктивных схем (например, использование колонн одного типоразмера в зданиях с различными пролетами, применение одних и тех же панелей для стен и покрытий и т. п.).

Подобно универсальным планировочным решениям, делающим здания гибкими в технологическом отношении, универсальные конструкции и детали расширяют область их использования.

Итак, основными задачами унификации и типизации являются: уменьшение числа типов промышленных зданий и сооружений и создание условий для их широкого блокирования;

сокращение числа типоразмеров сборных конструкций и деталей с целью повышения серийности и снижения стоимости их заводского изготовления;

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

создание лучших условий для использования прогрессивных технических решений.

Модульная система и параметры зданий

Унифицировать и типизировать объемно-планировочные и конструктивные решения зданий и сооружений можно на основе единой модульной системы, позволяющей взаимоувязывать размеры зданий и их элементов.

В модульной системе обязателен принцип кратности всех размеров некоторой общей величине, называемой модулем. Для промышленного строительства установлен единый модуль $M=600$ мм для вертикальных и горизонтальных измерений.

Целью применения модульной системы является обеспечение кратности размеров единому модулю и строгое ограничение числа типоразмеров конструкций и деталей зданий и сооружений. Поэтому при проектировании используют укрупненные (производные) модули, кратные единому модулю.

При назначении размеров объемно-планировочных компонентов ЦНИИпромзданий рекомендует принимать следующие укрупненные модули:

в одноэтажных зданиях для ширины пролетов и шага колонн — 10 М, а для высоты (от пола до низа опоры основных конструкций покрытия пролетов) — 1 М;

в многоэтажных зданиях для ширины пролетов — 5 М, шага колонн — 10 М и высоты этажей — 1 М и 2 М.

Ниже приведены размеры пролетов, шагов колонн и высот одноэтажных зданий, назначаемые в соответствии с основными положениями по унификации и с учетом габаритных схем.

Ширина пролетов: при отсутствии мостовых кранов — 12, 18, 24, 30 и 36 м (допускаются пролеты шириной 6 и 9 м); при наличии электрических мостовых кранов — 18, 24, 30 и 36 м. По технологическим соображениям ширина пролетов может быть и более 36 м, кратной 6 м.

Шаг колонн 6, 12 м и более, кратный 6 м. В многопролетных зданиях шаг колонн в крайних и средних рядах может быть различным.

Высота (от пола до низа опоры основных конструкций покрытия): 3,0; 3,6; 4,2; 4,8; 5,4 и 6,0 м (т. е. кратно 0,6); 7,2; 8,4; 9,6; 10,8; 12,0; 13,2; 14,4; 15,6; 16,8 и 18,0 м (кратно 1,2 м).

Высоту тех зданий, у которых в пролетах низшие точки конструкций покрытия расположены ниже опор, назначают от пола до этих точек, а разницу между их отметками и отметками опор принимают кратной 0,6 м.

В зданиях без мостовых кранов рекомендуются сочетания высоты и ширины пролетов, указанные в табл. IV-1.

Таблица IV-1

Высота пролетов в здании, м				Ширина пролетов в здании, м			
3,0	3,6	4,2	5,4	12			
4,8				12	18	24	
6,0				12	18	24	30
7,2				12	18	24	30
10,8	12,0				18	24	30
13,2	14,4					24	30
15,6	16,8	18,0					30
							36

Примечание. Высоты 3,0; 3,6; 4,2; 4,8; 5,4 и 6,0 м можно также назначать при ширине пролетов 6 и 9 м.

В зданиях с электрическими мостовыми кранами грузоподъемностью до 50 т включительно рекомендуются сочетания высоты и ширины пролетов с отметками головки подкрановых рельсов и грузоподъемностью кранов, приведенные в табл. IV-2.

Таблица IV-2

Высота пролетов, м	Отметка головки подкрановых рельсов, м	Ширина пролетов, м			Грузоподъемность электрических мостовых кранов, т				
		18	24	30	36	10	20	30	50
8,4	5,75	18	24			10			
9,6	6,95	18	24			10	20		
10,8	8,15	18	24	30	36	10	20		
12,0	9,35	18	24	30	36	10	20		
12,0	8,65	18	24	30	36			30	50
13,2	10,55	18	24	30	36	10	20		
13,2	9,85	18	24	30	36			30	50
14,4	11,75	18	24	30	36	10	20		
14,4	11,05	18	24	30	36			30	50
15,6	12,25		24	30	36			30	50
16,8	13,45		24	30	36			30	50
18,0	14,65		24	30	36			30	50

В зданиях с ручными мостовыми кранами грузоподъемностью до 20 т сочетания высоты и ширины пролетов с отметкой головки подкрановых рельсов и грузоподъемностью кранов рекомендуется принимать по табл. IV-3.

Таблица IV-3

Высота пролетов, м	Отметка головки подкрановых рельсов, м	Ширина пролетов, м			Грузоподъемность ручных мостовых кранов, т				
		9	12	18	3,2	5,0	8,0		
6,0	5,0	9	12		3,2	5,0	8,0		
6,0	5,0			18		5,0	8,0		
6,6	5,6	9	12		3,2	5,0	8,0		
6,6	5,6			18		5,0	8,0		
7,2	6,2	9	12		3,2	5,0	8,0		
7,2	6,2			18		5,0	8,0		
7,2	5,7			18				12,5	20,0
7,8	6,8	9	12		3,2	5,0	8,0		
7,8	6,8			18		5,0	8,0		
7,8	6,3			18				12,5	20,0
8,4	7,4	9	12		3,2	5,0	8,0		
8,4	7,4			18		5,0	8,0		
8,4	6,9			18				12,5	20,0
9,0	7,5			18				12,5	20,0
9,6	8,1			18				12,5	20,0

В основных положениях по унификации предусмотрены следующие размеры параметров в многоэтажных зданиях: ширина пролетов 6, 9, 12 м и более, кратная 6 м. Допускается применять пролет-вставку шириной 3 м. Шаг колонн 6 м, а при соответствующем технико-экономическом обосновании — 12 м.

Сетки колонн рекомендуется применять следующих размеров:

в зданиях со сборным железобетонным балочным каркасом — 6×6, 6×9, 6×12 м, а также (6+3+6)×6 и (9+3+9)×6 м. Разрабатываются проекты зданий с сеткой колонн (12×n)×12 м. Сетку колонн верхних этажей многоэтажных зданий можно укрупнять до 6×18 м, а в двухэтажных — в пределах до 12×36 м;

в зданиях со сборным железобетонным безбалочным каркасом — 6×6 м;

в зданиях с межферменными этажами технического назначения, чередующимися с производственными этажами, — 6×12, 6×18 и 6×24 м.

Высоту этажей многоэтажных зданий с балочными перекрытиями принимают:

при ширине пролетов 6 м — 3,6; 4,2; 4,8 и 6,0 м, а в первом этаже также 7,2 м;

при пролетах шириной 9 м — 3,6; 4,2; 4,8 и 6,0 м, а в первом этаже или во всех этажах с подвесными потолками, если необходимо обеспечить проход персонала, обслуживающего инженерные коммуникации, расположенные над подвесными потолками, — также 7,2 м;

при ширине пролетов 12 м — 4,2; 4,8; 6,0, а также 7,2 м в тех же случаях, что и при пролетах 9 м;

в 3—5-этажных зданиях шириной 18 м и с верхним этажом такого же пролета высоту верхнего этажа можно принимать 7,2 м при отсутствии мостового крана и 10,8 м в зданиях с мостовыми кранами, причем грузоподъемность последних должна быть ограничена 10 т.

Высоту наземных этажей многоэтажных зданий с безбалочными перекрытиями назначают равной 4,8 или 6,0 м и 3,6 м — цокольных и подвальных этажей. В зданиях с техническими этажами высоту производственных этажей принимают 4,8 и 6,0 м, технических — 3,0 и 3,6 м.

При назначении и взаимной увязке размеров объемно-планировочных и конструктивных элементов обычно фигурируют номинальные размеры — расстояние между разбивочными осями здания, между условными (номинальными) гранями строительных конструкций и деталей. Номинальные размеры всегда кратны модулю.

В отличие от номинальных конструктивные размеры чаще всего не являются модульными, и увязывают их с номинальными за счет толщины швов, зазоров, стыков (иногда доборных элементов или вставок). Так, при шаге колонн 6000 мм длину стеновых панелей принимают 5980 мм, в то время как номинальная длина их считается равной 6000 мм. Объемно-планировочные параметры конструктивных размеров не имеют.

Использование в проектировании укрупненных модулей дает возможность укрупнять конструкции и детали, т. е. уменьшать число монтажных элементов. Укрупнять сборные конструкции целесообразно и для обеспечения большей надежности их работы в здании или сооружении,

так как вероятность отказа конструкций в работе возрастает с увеличением их числа.

Оптимальные габариты и массу сборных конструкций выбирают в зависимости от размеров монтажных, отправочных и заводских марок, определяемых грузоподъемностью строительных механизмов, видом транспорта, габаритами его подвижного состава, а также характером технологического процесса, размерами пролетов цехов-изготовителей и т. д.

Привязка конструктивных элементов к разбивочным осям

Унификация и типизация невозможны без соблюдения единых правил привязки конструктивных элементов к разбивочным осям зданий. Под привязкой понимают расстояние от модульной разбивочной оси до грани или геометрической оси сечения конструктивного элемента.

Единые правила привязки конструкций и единство систем сопряжений их между собой позволяют установить взаимозаменяемость конструкций и значительно сократить количество доборных элементов. Основные правила привязки, рекомендуемые ЦНИИ промзданий, описаны ниже.

В одноэтажных зданиях колонны средних рядов располагают так, чтобы геометрические оси сечения нижней части колонн совпадали с продольными и поперечными модульными разбивочными осями (рис. IV-2, а). Исключения допускаются в отношении колонн по линиям температурных швов и перепадов высот.

Колонны и наружные стены из панелей привязывают к крайним продольным разбивочным осям зданий с покрытиями по стропильным балкам (фермам) по правилам, описанным ниже.

Внешнюю грань колонн совмещают с разбивочной осью (нулевая привязка), а внутреннюю плоскость стены смещают наружу на 30 мм (рис. IV-2, б) в зданиях следующих типов:

в зданиях без мостовых кранов со сборным железобетонным каркасом при шаге крайних колонн 6 или 12 м, а также в зданиях со стальным или смешанным каркасом при шаге крайних колонн 6 м;

в зданиях с электрическими мостовыми кранами грузоподъемностью до 20 т и сборным железобетонным или смешанным каркасом при шаге крайних колонн 6 м и высоте не более 14,4 м;

в зданиях с ручными мостовыми кранами.

Внешнюю грань колонн смещают наружу с разбивочной оси на 250 мм, а между внутренней плоскостью стены и гранью колонн предусматривают зазор 30 мм (рис. IV-2, в) в следующих зданиях:

без мостовых кранов со стальным или смешанным каркасом при размере шага крайних колонн 12 м;

с электрическими мостовыми кранами при шаге крайних колонн 12 м и в зданиях со стальным каркасом при шаге крайних колонн 6 м, а

также в зданиях с электрическими мостовыми кранами грузоподъемностью более 20 т и сборным железобетонным или смешанным каркасом при шаге крайних колонн 6 м и высоте 12 м и более;

при наличии проходов вдоль подкрановых путей.

Нулевая привязка по сравнению с привязкой 250 мм имеет неоспоримое преимущество, поскольку при ней не требуются доборные ограждающие элементы в углах стен и в покрытии.

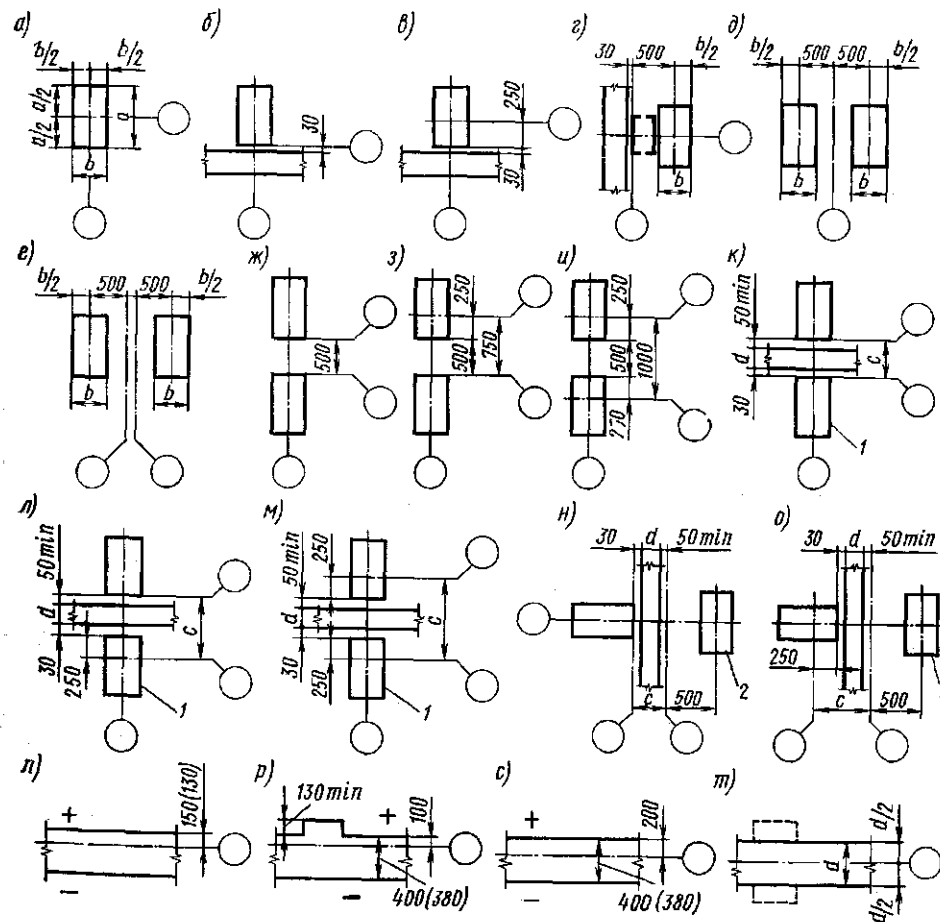


Рис. IV-2. Привязка колонн и стен одноэтажных зданий к продольным и поперечным разбивочным осям:

а — привязка колонн к средним осям; б-в — то же, колонн и стен к крайним продольным осям; г-е — то же, к поперечным осям в торцах зданий и местах поперечных температурных швов; ж-и — привязка колонн и вставок в продольных температурных швах зданий с пролетами одинаковой высоты; к-м — то же, при перепадах высот параллельных пролетов; н, о — то же, при взаимно перпендикулярном примыкании пролетов; л-т — привязка несущих стен к продольным разбивочным осям; 1 — колонны повышенных пролетов; 2 — колонны пониженных пролетов, примыкающих торцами к повышенному поперечному пролету

Привязка 250 мм, когда требуются доборные элементы в ограждающих конструкциях, обуславливается, например, необходимостью оставления зазора 200—250 мм между внутренней гранью стены и горизонтальной связевой фермой для расположения фахверковых стоек. Эти стойки нужны для крепления стеновых панелей длиной 6 м при шаге колонн 12 м. Такую привязку применяют также для увеличения высоты сечения надколонников из-за необходимости соблюдения размера привязки подкрановых балок к разбивочным осям, равного 750 или 1000 мм, при устройстве проходов вдоль подкрановых путей.

Зазор 30 мм между внутренней плоскостью стены и гранью колонн необходим для расположения приборов крепления ограждающих элементов стен.

Для исключения доборных элементов в ограждении продольных наружных стен колонны и наружные стены из панелей привязывают к крайним поперечным разбивочным осям, а колонны — к средним поперечным разбивочным осям по линиям поперечных температурных швов в зданиях с покрытиями по стропильным балкам (фермам) следующим образом:

в торцах зданий геометрические оси сечения колонн основного каркаса смещают внутрь на 500 мм с разбивочной оси, а внутренние поверхности стен — наружу на 30 мм с той же оси (рис. IV-2, а);

по линиям поперечных температурных швов геометрические оси сечения колонн смещают на 500 мм в обе стороны от оси шва, совмещаемого с поперечной разбивочной осью (рис. IV-2, б);

в зданиях со сборным железобетонным каркасом при расстоянии между поперечными температурными швами более 144 мм в швах предусматривают парные разбивочные оси со вставкой между ними размером 100 мм, а геометрические оси сечения колонн смещают на 500 мм с каждой из этих осей (рис. IV-2, в).

При устройстве продольных температурных швов или перепада высот параллельных пролетов на парных колоннах следует предусматривать парные модульные разбивочные оси со вставкой между ними.

В зависимости от размера привязки колонн в каждом из смежных пролетов размеры вставок между парными продольными разбивочными осями по линиям температурных швов в зданиях с пролетами равной высоты и с покрытиями по стропильным балкам (фермам) принимают равными 500, 750 и 1000 мм (рис. IV-2, ж — и).

Размер вставки между продольными разбивочными осями по линии перепада высот параллельных пролетов в зданиях с покрытиями по стропильным балкам (фермам) должен быть кратным 50 мм и равен округленной до этой величины сумме размеров (рис. IV-2, к — м):

привязки к разбивочным осям граней колонн, обращенных в сторону перепада (по рис. IV-2, б, в);

толщины стены из панелей и зазора 30 мм между ее внутренней плоскостью и гранью колонн повышенного пролета;

зазора не менее 50 мм между внешней плоскостью стены и гранью колонн пониженного пролета.

При этом размер вставки должен быть не менее 300 мм. Размеры вставок c в случаях, изображенных на рис. IV-2, к — м, указаны в табл. IV-4.

Таблица IV-4

Привязка колонн, мм		Толщина d панелей, мм		
при перепадах высот параллельных пролетов	при взаимно перпендикулярном примыкании пролетов	160 и 200	250	300
		Вставка c , мм		
0 и 0	0	300	350	400
0 и 250	250	550	600	650
250 и 250	—	800	850	900

Размеры вставок c в местах примыкания взаимно перпендикулярных пролетов (пониженных продольных к повышенному поперечному) в зданиях с покрытиями по стропильным балкам (фермам) принимают согласно рис. IV-2, н, о и табл. IV-4.

При наличии продольного шва между пролетами, примыкающими к перпендикулярному пролету, этот шов продлевают в перпендикулярный

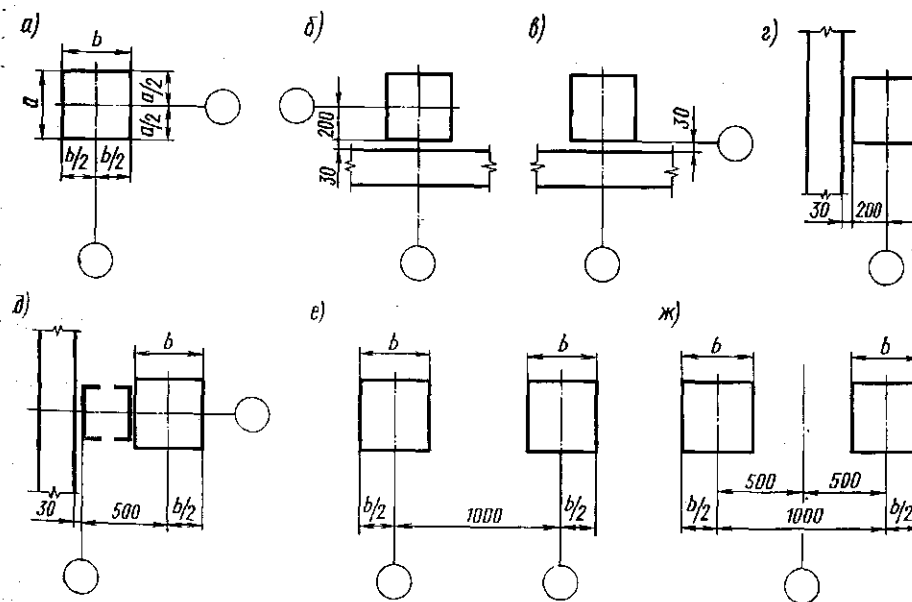


Рис. IV-3. Привязка колонн и стен многоэтажных зданий к разбивочным осям: а — привязка колонн к средним осям; б, в — привязка колонн и стен к крайним продольным осям; г, д — то же, в торцах зданий; е, ж — привязка колонн по линиям поперечных температурных швов

пролет, где он будет поперечным швом. При этом вставка между разбивочными осями в продольном и поперечном швах должна иметь одинаковую величину, равную 500, 750 или 1000 мм, а каждую из парных колонн по линии поперечного шва нужно сместить с ближайшей парной оси на 500 мм.

Привязку несущих наружных стен к разбивочным осям зданий осуществляют с соблюдением следующих правил.

В случае опирания плит покрытия на наружные стены внутренние плоскости последних смещают от разбивочных осей внутрь здания на 150 или 130 мм при стенах соответственно из мелких блоков или кирпича (рис. IV-2, *n*).

Если стропильные балки, фермы или прогоны покрытия опирают на стены толщиной 400 мм из мелких блоков или толщиной 380 мм из кирпича, внутренние плоскости стен смещают с разбивочных осей внутрь здания на 100 мм. Для опирания стропильных конструкций предусматривают пилястры, выступающие из плоскости стены внутрь здания не менее, чем на 130 мм (рис. IV-2, *p*).

При толщине стен более указанных размеров их внутренние плоскости смещают от разбивочных осей внутрь здания на 200 мм (рис. IV-2, *c*).

Геометрические оси внутренних несущих стен должны совмещаться с разбивочными осями здания (рис. IV-2, *т*).

Колонны к средним продольным и поперечным разбивочным осям многоэтажных зданий различных конструктивных решений привязывают так, чтобы геометрические оси сечения колонн совпадали с разбивочными осями (рис. IV-3, *a*). Исключения допускаются в отношении колонн по линиям температурных швов.

В случае привязки колонн и наружных стен из панелей к крайним продольным разбивочным осям зданий с перекрытиями со сборными железобетонными ребристыми или многопустотными гладкими плитами внешнюю грань колонн (в зависимости от конструкции каркаса) смещают наружу с разбивочной оси на 200 мм (рис. IV-3, *b*) или совмещают с этой осью (рис. IV-3, *в*), а между внутренней плоскостью стены и гранями колонн предусматривают зазор 30 мм.

Когда колонны и наружные панельные стены привязывают к крайним поперечным разбивочным осям зданий с перекрытиями из сборных железобетонных ребристых или гладких многопустотных плит, геометрические оси сечения колонн совмещают с разбивочной осью (рис. IV-3, *г*), а при укрупненной сетке колонн верхнего этажа — смещают с оси внутрь здания на 500 мм (рис. IV-3, *д*). Между внутренней плоскостью наружной стены и внешней гранью колонн оставляют зазор 30 мм, а при смещенных внутрь здания колоннах предусматривают такой же зазор между стеной и разбивочной осью.

По линии поперечных температурных швов зданий с перекрытиями из сборных железобетонных ребристых или гладких многопустотных плит предусматривают парные разбивочные оси со вставкой между ними размером 1000 мм, а геометрические оси парных колонн совмещают с разбивочными осями (рис. IV-3, *e*).

В зданиях с укрупненной сеткой колонн верхнего этажа, а также пристроенных длинной стороной к одноэтажным зданиям ось температурного шва совмещают с одинарной разбивочной осью, а геометрические оси сечения каждой из парных колонн смещают с разбивочной оси на 500 мм (рис. IV-3, *ж*).

В случае пристроек к одноэтажным зданиям многоэтажных взаимно смещать разбивочные оси, перпендикулярные к линии пристройки и общие для обеих частей сблокированного здания, не допускается. Поэтому отказ от вставки между разбивочными осями в местах поперечных температурных швов многоэтажных зданий или применение вставки и ее размер нужно мотивировать несмещаемостью осей в обеих частях здания (рис. IV-4).

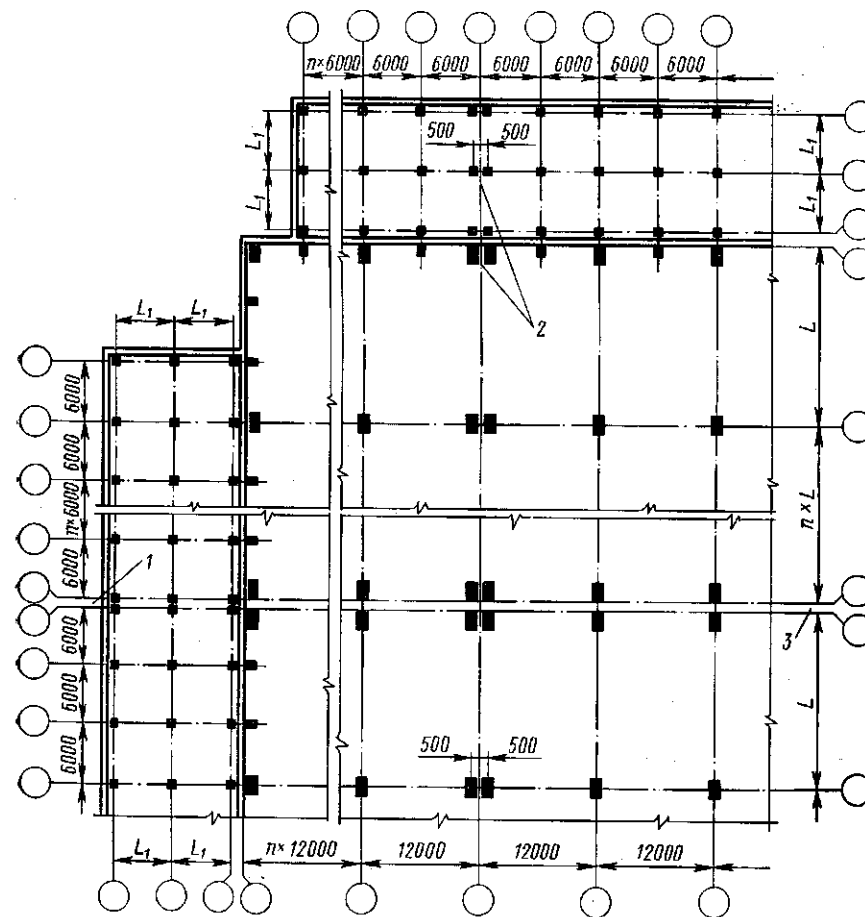


Рис. IV-4. Швы в пристройках, продолжающие швы одноэтажной части здания: 1 — поперечный шов со вставкой в пристройке; 2 — поперечный шов без вставки; 3 — продольный шов со вставкой в одноэтажной части

Размер вставки между параллельными крайними разбивочными осями одноэтажной и многоэтажной частей здания по линии пристройки назначают таким, чтобы в местах примыкания стен пристраиваемых зданий можно было установить по возможности типовые стеновые панели — удлиненные, рядовые или доборные.

ГЛАВА V ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Производственно-технологическая схема как основа объемно-планировочного решения. Объемно-планировочное решение любого промышленного здания зависит от характера технологического процесса, располагаемого внутри здания.

Технологический процесс в свою очередь предопределяется производственно-технологической схемой, в которой установлена определенная последовательность операций по выработке продукции или полуфабриката, намечены технологическое оборудование и характер его расстановки, вид и грузоподъемность внутрицехового транспорта, номенклатура, размеры и последовательность расположения помещений, внутренней температурно-влажностный режим и т. п. Технологическая схема предусматривает также места поступления сырья и вспомогательных материалов, выхода готовой продукции или полуфабриката, удаления отходов производства, места ввода инженерных сетей (рис. V-1, а).

При автоматизированном конвейерном производстве технологическая схема предусматривает размещение автоматических линий с указанием пунктов различных операций по обработке и сборке изделий. Кроме того, технологическая схема, определяя характер и вес рабочего оборудования и продукции, является решающим фактором при выборе этажности здания.

Взаимное расположение зданий и сооружений на генеральном плане промышленного предприятия, ширина разрывов между ними, трассировка транспортных и инженерных сетей и т. д. также зависят от принятой технологической схемы всего предприятия.

Для обеспечения рациональной планировки цехов необходимо знать габариты технологического оборудования и готовых изделий, характер расположения рабочих мест, ширину проходов и проездов, а также схему расстановки производственного оборудования.

В комплекс вопросов планировки здания входит обеспечение хороших его эксплуатационных качеств, что в значительной степени зависит от размещения отдельных производственных участков. Так, отделения с мокрыми процессами необходимо размещать в средней части здания (во избежание образования на стенах конденсата). Там же следует помещать отделения со строго заданным температурно-влажностным режи-

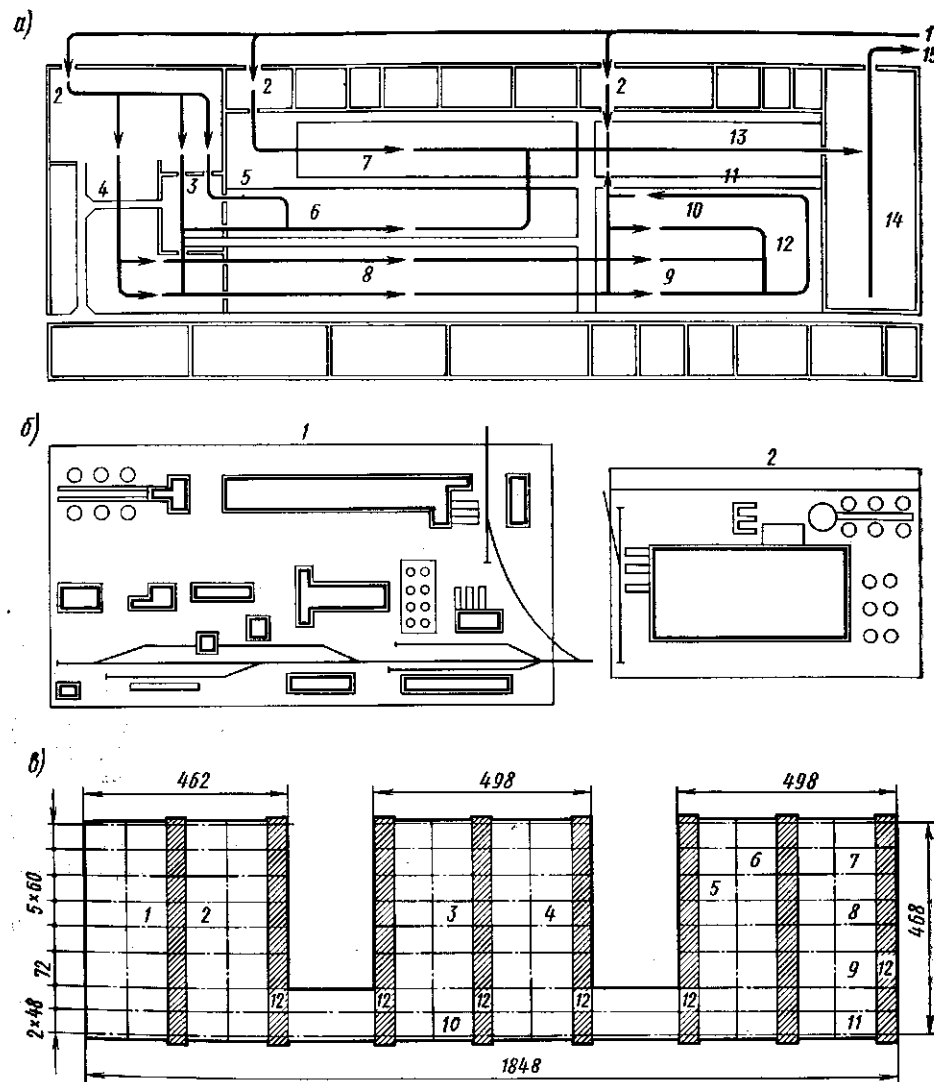


Рис. V-1. Схемы планировок промышленных зданий:

а — цех электромоторов: 1 — доставка материалов и литья; 2 — склады; 3 — изготовление корпусов роторов; 4 — штамповка; 5 — изготовление валов; 6 — то же, роторов; 7 — обработка подшипников; 8 — изготовление кожухов и пакетов статоров; 9 — обмоточные ленты; 10 — обмоточные автоматы; 11 — обмотка статоров; 12 — сушка и пропитка; 13 — сборка и испытание; 14 — склад моторов; 15 — вывоз продукции; б — схемы планировок: 1 — раздельная; 2 — сплошная; в — схема плана главного корпуса автозавода в г. Тольятти (размеры в м): 1 — цех окраски; 2 — кузовной цех; 3 — изготовление деталей; 4 — сборка двигателей; 5 — сборка коробов; 6 — склад материалов; 7 — отделение обработки; 8 — ремонт инструмента и оборудования; 9 — изготовление колес; 10 — конвейер; 11 — зона отделки, пробы и отправки; 12 — встройки для бытовых, транспортных и вспомогательных помещений

мом, что позволит уменьшить воздействие на производство наружной среды. Участки с горячими процессами располагают около наружных стен для улучшения вентиляции.

Виды планировок и блокирование цехов

Классификация по видам промышленной продукции включает около 250 отраслей производств и их групп. Классификация предприятий по общности строительных решений и характеру обработки сырья, полуфабрикатов и изделий охватывает около 100 отраслей промышленности, в каждую из которых входит несколько десятков видов производств. Поэтому диапазон различий в видах и типах промышленных зданий в первую очередь по конфигурации и размерам планировок чрезвычайно велик. Все эти виды планировок можно разделить на два основных типа: раздельные и сплошные.

Планировки первого типа — раздельные — присущи предприятиям малой мощности, строительство которых велось главным образом в прошлом. При этом производства размещались в небольших отдельно стоящих зданиях с мелкими пролетами (рис. V-1, б, тип 1).

Предприятия с раздельной планировкой имеют следующие недостатки: большую площадь застройки, что увеличивает протяженность инженерных и транспортных сетей и объем работ по благоустройству территории; отсутствие возможности организации поточного производства и необходимость в сильно развитом межцеховом транспорте. Особо следует подчеркнуть, что увеличение территории предприятия влечет за собой изъятие из сельского хозяйства большей площади ценных земель.

Современная практика показывает, что производства с однотипными, а иногда и различными технологическими процессами (если это не противоречит санитарно-гигиеническим требованиям, пожаро- и взрывобезопасности) целесообразно блокировать в одном здании.

Для значительного числа производств в здании под одной крышей можно расположить все основные, подсобные, вспомогательные и складские помещения. Сблокированные здания представляют собой многопролетные корпуса большой площади, имеющие сплошную планировку (рис. V-1, б, тип 2). На этом рисунке показан план завода по производству хлора (вариант 1 — до блокирования и 2 — после блокирования).

Сблокированные здания допускают многовариантную расстановку технологического оборудования, позволяют уменьшить площадь заводской территории на 30—40%, сократить периметр наружных стен до 50%, снизить стоимость строительства на 15—20%, улучшить условия промышленного возведения, сократить длину коммуникаций и транспортных путей, снизить расходы на эксплуатацию зданий и благоустройство территории, ликвидировать заводские дворы, а значит, и ограду предприятия (табл. V-1).

Вместе с тем в чрезмерно укрупненных зданиях возникает ряд неудобств: удорожается устройство естественного освещения помещений,

Таблица V-1

Стоимость конструкций при различной площади одноэтажных зданий

Конструкции	Общая площадь здания, тыс. м ²							
	2,5		5		25		50	
	Стоимость конструкций на 1 м ² площади							
	руб.	% к итогу	руб.	% к итогу	руб.	% к итогу	руб.	% к итогу
Полы	3,0	9,8	3,0	10,7	3,0	11,9	3,0	12,1
Фундаменты под колонны . .	1,2	3,7	1,0	3,5	0,7	2,8	0,6	2,6
Колонны	1,3	4,3	1,2	4,1	1,0	3,8	0,9	3,6
Балки покрытий	5,3	17,3	5,0	17,5	4,9	19,0	4,8	19,3
Стены	5,6	17,9	3,7	13,1	1,6	6,4	1,2	4,7
Заполнение оконных проемов .	2,5	8,1	2,0	7,3	1,0	4,2	0,8	3,4
Плиты покрытий	4,6	15,0	4,6	16,4	4,6	18,2	4,6	18,6
Утеплитель и кровля	6,8	21,9	6,8	23,9	6,8	26,6	6,8	27,2
Светоаэрационные фонари . .	0,6	2,0	1,0	3,5	1,8	7,1	2,2	8,5
Всего	30,9	100	28,3	100	25,4	100	24,9	100
Итого, %		100		91,6 100		82,2 90,0 100		80,6 88,0 98,0

затрудняется водоотвод с покрытий, усложняются пути передвижения персонала и транспортировки грузов. Поэтому сблокированные корпуса не следует проектировать площадью более 30—35 тыс. м².

Блокировать цехи особенно целесообразно в тех случаях, когда смежные производства не требуются разделять капитальными стенами и разница в их высоте не превышает 2 м (желательно приведение разных высот к одной), если не требуется увеличивать площадь, обслуживаемую кранами большей грузоподъемности по сравнению с отдельными зданиями, когда не нужны дополнительные проезды, и, наконец, если не ухудшаются условия технологии производства и труда рабочих.

В сблокированных цехах целесообразно осуществлять зонирование производств, т. е. располагать смежно производства с одинаковыми вредностями и родственной технологией.

Промышленные здания должны иметь простую конфигурацию в плане; следует избегать периметральных пристроек к корпусу, усложняющих расширение и реконструкцию производства.

В качестве примера целесообразного блокирования на рис. V-1, в показан главный корпус Волжского автозавода. В этом здании, имеющем размеры в плане 1848×468 м и состоящем из шести одноэтажных блоков, размещены многие основные и вспомогательные производства. С южной стороны парные блоки соединены пролетами для сборочных конвейеров и промежуточных складов. Бытовые, вспомогательные и транспортные помещения расположены в восьми встройках, размещен-

ных между основными блоками. Для строительства главного корпуса применена единая сетка колонн 12×24 м. Встройки запроектированы с сеткой колонн 12×12 м. Высота корпуса 10,8 м.

Людские и грузовые потоки в здании. Одной из основных задач, решаемых при разработке планировок отдельных зданий и предприятий, является организация людских и грузовых потоков.

Началом грузового потока является пункт поступления на предприятие или в цех сырья и полуфабрикатов, откуда их развозят по цехам или отделениям, а завершением — склад готовой продукции.

По грузонапряженности взаимоувязанных потоков определяют вид, грузоподъемность и количество единиц внутри- и межцехового транспорта. Пути перемещения грузов должны быть наиболее короткими, безопасными для рабочих и технологического оборудования, без взаимного пересечения и без возвращения грузов назад.

Людские потоки — это пути массового одновременного передвижения рабочих внутри цехов и по территории предприятия перед началом и после окончания смен, а также в обеденный перерыв. Необходимо предоставить людям возможность перемещения по кратчайшим, удобным и безопасным путям. Рабочие места должны иметь свободный доступ. Для работающих предусматривают специальные пешеходные дорожки.

Не следует допускать пересечений в одной плоскости грузовых и людских потоков, особенно при их большой напряженности. В местах неизбежных пересечений предусматривают туннели, переходы и проходы. Для перехода рабочих на другую сторону транспортеров, конвейеров, рольгангов и других движущихся устройств предусматривают переходные стальные мостики.

Выбор этажности зданий

Область применения одноэтажных и многоэтажных зданий была рассмотрена ранее. Здесь указаны преимущества и недостатки тех и других, подлежащие учету при выборе этажности.

Одноэтажные здания по сравнению с многоэтажными имеют следующие преимущества:

облегчают установку технологического оборудования, упрощают пути грузовых потоков и позволяют использовать для перевозки грузов наиболее экономичный горизонтальный транспорт;

имеют более простое объемно-планировочное и конструктивное решение;

обеспечивают равномерную освещенность рабочих мест естественным светом за счет световых фонарей;

дают возможность организовать естественный воздухообмен в помещениях через светоаэрационные фонари;

создают хорошую обзораемость всех участков технологического процесса и удобную связь между производственными помещениями;

легче и с большим эффектом поддаются унификации и типизации, а также блокированию;

имеют меньшую стоимость единицы площади (стоимость 1 м^2 одноэтажного многопролетного здания с сеткой колонн 18×6 м в среднем на 10% ниже стоимости 1 м^2 многоэтажного здания шириной 18 м).

Недостатками одноэтажных зданий являются следующие: относительно большая площадь застройки, увеличивающая протяженность инженерных и транспортных сетей и повышающая расходы на благоустройство территории; большая площадь наружных ограждений (особенно покрытий), что повышает эксплуатационные расходы на содержание ограждений и поддержание заданных параметров внутренней среды.

Многоэтажные здания лишены большинства недостатков, присущих одноэтажным зданиям, а нередко они экономичнее одноэтажных, особенно при нагрузках до 1000 кг/м^2 (10 кН/м^2). Такие здания более гибки в отношении градостроительных требований — их можно размещать в городских кварталах, за исключением зданий с вредными производствами. Размещение предприятий в городской застройке позволяет избежать трудоемких работ по устройству внеплощадочных дорог и инженерных сетей. В период строительства и эксплуатации предприятий отпадает необходимость в дополнительных транспортных маршрутах для подвоза работающих. Архитектура многоэтажных зданий хорошо увязывается с городской застройкой, и, наконец, в многоэтажных зданиях более удачно размещаются административно-бытовые помещения.

Таблица V-2

Ориентировочное соотношение стоимости (в %) конструктивных элементов производственных зданий

Конструктивные элементы и виды работ	Многоэтажные здания	Одноэтажные здания	
		с кранами	без кранов
Земляные работы	0,6	0,9	0,8
Фундаменты	6,0	6,7	4,3
Стены	20,0	11,1	11,0
Железобетонный каркас	31,0	34,5	28,6
Лестницы	1,3	—	—
Полы	13,5	11,7	14,4
Перегородки	0,7	3,7	4,5
Проемы	13,2	4,8	4,5
Кровля	6,0	16,3	20,3
Фонари	—	6,7	7,7
Отделочные работы	6,5	0,6	0,7
Прочие работы	1,2	3,0	3,2

К недостаткам многоэтажных промышленных зданий относятся следующие: потребность в вертикальном транспорте (лестницах, грузовых и пассажирских лифтах-подъемниках), значительно повышающем стоимость зданий; ограниченность ширины при условии естественного осве-

щения рабочих мест (не более 24 м); высокий удельный вес подсобных помещений, проходов и проездов.

Наряду с учетом технологии производства при выборе этажности промышленных зданий необходимо учитывать характер отведенного для застройки участка (свободный, стесненный, рельеф), требования к застройке (городская, периферийная), климатические условия района строительства, преимущества и недостатки одноэтажных и многоэтажных зданий, а также соотношение стоимости конструкций одно- и многоэтажных производственных зданий (табл. V-2).

Как видно из табл. V-2, многоэтажные здания по сравнению с одноэтажными имеют меньшую стоимость земляных работ, перегородок, кровли и прочих работ, однако в них повышается стоимость стен, остекленных поверхностей и отделочных работ.

Во всех случаях в здании должны быть обеспечены требуемые нормами санитарно-гигиенические и бытовые условия для работающих, а также выполнены требования пожарной безопасности.

Выбор ширины и высоты пролетов, шага колонн

Конфигурация и размеры плана, высота и профиль промышленных зданий определяются параметрами, числом и взаимным расположением пролетов. Эти факторы, как отмечалось, зависят от технологии производства, характера выпускаемой продукции, производительности предприятия, требований санитарных норм и пр. Ниже рассмотрены те компоненты, из которых складываются объемно-планировочные параметры пролетов (ширина, высота и шаг колонн).

Ширина пролета L — расстояние между продольными разбивочными осями — складывается из пролета мостового крана L_k и удвоенного расстояния между осью рельса подкранового пути и разбивочной осью $2K$ (рис. V-2).

Пролеты мостовых кранов увязаны с шириной пролетов и определены ГОСТом. Размер K принимают: 750 мм — при кранах $Q \leq 50$ т; 1000 мм (и более, кратно 250 мм) — при кранах $Q > 50$ т, а также при устройстве в надкрановой части колонн прохода для обслуживания подкрановых путей. При железобетонных колоннах проходы вдоль подкрановых путей чаще располагают рядом с колоннами.

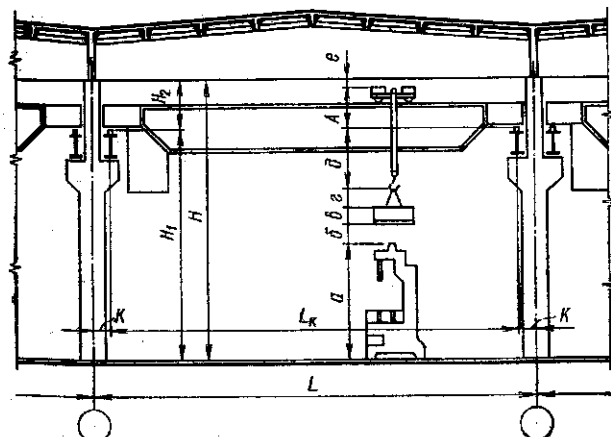


Рис. V-2. Схема разреза одноэтажного здания к определению параметров пролета

бетонных колоннах проходы вдоль подкрановых путей чаще располагают рядом с колоннами.

В размер привязки подкранового пути входит зазор (не менее 60 мм) между торцовой плоскостью крана и колоннами, а также расстояние между центром катков крана и его торцовой плоскостью, принимаемое от 125 до 500 мм в зависимости от грузоподъемности кранов. Ширина пролетов, не имеющих мостовых кранов, равна расстоянию между разбивочными осями.

Минимально допустимая ширина пролетов, определяемая условиями технологии производства (габариты и характер оборудования, система его расстановки, ширина проездов и др.), не всегда экономически целесообразна. Цехи, равновеликие по площади и имеющие одинаковую длину, могут быть мелко-, крупно- и большепролетными. В первом случае цех будет состоять из нескольких относительно нешироких пролетов, в последнем — из меньшего числа пролетов большей ширины. Например, при ширине 72 м цех может иметь 6 пролетов по 12 м или 4 пролета по 18 м, 3 пролета по 24 м, 2 пролета по 36 м и 1 пролет шириной 72 м. Возможны и другие сочетания при различной ширине пролетов (например, 2 пролета по 18 м плюс 3 пролета по 12 м).

При выборе ширины пролетов следует учитывать тенденции развития данной отрасли промышленности, оптимальные возможности изготовления, перевозки и монтажа конструкций покрытия здания, грузоподъемность внутрицехового транспорта и т. д.

Понятно, что большепролетные здания, имея укрупненную сетку осей, отличаются высокой универсальностью в технологическом отношении и позволяют применять для их монтажа крупноразмерные конструкции. Однако необходимо учитывать, что подвесные краны утяжеляют несущие конструкции, а крупнопролетные мостовые краны имеют большие габариты. Окончательный выбор ширины пролетов делают на основе сравнительных технико-экономических расчетов.

Шаг колонн (расстояние между поперечными разбивочными осями) выбирают с учетом габаритов и способа расстановки технологического оборудования, размеров выпускаемых изделий, вида внутрицеховых подъемно-транспортных средств и других факторов. Так, при крупногабаритном оборудовании и больших изделиях шаг колонн назначают по возможности большим, обеспечивая тем самым помещениям технологическую гибкость.

Увеличение шага колонн в большинстве случаев повышает эффективность использования производственных площадей, но усложняет конструкции покрытия и подкрановых путей здания. Поэтому размер шага колонн, увязывая с технологическими требованиями, всегда обосновывают технико-экономическим расчетом. Наиболее распространены шаги колонн 6 и 12 м.

Высота пролетов (расстояние от уровня пола до низа несущих конструкций покрытия) зависит от технологических, санитарно-гигиенических и экономических требований. Складывается она в пролетах с мостовыми кранами из расстояния от уровня пола до верхнего кранового рельса H_1 и расстояния от рельса до низа несущих конструкций покрытия H_2 .

Высоту пролета предварительно определяют суммированием следующих величин: высоты наибольшего технологического оборудования (при небольших его размерах принимают $a \geq 2,3$ м); просвета между верхом наибольшего оборудования и низом перемещаемого груза, поднятого в верхнее положение ($b \geq 0,5$ м); высоты перемещаемых грузов в транспортном положении (α); расстояния от верха транспортируемого изделия до центра крюка ($z \geq 1$ м); расстояния от центра крюка до головки рельса (зависящего от Q крана и принимаемого $d = 0,05—4,8$ м); высоты крана ($A = 0,5—5,9$ м) и просвета между верхом крана и низом несущих конструкций покрытия ($e \geq 0,1$ м).

Определение высоты пролетов бескрановых или с подвесным транспортом не вызывает затруднений. Следует подчеркнуть, что из-за одного какого-либо технологического агрегата, превышающего по высоте остальное оборудование, нецелесообразно увеличивать высоту всего пролета. В таких случаях иногда решают заглубить высокий агрегат или надстраивают над ним башню.

Длину пролетов, которая, как правило, является и длиной цеха, определяют графическим способом — путем расстановки макетов технологического оборудования с соблюдением ширины проездов и проходов или аналитическим способом — делением общей площади цеха, подсчитанной с учетом мощности предприятия, на принятую ширину (как сумму ширины всех пролетов).

Наметив основные размеры пролетов с учетом отмеченных выше требований, выбирают применительно к ним габаритные схемы и разработанные на их основе унифицированные типовые секции.

Одноэтажные здания, как правило, проектируют с параллельно расположенными пролетами одинаковой ширины и высоты. В соответствии с требованиями технологии допускается проектировать здания с пролетами взаимно перпендикулярного направления и разной унифицированной ширины.

При технологической и подтвержденной расчетами экономической целесообразности понижения части параллельных пролетов перепады высот рекомендуется совмещать с продольными температурными швами, а величину понижения принимать краткой 0,6 м (но не менее 1,2 м).

Устраивать перепады целесообразно в тех зданиях, низкие пролеты которых отводят под заготовительные отделения, а высокие — под сборочные. При этом в месте перепада высот пролетов применяют ленточное остекление, что позволяет уменьшить размеры световых фонарей.

При назначении размеров зданий должны быть соблюдены санитарные нормы, предусматривающие на каждого рабочего не менее 15 м^3 объема и не менее $4,5 \text{ м}^2$ площади помещения.

Многовариантность технологических компоновок, предлагаемая при обсуждении проекта специалистами, при обычном проектировании требует массы чертежей. При макетном проектировании эти неудобства отсутствуют и надобность в непроизводительных графических работах отпадает, так как любой предлагаемый вариант получают перестановкой макетов или шаблонов оборудования.

Макетный метод компоновки оборудования с использованием макетов или шаблонов дает возможность упростить решение технических узлов, повысить качество проектов, сократить количество ошибок и время оформления чертежей, получить наглядное представление о технологическом процессе и добиться значительной экономии.

Сущность макетного проектирования состоит в следующем. В определенном масштабе (1:20—1:50) из легкообрабатываемой пластмассы изготовляют макеты станков и агрегатов, зданий и сооружений. Макеты собирают на моделировочных столах с координатной сеткой. Собранные макеты представляют в миниатюре цех перед сдачей в эксплуатацию.

В случае проектирования невысоких зданий большой площади часто вместо макетного метода применяют способ компоновки оборудования с помощью двухкоординатных габаритных шаблонов, изготавливаемых из картона, фанеры или листовой пластмассы. Законченный по методу непрозрачных шаблонов макет фотографируется, после чего на фотографию наносят размеры, надписи и масштаб. Полученный чертеж отвечает требованиям, предъявляемым к обычному рабочему чертежу.

Выбор профиля промышленного здания

Под профилем промышленного здания обычно имеют в виду его поперечное сечение. Определяющими при выборе профиля являются требования технологические, освещенности и воздухообмена, климатические особенности района строительства, уклон крыши.

Влияние технологического процесса на профиль здания сказывается не в меньшей мере, чем на его планировку. В зависимости от технологических требований профиль здания может быть образован одним или несколькими пролетами, имеющими как одинаковую, так и различную высоту. В отдельных случаях пролеты могут иметь различную высоту и длину. Зависимость профиля от технологии хорошо видна в здании ТЭЦ, которое скомпоновано из различных по высоте пролетов (рис. V-3, а).

Для некоторых производств профиль здания в первую очередь определяется условиями освещенности. Так, при недостаточности естественного света через окна на покрытии здания делают надстройки световых фонарей, значительно усложняющие профиль здания.

Производства, требующие равномерно рассеянного естественного освещения без бликов, иногда располагают в зданиях с шедовыми покрытиями придающими зданиям своеобразный и сложный профиль (рис. V-3, б). Наиболее простой профиль имеют здания с зенитными фонарями или с искусственным освещением. Такие здания имеют, как правило, плоскую крышу.

Принятый способ воздухообмена в помещениях также оказывает влияние на профиль здания. Простой и спокойный профиль имеют здания с механической вентиляцией или с кондиционированием воздуха. Профиль таких зданий нарушается лишь отдельными немногочисленными вытяжными шахтами. Однако профиль здания значительно усложняется

при естественной вентиляции помещений, когда на покрытии предусматривают специальные фонари. Еще более сложными являются здания, имеющие активный аэрационный профиль, т. е. когда чередуются высокие и низкие пролеты с фонарными надстройками (см. рис. III-8, е).

К числу климатических факторов, влияющих на профиль здания, следует отнести ветер, количество осадков, температуру, солнечную радиацию и др. Ветер способствует скоплению снега на крыше зданий с сложным профилем. На севере большое значение имеет борьба с тепло-

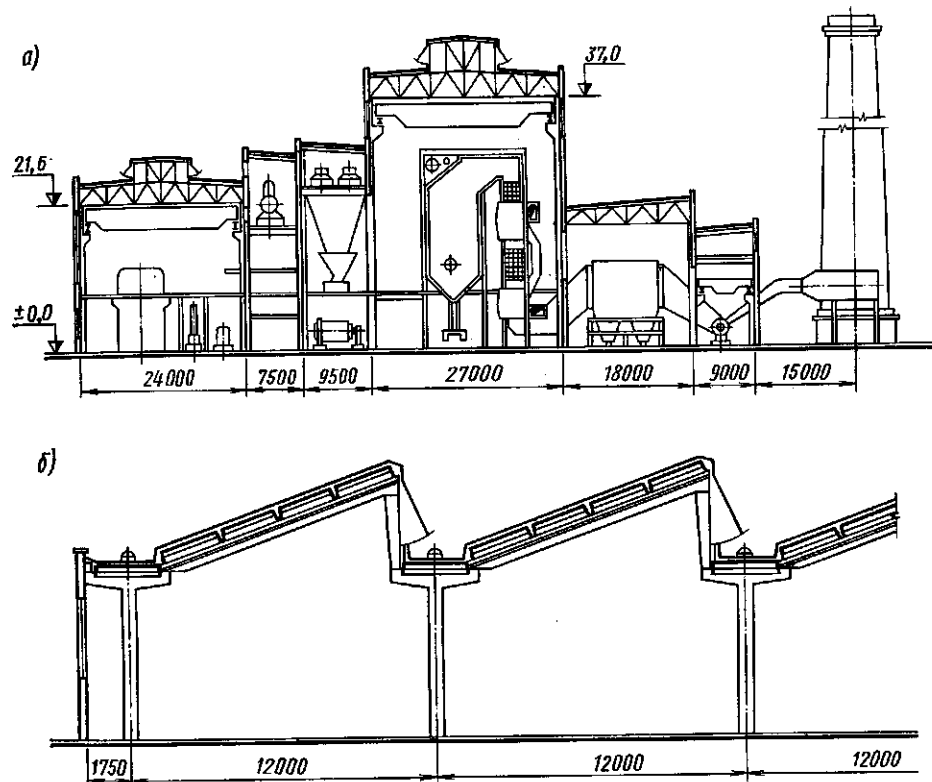


Рис. V-3. Зависимость профиля здания от технологии производства:
а — здание ТЭЦ; б — здание с шеловым покрытием

потерями, поэтому форма зданий, возводимых там, должна быть наиболее компактной. При этом крыша не должна иметь выступов, так как около них образуются завихрения, нарушающие защитную воздушную пленку у поверхности здания. В южных районах целесообразны плоские кровли, которые охлаждаются ночью более интенсивно, чем скатные. Количество осадков часто определяет уклон скатных покрытий зданий.

Зависимость профиля покрытия от материала кровли очевидна. Так, асбестоцементные кровли требуют большего уклона, нежели рулонные, и тем самым вызывают резко выраженный ломаный профиль здания.

Применяемые в промышленном строительстве оболочки, складки, висячие системы и другие прогрессивные конструкции покрытий порождают новые, часто неожиданные профили зданий, которые бывают близки иногда природным формам.

Влияние на профиль здания рельефа участка застройки наблюдается сравнительно редко, например в обогатительных фабриках, отдельные пролеты которых имеют каскадное расположение согласно уклону горы.

Предприятия располагают преимущественно на ровных участках или с небольшим уклоном.

Конструктивные схемы зданий

По конструктивной схеме промышленные здания подразделяют на каркасные, бескаркасные и с неполным каркасом.

В бескаркасных одноэтажных зданиях, имеющих несущие стены, размещают небольшие цехи с пролетами до 12 м, высотой не более 6 м и при грузоподъемности кранов до 5 т. В местах опирания стропильных конструкций стены с внутренней или наружной стороны усиливают пилытрами. Бескаркасные многоэтажные здания строят редко.

Основным типом промышленного здания является каркасное. Это объясняется наличием во многих промышленных зданиях больших сосредоточенных нагрузок, ударов и сотрясений от технологического и кранового оборудования, сплошного или ленточного остекления.

Каркас одноэтажного промышленного здания представляет собой пространственную систему, состоящую из поперечных рам, объединенных в пределах температурного блока плитами покрытия, связями, иногда подстропильными конструкциями и другими элементами.

Поперечные рамы состоят из колонн и стропильных конструкций (ригелей). Способ соединения ригеля с колоннами может быть жестким и шарнирным, а колонн с фундаментами, как правило, — жестким. Шарнирное соединение ригелей с колоннами способствует их независимой типизации.

Применяемый в многоэтажных зданиях сборный железобетонный каркас решается обычно в виде рам с жесткими узлами. Возможно применение рамно-связевой системы, в которой жесткие поперечные рамы воспринимают вертикальные нагрузки, а связи, лестничные клетки и лифтовые шахты — горизонтальные нагрузки, действующие в продольном направлении.

В каркасных зданиях все вертикальные и горизонтальные нагрузки воспринимают элементы каркаса, а стены (самонесущие, навесные и иногда подвесные) выполняют роль ограждения. Наличие каркаса в качестве несущего остова позволяет наилучшим образом обеспечить принцип концентрации высокопрочных строительных материалов в наиболее ответственных несущих конструкциях зданий.

Каркасная конструктивная схема обеспечивает свободную планировку помещений, максимальную унификацию сборных элементов и наи-

более экономичное решение как одноэтажных, так и многоэтажных зданий.

Здания, имеющие два и более пролетов, бескрановые или с кранами небольшой грузоподъемности, иногда проектируют с *неполным каркасом*. В таких зданиях пристенные колонны отсутствуют, а наружные стены выполняют несущие и ограждающие функции.

Открытое расположение технологического оборудования. Технологическое оборудование частично, а иногда полностью размещают вне зданий, т. е. на открытых площадках — преимущественно в нефтеперерабатывающей, химической, металлургической промышленности, на предприятиях строительных материалов, энергетики и т. д. (например, установка крекинга нефти, ректификационные колонны, доменные процессы, газоочистные установки, цементные печи, дробильно-сортировочные установки, котельные агрегаты и т. п.).

Открыто располагать технологическое оборудование рекомендуется в тех случаях, когда здание не предназначено для производства работ, а служит лишь укрытием аппаратов и агрегатов, не требующих постоянного обслуживания, а также на автоматизированных предприятиях с дистанционным управлением процессами и при малой численности обслуживающего персонала.

Для защиты отдельных агрегатов от атмосферных осадков предусматриваются легкие навесы, зонты и козырьки, а обслуживающий персонал и приборы управления производством находятся в закрытых помещениях или в кабинках. Установки защищают от коррозии и климатических воздействий антикоррозионными покрытиями и теплоизоляцией. Последнюю выполняют из минерального войлока, пробковых и ячеистобетонных скорлуп и плит, оклеиваемых снаружи рулонными материалами. В тех случаях, когда на оборудование воздействуют лишь атмосферные осадки, применяют покрытия из пластмасс.

Тяжелое оборудование открытых установок монтируют на фундаментах, а для остального оборудования устраивают металлические или железобетонные каркасы-этажерки с перекрытиями и площадками-мостиками в необходимых местах.

Несмотря на дорогостоящие меры по защите от коррозии и теплозащите оборудования, открытые установки позволяют значительно снизить капитальные затраты (на 10—15%). Кроме того, сокращаются объемы строительных работ и сроки монтажа оборудования, создаются условия для более рационального размещения оборудования и использования рельефа местности, снижаются эксплуатационные расходы. И наконец, облегчается реконструкция предприятий, снижается пожаро- и взрывоопасность производств и облегчается доступ к возможным очагам пожара, создаются безопасные условия труда рабочих, так как производственные вредности поднимаются вверх. Применяемый для обслуживания открытых установок наземный транспорт обладает большей маневренностью, нежели внутрицеховой.

Окончательное решение по размещению технологического оборудования принимают на основе технико-экономических расчетов и с учетом климатических условий района строительства.

Комплекс противопожарных мероприятий, предусматриваемых при проектировании зданий, включает: предупреждение возникновения пожаров, ограничение огня при возникновении пожара, создание условий для эвакуации людей и материальных ценностей из горящего здания и обеспечение условий для быстрой локализации и тушения пожаров.

С целью предупреждения пожаров и ограничения распространения огня предусматривают в первую очередь требуемую степень огнестойкости зданий, принимают нормативные величины площадей между противопожарными преградами и соответствующую нормам этажность зданий.

В зависимости от характеристики обращающихся в ходе технологического процесса веществ производства подразделяют на шесть категорий: взрывопожароопасные (категории А и Б), пожароопасные (категории В, Г и Д) и взрывоопасные (категория Е). При этом наиболее опасными считаются производства категории А, а менее опасными — категории Е.

Строительные материалы и конструкции по возгораемости разделяют на три группы: негораемые, трудносгораемые и сгораемые, а здания по огнестойкости — на пять степеней, каждая из которых характеризуется группой возгораемости и требуемым минимальным пределом огнестойкости их отдельных конструкций. В противопожарных нормах указаны также фактические пределы огнестойкости и группы возгораемости строительных конструкций.

Требуемая степень огнестойкости зданий и сооружений нормируется с учетом категории производства, этажности и площади здания и наличия противопожарных преград.

Наиболее высокие требования по огнестойкости предъявляют к зданиям I степени огнестойкости (все конструкции негораемые), в которых можно размещать производства всех категорий и без ограничения площади между противопожарными преградами. Здания V степени огнестойкости наименее огнестойки, и все их конструкции (кроме противопожарных стен) принимают сгораемыми.

Таким образом, при проектировании зданий последовательно определяют: категорию производства, требуемую степень огнестойкости, требуемые минимальные пределы огнестойкости и группы возгораемости конструкций здания. Фактические пределы огнестойкости и группы возгораемости выбранных конструкций должны быть не ниже требуемых. При необходимости назначают противопожарные преграды (см. гл. XIX).

Если фактические пределы огнестойкости и группы возгораемости конструкций, которыми располагают проектировщики, меньше требуемых по расчету или нормам, то эти величины повышают увеличением толщины конструкций или их защитного слоя, устройством облицовок, штукатурок и т. п.

К другим архитектурно-строительным мероприятиям по предотвращению и распространению пожаров относятся следующие:

зональное расположение зданий и сооружений на территории предприятия, заключающееся в группировке объектов, близких по назначению и пожарной опасности. При зонировании учитывают направление господствующих ветров, размещая наиболее пожароопасные здания по отношению к другим с подветренной стороны;

соблюдение противопожарных разрывов между зданиями, ширину которых принимают в зависимости от степени огнестойкости противостоящих зданий, пожарной опасности производств и наличия противопожарных преград. Эффективность разрывов значительно повышается при засаждении их лиственными породами деревьев;

при размещении в одном здании нескольких производств наиболее опасные из них в отношении пожара и взрыва выгораживают несгораемыми или трудносгораемыми преградами. В одноэтажных зданиях такие производства размещают у наружных стен, а в многоэтажных — на верхних этажах, если тому не препятствует технологический процесс;

при размещении в одном помещении производств различных категорий предусматривают мероприятия, предупреждающие взрыв и распространение огня (герметизация оборудования, местные отсосы, автоматические средства тушения пожара, выполнение взрыво- и пожароопасных работ в изолированных камерах и др.);

в перекрытиях многоэтажных зданий с производствами категорий А, Б и Е предусматривают проемы (открытые или перекрытые решетчатым настилом). Площадь проемов в тех помещениях, в которых применяют газы легче воздуха, должна составлять не менее 15%, а в помещениях с газами тяжелее воздуха — не менее 10% общей площади помещений;

вспомогательные помещения, располагаемые в пристройках, отделяют от производственных несгораемыми стенами (перегородками) с пределом огнестойкости не менее 0,75 ч;

в помещениях без фонарей, в которых размещены производства категорий А, Б и В, предусматривают дымовые вытяжные шахты с ручным и автоматическим открыванием при пожаре. Шахты монтируют из несгораемых или трудносгораемых материалов;

подвальные помещения (при расположении в них производств категории В и складов сгораемых материалов, а также несгораемых материалов в деревянной таре) разделяют стенами на части площадью не менее 3000 м²; при этом глубина каждой части не должна превышать 30 м. В таких помещениях предусматривают окна размерами не менее 0,75 × 1,2 м и общей площадью не менее 0,2% площади пола помещений;

обеспечивают условия безопасной эвакуации из здания людей и материальных ценностей через специальные или производственные выходы; количество, ширину и допускаемые расстояния путей эвакуации и выходов определяют по нормам. Эти пути должны быть прямыми (пересечения и встречные потоки не допускаются);

предусматривают средства для локализации и тушения пожара. С этой целью устраивают пожарный водопровод с гидрантами и спринклерными установками, обеспечивают удобный доступ пожарным командам в опасные места и подъезд пожарных машин к любому объекту;

устраивают молниезащиту сооружений требуемой категории.

Из конструкций, применяемых в промышленном строительстве, наиболее огнестойкими являются каменные и железобетонные. Предел огнестойкости первых повышают увеличением их толщины, вторых, помимо этого, утолщением защитного слоя арматуры, а также облицовкой плитами из материала с низким коэффициентом теплопроводности.

Незащищенные металлические конструкции в условиях пожара имеют незначительную огнестойкость. Потеря несущей способности стальных конструкций происходит при температуре 500—550°. Для повышения предела огнестойкости металлические конструкции облицовывают несгораемыми материалами (бетоном, кирпичом, керамикой, гипсом и др.); обмазывают составами, которые при высокой температуре вспучиваются, образуя высокотеплоизолирующие пенные угольные слои, препятствующие нагреву конструкций.

В зданиях с высокими требованиями пожарной безопасности можно применять водонаполненные металлические конструкции. Наполняют их водой на весь срок эксплуатации или предусматривают автоматическое наполнение водой во время пожара. Циркулирующая в замкнутых профилях вода во время пожара повышает предел огнестойкости металлических конструкций в три раза.

Без нарушения противопожарных требований покрытия многих промышленных зданий можно возводить с деревянными несущими конструкциями (при огнезащитных покрасках и пропитках древесины). Предел огнестойкости деревянных конструкций, особенно большого сечения, обычно превышает предел огнестойкости стальных и железобетонных предварительно-напряженных конструкций.

Огнестойкость деревянных конструкций повышают путем пропитки древесины антипиренами (насыщение ее различными противоогневыми составами) и обработкой огнезащитными красками и обмазками, а также покрытием конструкций несгораемыми листами и штукатуркой.

Опасные в пожарном отношении пластмассовые конструкции защищают от огня облицовкой несгораемыми материалами или при их применении соблюдают особые условия. Так, зенитные фонари из органического стекла должны иметь общую площадь не более 15% площади покрытия. Расстояние между рядами фонарей принимают не менее 3 м, а между фонарями в ряду — не менее 2,2 м.

Эвакуация людей из промышленных зданий

При проектировании и строительстве промышленных зданий обязательно предусматривают пути вынужденной эвакуации людей из помещений на случай пожара или аварии. Время эвакуации, определяющее ее эффективность, назначают по возможности минимальным, чтобы снизить угрозу пожара (аварии) для эвакуирующихся.

Вынужденная эвакуация людей из зданий происходит в условиях высоких температур, задымления и загазованности. Если нет организо-

ванного порядка при движении людей при эвакуации, иногда возникает паника.

Для быстрой и безопасной эвакуации людей необходимы достаточное количество, определенная протяженность и ширина путей эвакуации и эвакуационных выходов.

К путям эвакуации относят проходы, коридоры, фойе, лестницы и туннели, ведущие к эвакуационным выходам и обеспечивающие безопасное движение людей. Пути эвакуации используют и для выноса из помещений технологического оборудования.

Эвакуационными считают выходы, по которым можно выйти:

а) из помещений первого этажа наружу непосредственно (рис. V-4, а) или через коридор, вестибюль, лестничную клетку;

б) из помещений любого этажа, кроме первого, в коридор или проход (рис. V-4, б, в), ведущий к лестничной клетке, или на лестничную клетку, имеющую выход непосредственно наружу или через вестибюль, отделенный от коридоров перегородками с дверями;

в) из одного помещения в другие на том же этаже, обеспеченные выходами, указанными в пунктах «а» и «б».

Через помещения с производствами категорий А, Б и Е, а также через здания IV и V степеней огнестойкости эвакуационные выходы не предусматривают. Эвакуационные выходы через ворота для железнодорожного транспорта в расчет не принимают, так как при пожаре они могут быть загорожены. Лифты, эскалаторы и другие механические средства передвижения людей в расчет также не принимают — они выходят из строя при отключении электроэнергии. Количество эвакуационных выходов из производственных зданий проектируют, как правило, не менее двух. Размещают эти выходы рассредоточенно, по возможности в противоположных сторонах.

Предусматривать одну дверь, ведущую к эвакуационным выходам из помещений, расположенных на любом этаже, допускается с числом работающих не более 5 человек при площади пола не более 110 м^2 с производствами категорий А, Б и Е; не более 25 человек при площади не более 300 м^2 с производствами категории В; не более 50 человек при площади не более 600 м^2 с производствами категорий Г и Д.

Из помещений всех верхних этажей в качестве второго эвакуационного выхода иногда предусматривают наружные лестницы шириной не менее $0,7 \text{ м}$ с уклоном до 45° и с ограждением высотой не менее $0,8 \text{ м}$. Количество работающих в указанных помещениях не должно превышать 15 человек в зданиях с производствами категорий А, Б и Е, 50 человек в зданиях с производствами категории В и 100 человек в зданиях с производствами категорий Г и Д.

Эвакуационные выходы из подвалов можно проектировать в помещения первого этажа с производствами категорий Г и Д. Если площадь подвала менее 300 м^2 , допускают один эвакуационный выход, а при $300-1000 \text{ м}^2$ — не менее двух.

В промышленных зданиях нормируются размеры путей эвакуации и эвакуационных выходов. Протяженность путей эвакуации, зависящую от категории производства по пожарной опасности и степени огнестой-

кости зданий, определяют по табл. V-3. Чем выше степень огнестойкости зданий, тем протяженность путей эвакуации при прочих равных условиях будет больше.

В современных заблокированных зданиях с их большой площадью застройки длина путей эвакуации часто превышает нормативную величину. Поэтому в таких зданиях предусматривают туннели или крытые коридоры, ведущие за пределы здания; их оборудуют тамбурами-шлюзами. Расстояние от рабочих мест до тамбура-шлюза должно быть не более нормативного.

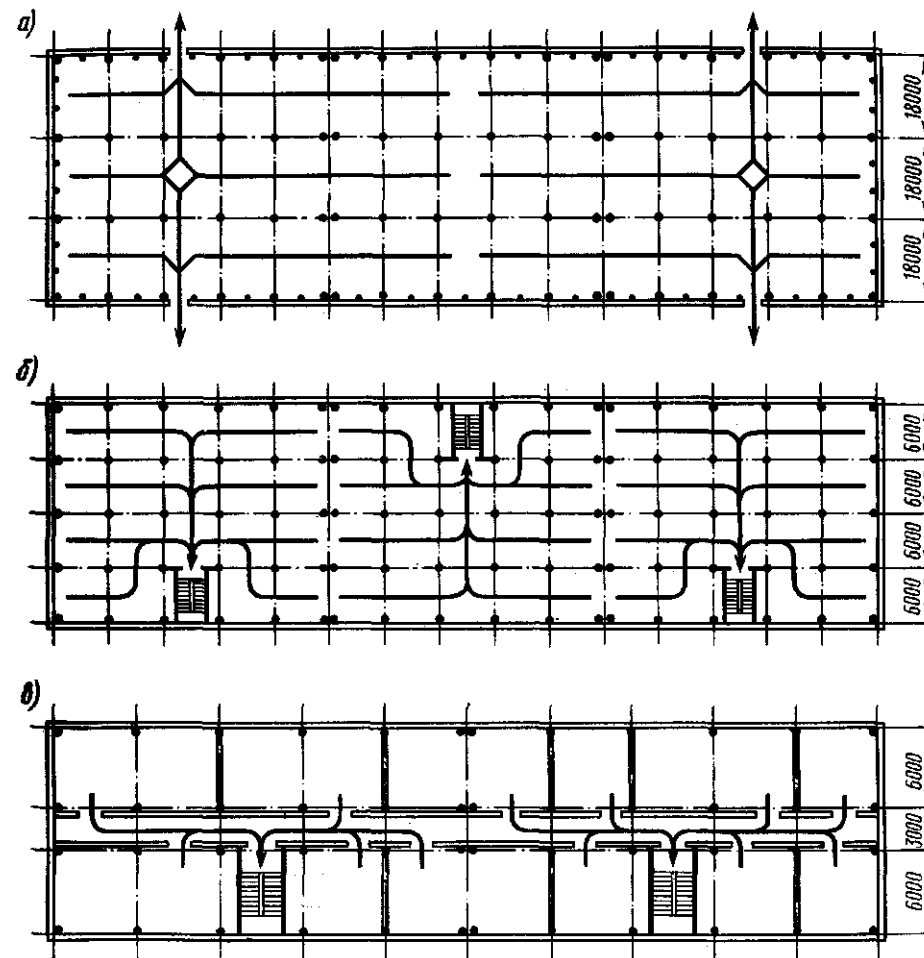


Рис. V-4. Эвакуационные выходы:

а — из одноэтажного здания непосредственно наружу; б — из многоэтажного здания в лестничные клетки; в — из помещений многоэтажного здания в коридор, ведущий к лестничным клеткам

Таблица V-3

Расстояния от наиболее удаленного рабочего места до ближайшего эвакуационного выхода

Категория производства	Степень огнестойкости зданий	Расстояние до эвакуационного выхода, м		
		одноэтажные здания	двухэтажные здания	в три этажа и более
А	I и II	50	40	40
Б	I и II	100	75	75
В	I и II	100	75	75
	III	80	60	60
	IV	50	30	—
	V	50	—	—
	Г	I и II	100	Не ограничивается
Д	III	50	60	—
	IV	50	40	—
	V	50	—	—
	Г	100	Не ограничивается	75
	III	60	75	—
Е	IV	50	50	—
	V	50	40	—
	См. примечание 1	100	80	75

Примечания: 1. Основные конструкции зданий категории Е проектируют несгораемыми с нормируемым пределом огнестойкости.
2. Расчетную длину пути эвакуации по внутренней открытой лестнице принимают равной утроенной высоте этой лестницы.
3. В расстояния, указанные в таблице, включают длину пути по коридору.
4. Из коридора устраивают, как правило, не менее двух эвакуационных выходов. Для помещения с выходом в тупиковый коридор расстояние от двери до ближайшего выхода непосредственно наружу, в вестибюль или на лестничную клетку принимают не более 25 м.

Суммарную ширину маршей лестничных клеток в зависимости от количества людей, находящихся на наиболее населенном этаже, кроме первого, а также ширину дверей, коридоров или проходов на путях эвакуации во всех этажах принимают из расчета не менее 0,6 м на 100 человек. Для производственных зданий предельную ширину проходов, коридоров, дверей, маршей и площадок лестниц, предназначенных для эвакуации, принимают по табл. V-4.

Таблица V-4

Предельная ширина проходов, коридоров, дверей, маршей и площадок лестниц

Наименование	Ширина, м	
	наименьшая	наибольшая
Проходы	1,0	По расчету
Коридоры	1,4	То же
Двери	0,8	2,4
Марши	1,05	2,4
Площадки лестниц	1,05	По расчету

Потоки людей должны иметь по возможности прямое направление и без пересечения другого потока. Двери на путях эвакуации должны открываться по направлению выхода из здания.

Особенности решений промышленных зданий с особыми производственными режимами

В современном промышленном строительстве все более выявляется тенденция к возведению зданий, объемно-планировочное и конструктивное решение которых мало зависит от характера протекающего в них технологического процесса. В первую очередь это относится к производствам с нормальным температурно-влажностным режимом. Внедрение таких зданий является следствием межотраслевой типизации и унификации зданий и применения УТС и УТП.

Вместе с тем многим отраслям промышленности присущи специфические особенности производства, которые необходимо учитывать при проектировании зданий с целью повышения их долговечности и эксплуатационной надежности и создания благоприятных условий труда. К таким особенностям относятся:

повышенные и высокие тепловыделения в лучистом и конвекционном виде, импульсный характер нагрева конструкций;

повышенная и высокая влажность внутренней среды здания или непосредственное воздействие воды на конструкции;

химическая агрессивность среды производства, источниками которой могут быть газы, пыль, пар, кислоты, щелочи, масла и пр.;

значительные сотрясения и вибрации от технологического оборудования (прессов, молотов, двигателей, мостовых кранов);

высокий уровень производственного шума и необходимость повышенной изоляции от внешних воздействий (пыли, влаги, шума и др.);

условия и качества освещенности (естественная, искусственная или смешанная) и т. д.

Специальные мероприятия, предусматриваемые при разработке технологической части проекта, позволяют частично уменьшить влияние производства на конструкции здания. Однако чаще перечисленные особенности и условия производств нужно учитывать в объемно-планировочном и конструктивном решениях промышленных зданий.

В цехах металлургической промышленности, имеющих плавильные и нагревательные печи (например, конвертерные, мартеновские, прокатные), происходят большие избыточные выделения лучистого и конвекционного тепла, а также газа, пыли и пара.

Для создания нормальных санитарно-гигиенических условий в стенах и покрытиях таких цехов предусматривают большое количество приточных и вытяжных проемов, а прокатные производства часто размещают в зданиях с П- и Ш-образной планировкой (с полузамкнутыми дворами). Большой периметр наружных стен, являясь недостатком для зданий

вообще, здесь играет положительную роль, позволяя предусмотреть большую площадь воздухообменных отверстий.

Зданиям горячих цехов иногда придают активный аэрационный профиль, способствующий лучшему удалению избыточного тепла, а их ограждения проектируют с возможно меньшим термическим сопротивлением. Горячими считают цехи, в которых удельные тепловыделения составляют $20 \text{ ккал/м}^3 \cdot \text{ч}$ ($23,3 \text{ Вт/м}^3$) и более.

На участках горячих цехов с интенсивным действием лучистого тепла происходит односторонний нагрев конструкций, который к тому же носит циклический характер, связанный, например, с периодичностью процессов прокатки или разгрузки нагревательных колодцев и печей. В этих условиях возможны случаи разрушения конструкций из-за неравномерных деформаций по сечению элементов, расшатывания структуры бетона, нарушения сцепления бетона с арматурой и других причин. На таких участках конструкции предохраняют от перегрева устройством экранов или защитных оболочек, а также выбирают для них надлежащие материалы.

В мокрых и влажных цехах (таковы многие отделения текстильных, кожевенных, бумажных, рудообогатительных и пищевых предприятий) в ходе технологического процесса выделяется или потребляется много воды, что также нужно учитывать в объемно-планировочных и конструктивных решениях зданий. В частности, отделения с наибольшими влаговыделениями располагают вдали от наружных стен и выделяют выгораживающими перегородками.

Для предупреждения конденсации водяных паров и образования капели, которые могут повредить конструкции и вызвать порчу продукции, ограждающие элементы в этих цехах должны иметь повышенное термическое сопротивление. Несущие и ограждающие конструкции выполняют из влагостойких материалов или покрывают водоотталкивающими составами. С целью предохранения подземных частей здания полы делают водонепроницаемые.

Большинству цехов химической промышленности свойственна агрессивность среды производства, определяемая видом и концентрацией производственных выделений, активностью и способом воздействия на конструкции (непосредственное, через воздушную среду). Конструкции в таких зданиях должны удовлетворять требованиям не только прочности, но и физико-химической стойкости в агрессивной среде. С этой целью применяют стойкие к действию этих сред материалы и рациональные конструктивные формы, а коррозионно нестойкие элементы здания соответственно защищают.

Некоторые производства химической промышленности взрывоопасны вследствие переработки горючих материалов или образования недопустимо высоких концентраций отдельных пылевидных веществ. Поскольку вероятность взрыва уменьшается с увеличением объема воздуха, для таких производств предусматривают большие помещения павильонного типа, не разделенные перекрытиями и перегородками. Для уменьшения последствий взрыва ограждающие элементы зданий выполняют конструктивно легкобрасываемыми.

Ярко выраженной спецификой технологических процессов отличаются предприятия радиоэлектроники и приборостроения, что вызывает необычную конструкцию таких зданий. Указанные производства располагают в герметических корпусах, исключающих проникновение в помещения мельчайшей пыли, паров кислот и щелочей. В них недопустимы вибрации и колебания температуры и влажности воздуха.

Заданные параметры воздушной среды поддерживают в таких зданиях системой кондиционеров. Входы в рабочие помещения делают через шлюзы с обдувочными устройствами. В герметических помещениях предусматривают подвесные потолки.

Специфические особенности всех многочисленных производств, так или иначе влияющих на объемно-планировочное и конструктивное решения зданий, рассмотреть в данной книге не представляется возможным. Отметим лишь, что эти особенности должны указываться в заданиях на проектирование.

Технико-экономическая оценка зданий

Разместить одно и то же производство можно в зданиях с различными объемно-планировочными и конструктивными решениями. Заданные санитарно-гигиенические и бытовые условия также могут быть достигнуты несколькими способами. Задачей проектировщиков является выбор такого варианта из намеченных, при котором производство продукции, максимально удовлетворяя всем условиям, отвечало бы требованиям экономической эффективности использования средств.

По каждому намеченному варианту проектируемого здания составляют технико-экономические показатели, сопоставляя которые выбирают самый эффективный из них. В отдельных случаях показатели сравнивают с эталоном аналогичного производства или с данными действующих предприятий.

Технико-экономическую оценку объемно-планировочных и конструктивных решений промышленных зданий производят по указанным ниже характеристикам, исчисляемым отдельно для производственных и административно-бытовых помещений.

1. Полезную площадь P_n определяют как сумму площадей всех этажей, измеренных в пределах внутренних поверхностей наружных стен, за вычетом площадей лестничных клеток, шахт, внутренних стен, опор и перегородок. В полезную площадь производственного здания включают площади антресолей, этажерок, обслуживающих площадок и эстакад.

2. Рабочую площадь P_p производственного здания определяют как сумму площадей помещений, располагаемых на всех этажах, а также на антресолях, обслуживающих площадках, этажерках и прочих помещениях, предназначенных для изготовления продукции. В рабочую площадь бытовых помещений включают площади помещений, предназначенных для обслуживания рабочих (гардеробные, душевые, уборные, умывальные, курительные и т. д.).

3. Площадь застройки P_z определяется в пределах внешнего периметра наружных стен на уровне цоколя зданий.

4. Конструктивную площадь P_k определяют как сумму площадей сечения всех конструктивных элементов в плане здания (колонн, стен, перегородок).

5. Подсчитывают площадь наружных стен и вертикальных ограждений фонарей P_c .

6. Объем здания O исчисляется умножением измеренной по внешней контуре площади поперечного сечения (включая фонари) на длину здания (между внешними гранями торцовых стен). Объем подвальных и полуподвальных этажей исчисляют умножением площади застройки на высоту этих этажей.

7. Определяют стоимость здания (C), затраты труда на возведение (Z), массу здания (B), расход основных строительных материалов (M), объем сборного железобетона ($Ж$).

Указанные характеристики подсчитывают для всех вариантов проектируемого здания. Для анализа и окончательного выбора наиболее экономичного из вариантов определяют показатели K_1, K_2, \dots, K_9 .

Коэффициент K_1 , характеризующий экономичность объемно-планировочного решения, вычисляют как отношение объема здания к полезной площади. Чем ниже значение этого показателя, тем экономичнее объемно-планировочное решение здания.

Коэффициент K_2 , характеризующий целесообразность планировки, определяют отношением рабочей площади к полезной. Чем выше значение K_2 , тем экономичнее планировка.

Коэффициент K_3 , характеризующий насыщение плана здания строительными конструкциями, определяют отношением конструктивной площади к площади застройки. Чем ниже этот показатель, тем экономичнее решение.

Коэффициент K_4 характеризует экономичность формы здания и определяется отношением площади наружных стен и вертикальных ограждений фонарей к полезной площади. Чем ниже значение K_4 , тем экономичнее форма здания.

Коэффициент K_5 выражает стоимость единицы рабочей площади или объема здания.

Коэффициент K_6 характеризует расход основных материалов на единицу рабочей площади или объема здания (металла и цемента в кг, бетона и железобетона в m^3 , леса в m^3 в переводе на круглый лес и других материалов).

Коэффициент K_7 отражает экономичность конструктивного решения здания и определяется отношением массы здания к единице рабочей площади или объема.

Коэффициент K_8 характеризует трудоемкость, приходящуюся на единицу площади или объема здания.

Коэффициент K_9 отражает сборность здания и определяется отношением стоимости сборных конструкций и их монтажа к общей стоимости здания.

VI УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ПРОМЫШЛЕННЫЕ ЗДАНИЯ

Особенности универсальных зданий

Объемно-планировочное и конструктивное решения промышленного здания, как отмечалось, определяются характером технологического процесса. Изменения технологии, вызываемые совершенствованием способов производства и оборудования, сменой номенклатуры и повышением требований к качеству продукции, а также экономическими факторами, часто влекут за собой переустройства зданий заводских цехов.

В современном производстве в различных отраслях промышленности периоды модернизации технологии колеблются в пределах от 2—3 до 20—25 лет. При этом часто изменяются и габариты технологического оборудования.

Следовательно, промышленные здания, запроектированные только на заданный технологический процесс, в результате непрерывного технического прогресса через несколько лет требуется реконструировать. При этом неизбежны большие материальные затраты, а отдельные цехи выходят на долгое время из эксплуатации.

Переустройства и реконструкция зданий для приспособления их к измененной технологии производства часто необходимы и в тех случаях, когда здания еще имеют нормальное физическое состояние и могли бы служить десятки лет. Иначе говоря, здание, перестав удовлетворять требованиям новой технологии производства, считается морально устаревшим или изношенным.

Срок морального износа промышленного здания (период соответствия его модернизированному производству) можно определить ориентировочно на основе анализа развития данного производства с учетом темпов развития промышленности в будущем. Срок физического износа здания подсчитывают более точно, так как он регламентируется степенью капитальности здания. Наиболее экономичными здания будут в том случае, когда предельно сближены сроки их морального и физического износа. После этого периода эксплуатации здание должно подлежать сносу или коренной реконструкции.

При современных темпах развития социалистической промышленности наиболее целесообразны здания, легко приспособляемые к изменениям технологии производства или позволяющие размещать в них различные производства без нарушения архитектурно-строительной основы. Такие здания, впервые разработанные советскими инженерами, получили название «гибких» или универсальных. Универсальные промышленные здания практически не претерпевают морального износа и поэтому их проектируют высокой капитальности, обеспечивающей длительный срок эксплуатации.

Главной особенностью гибких или универсальных зданий является укрупненная сетка колонн. Меньшее количество внутренних опор позволяет облегчить процесс модернизации технологии, расставлять оборудование более экономно, организовать технологический поток вдоль или поперек пролетов, улучшить условия труда в цехах. Кроме того, резкое уменьшение количества несущих элементов здания позволяет уменьшить трудоемкость и сократить сроки строительства, а в отдельных случаях и снизить стоимость зданий (табл. VI-1).

Таблица VI-1

Количество сборных несущих конструкций здания при различных сетках колонн

Конструктивные элементы	Сетка колонн, м				
	6×12	6×18	12×12	12×18	12×24
Фундаменты	187	141	91	73	58
Фундаментные балки	72	72	36	36	36
Колонны	187	141	91	73	58
Стропильные фермы	150	100	78	52	39
Подкрановые балки	288	192	144	96	78
Итого	884	646	440	330	269

Примечание. Данные приведены для здания размером в плане 72×144 м, оборудованного мостовыми кранами (фахверк отсутствует).

Экономия площади при укрупнении сетки колонн зависит от габаритов станочного оборудования. Если для производства с мелким оборудованием такая экономия незначительна, то в зданиях с крупногабаритным оборудованием укрупнение сетки колонн экономит до 20% площади.

Замена сетки колонн 6×6 м сеткой 6×12 м в многоэтажных зданиях приборостроительных и радиоэлектронных предприятий позволяет при лучшем размещении технологического процесса увеличить съём продукции с той же площади в среднем на 12%, а сеткой 6×18 м — на 20—25%.

Исходным фактором при выборе сетки колонн является степень требуемой технологической маневренности производства, которая зависит от габаритов оборудования и выпускаемых изделий — от «динамичности» производства.

По степени гибкости одноэтажные универсальные здания можно разделить на три группы:

малой гибкости с сеткой колонн 12×12 и 12×18 м;

средней гибкости с сеткой колонн 12×24, 12×30, 18×18, 18×24 и 18×30 м;

большой гибкости с сеткой колонн 12×36, 12×48, 12×60, 18×36, 18×48, 18×60, 24×24, 24×30, 24×36, 24×48, 24×60, 36×36, 36×48, 36×60, 48×48, 48×60, 60×60 м и более.

В многоэтажных универсальных зданиях целесообразно применять сетки колонн 6×12, 6×18, 6×24, 9×9, 9×18, 9×24, 12×12, 12×18, 12×24, 12×36, 18×18, 18×24, 18×36, 18×48 м и более.

Универсальные здания оборудуют преимущественно подвесным транспортом. Так как мостовые краны передвигаются лишь вдоль пролетов, в большинстве случаев они неприемлемы для универсальных зданий, одним из преимуществ которых является возможность организации технологического потока в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

Замена мостовых кранов подвесным транспортом приводит к экономии материалов и снижению стоимости здания (табл. VI-2).

Таблица VI-2

Технико-экономические показатели зданий с железобетонным каркасом, мостовыми и подвесными кранами на 1 м² пола

Сетка колонн, м	Здания с мостовыми кранами				Здания с подвесными кранами			
	бетон, см	сталь, кг	стоимость, руб	трудоемкость монтажа, чел-ч	бетон, см	сталь, кг	стоимость, руб	трудоемкость монтажа, чел-ч
12×24	24,2	43,8	20,0	1,27	15,2	25,6	14,5	1,17
18×24	21,9	55,0	20,7	1,28	15,5	27,2	15,4	1,12
24×24	22,3	65,0	23,1	1,35	17,0	29,3	16,9	1,07
12×36	22,1	42,6	20,2	1,12	16,2	27,1	16,4	1,12
18×36	20,6	30,0	21,5	1,11	16,8	29,3	17,5	1,16

Примечания: 1. Показатели включают все элементы каркаса здания.
2. Показатели подсчитаны для среднего температурного блока размером 72×72 м при высоте 16,2 м — для зданий с мостовыми кранами и 7,2 м — для зданий с подвесным транспортом.
3. Подкрановые балки стальные под краны грузоподъемностью 30 т; подвесной транспорт имеет грузоподъемность 3 т.

В универсальных зданиях целесообразно применять и напольный транспорт.

Наличие внутри универсальных зданий преимущественно подвесного подъемно-транспортного оборудования и необходимость движения его во взаимно перпендикулярных направлениях предопределяет одинаковую высоту всех пролетов здания или большинства их. Простой и спокойный профиль таких зданий способствует их типизации, унификации конструкций, снижению стоимости строительства и эксплуатационных расходов.

«Гибкие» здания для производств с быстро изменяемой технологией иногда целесообразно проектировать с резервом высоты или с легко регулируемые по высоте подвесными потолками для установки более высокого оборудования.

В обычных зданиях под технологическое оборудование предусматриваются индивидуальные фундаменты, и перестановка оборудования

сопряжена с трудоемкими и дорогими работами по переустройству фундаментов. В универсальных зданиях целесообразнее предусматривать сплошную фундаментную плиту, которая позволяет располагать оборудование в любом месте плана. Фундаментные плиты можно выполнять из монолитного или сборно-монолитного железобетона. В них предусматривают часто расположенные отверстия для анкерки оборудования. Толщина плиты определяется расчетом и находится в пределах 150—300 мм. В местах опирания колонн плиты утолщают на 150—200 мм.

Легкое технологическое оборудование можно устанавливать непосредственно на плиту, тяжелое — через стальную раму, а прецизионные станки — на виброизоляционных прокладках. При устройстве фундаментной плиты вокруг здания необходимо предусматривать утепленную отсыпку.

Замена индивидуальных фундаментов под оборудование и колонны сплошной плитой позволяет уменьшить объем работ нулевого цикла, эффективнее использовать строительные механизмы, тогда как расход бетона обычно увеличивается незначительно.

Ниже рассмотрены основные типы универсальных зданий и пути их совершенствования применительно к отдельным отраслям промышленности.

Универсальные здания для машиностроительных производств

Основным типом здания для большинства машиностроительных производств является одноэтажный сблокированный корпус с одинаковой высотой всех или большинства пролетов и с сеткой колонн 12×18, 12×24 м и более. Объемно-планировочное и конструктивное решение зданий с указанными сетками колонн является типично пролетным.

Для таких зданий характерно оборудование пролетов мостовыми кранами, допускающими ход технологического процесса в одном продольном направлении, и наличие напольных средств транспорта (тележек, вагонеток).

Как показывают исследования, для многих крановых цехов укрупнение шага колонн дает больший эффект, нежели увеличение ширины пролетов, так как в последнем случае ухудшается транспортное обслуживание производственных линий. Поэтому наряду со зданиями пролетного типа для машиностроительных производств универсальными являются и здания с квадратной сеткой колонн (12×12, 18×18, 24×24 м и более) и перекрестным движением подвешного или напольного транспорта.

В зданиях с квадратной сеткой колонн отпадает необходимость в поперечных пролетах, сокращается число колонн, создаются возможности развертывания технологических операций во взаимно перпендикулярных направлениях; лучше используется полезная площадь цеха (на 3—10%) и облегчается унификация конструкций покрытия.

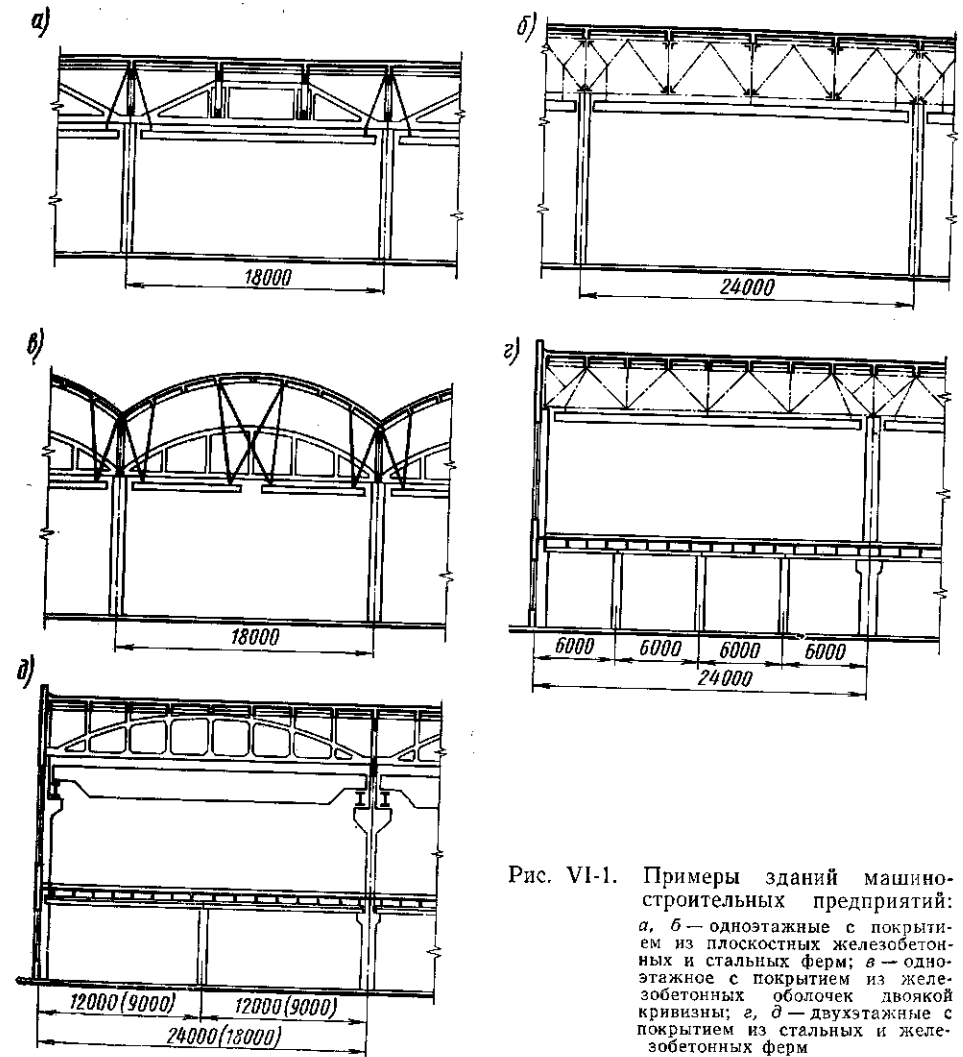


Рис. VI-1. Примеры зданий машиностроительных предприятий:
а, б — одноэтажные с покрытием из плоскостных железобетонных и стальных ферм; в — одноэтажное с покрытием из железобетонных оболочек двойкой кривизны; г, д — двухэтажные с покрытием из стальных и железобетонных ферм

Покрытия зданий с квадратной сеткой колонн устраивают из плоскостных или пространственных систем. В первом случае применяют системы перекрестных железобетонных или стальных ферм (рис. VI-1, а, б), во втором — железобетонные оболочки (рис. VI-1, в).

Из железобетонных ферм покрытий предпочтение отдают безраскосным. Они просты в изготовлении и позволяют лучше использовать межферменное пространство. Более простое решение имеет покрытие со стальными фермами. При системе перекрестных ферм можно применять типовые конструкции, светоаэрационные фонари и подвешной транспорт.

Покрытия из оболочек несколько увеличивают объем здания и усложняют его профиль.

Общая оценка экономической эффективности зданий с квадратной сеткой колонн (КСК) и при покрытии с перекрестной системой из ферм дана в табл. VI-3.

Таблица VI-3

Сопоставление затрат на общестроительные работы здания с квадратной сеткой колонн и аналога

Конструктивные элементы и работы	Стоимость в руб/м ² площади здания			
	в деле		в том числе конструкций	
	аналог	КСК	аналог	КСК
Земляные работы	0,5	0,2	—	—
Фундаменты	2,54	1,02	—	—
Фундаментные балки	0,14	0,12	0,11	0,1
Колонны железобетонные	3,26	1,77	2,36	1,26
Фермы и связи по фермам	5,87	7,24	4,67	5,46
Плиты покрытий	4,84	3,81	3,85	3,14
Фонари	2,3	2,28	1,15	0,45
Кровля	6,62	7,87	—	—
Подкрановые пути	5,46	2,5	3,71	1,66
Связи по подкрановым балкам	0,27	—	0,19	—
Итого	31,8	26,8	16,04	12,07

Удорожание покрытия с перекрестной системой ферм компенсируется удешевлением фундаментов, колонн и прочих элементов. Внедрение в строительство более экономичных конструкций покрытий повысит целесообразность применения квадратной сетки колонн.

В некоторых отраслях машиностроения сооружают двухэтажные здания (или одноэтажные с цокольным этажом). На первом (цокольном) этаже, имеющем сетку колонн от 6×6 до 12×12 м, размещают подсобные, вспомогательные и складские отделения, вентиляционные установки, инженерные коммуникации и средства непрерывного транспорта.

Основной этаж с сеткой колонн 12×18, 12×24 м и более, освобожденный от второстепенных элементов и предназначенный только для производственных помещений, отвечает требованиям технологической гибкости. Междуетажные перекрытия монтируют из типовых железобетонных конструкций (ригелей и плит). Такие здания сооружают без кранов, с подвесными и мостовыми кранами (рис. VI-1, з, д).

Двухэтажные здания, площадь застройки которых меньше на 30—50% одноэтажных, позволяют эффективнее использовать объем, компактнее расположить оборудование и укоротить технологические связи, в них не требуется подвалов и подпольных каналов, стоимость таких

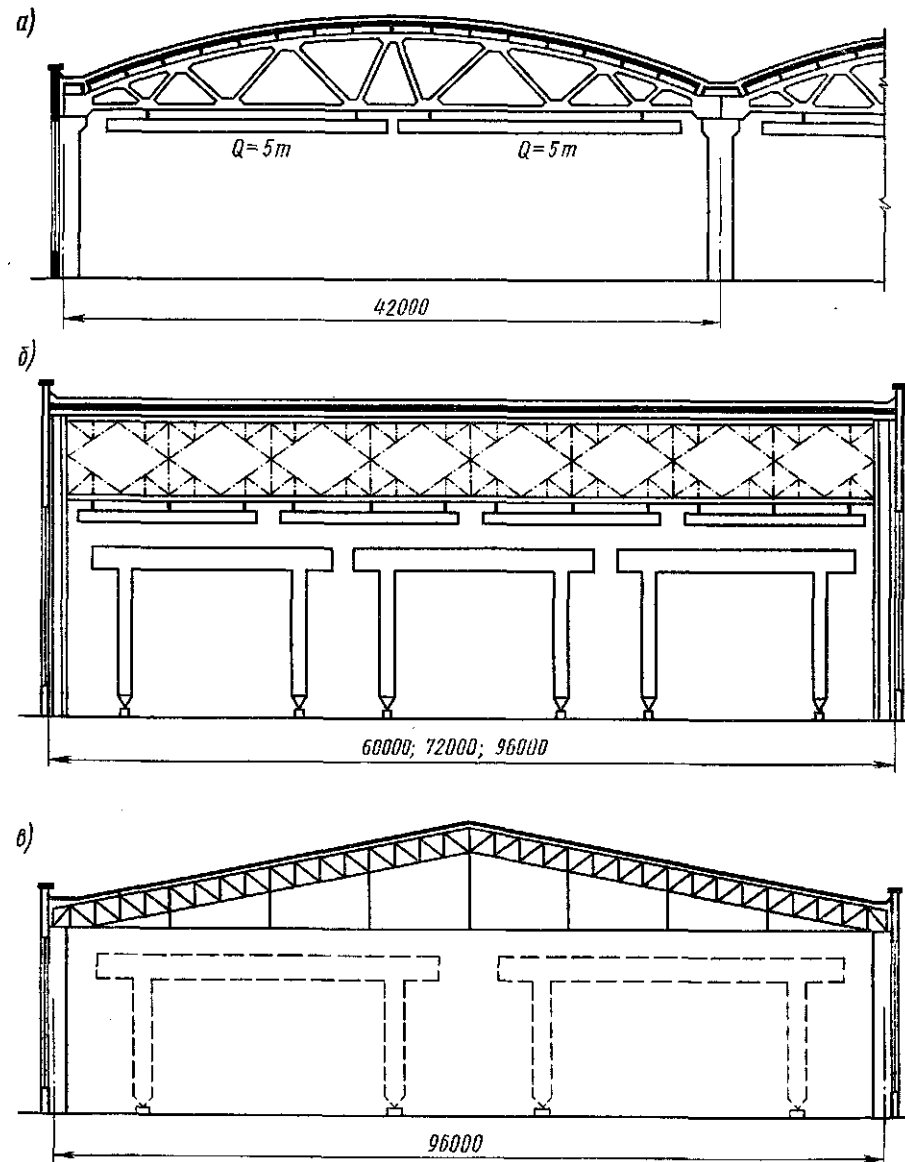


Рис. VI-2. Примеры большепролетных универсальных зданий: а — для машиностроительных производств; б, в — для производств тяжелой промышленности

зданий на 5—10% меньше, в них можно улучшить интерьеры помещений.

Технологическое оборудование в двухэтажных зданиях устанавливается непосредственно на перекрытие, благодаря чему облегчается его перестановка при модернизации производства.

На рис. VI-2, а изображено универсальное здание для различных отраслей машиностроения. Здание с шагом колонн 12 м имеет два пролета шириной по 42 м. Покрытие состоит из преднапряженных железобетонных ферм пролетом 42 м и монолитно связанных с ними панелей размером 12×3 м. Конструкция покрытия работает как пространственная.

Универсальные здания основных цехов черной металлургии

Быстрый моральный износ зданий тяжелой промышленности нередко вызывается недостаточной мощностью подкрановых балок и колонн.

До недавнего времени выплавка стали в мартеновских цехах производилась в печах с садкой 80, 100 и 250 т; в настоящее же время емкость печей составляет 500, 900 т и более. С увеличением емкости печей потребовалось увеличить шаг колонн до 42—48 м, а грузоподъемности мостовых кранов — до 350—500 т. Были увеличены также пролеты и высота.

Дальнейшее увеличение емкости печей при существующем объемно-планировочном решении мартеновских цехов (наличие печного, разливающего и шихтового пролетов, установка печей между колоннами среднего ряда) затрудняется из-за нецелесообразности увеличения пролетов мостовых кранов большой грузоподъемности. Увеличение собственной массы кранов снижает коэффициент их полезного действия, удорожая транспортные операции. При этом требуется большой расход стали (более 1000 кг/м²).

В некоторых цехах тяжелого машиностроения, где грузоподъемность кранов достигает 500 т, иногда их располагают в два или три яруса, что значительно увеличивает высоту зданий.

Несмотря на сложность и специфику технологии сталелитейно-прокатного производства на металлургических заводах целесообразно блокировать отдельные цехи, создавать здания простой конфигурации в плане, применять укрупненные сетки колонн и незначительное число перепадов высот смежных пролетов.

Применение установок непрерывной разливки стали позволяет отказаться от цехов изложниц, стрипперных, нагревательных колодцев, обжимных и блокировать сталеплавильное и прокатное производство.

Некоторая универсальность зданий черной металлургии, унификация строительных параметров и сокращение числа типоразмеров конструкций могут быть достигнуты на основе применения укрупненных сеток колонн: 24×30, 30×30, 30×36 и 36×36 м. Технологический процесс в таких зданиях может обслуживаться кранами, перемещающимися по подкосным эстакадам.

Дальнейшее совершенствование зданий черной металлургии воз-

можно при отказе от традиционных объемно-планировочных решений цехов и переходе на строительство большепролетных универсальных корпусов с шириной пролетов 60, 72, 96 и 108 м, оборудованных козловыми кранами, подвесным транспортом, транспортерами или напольными погрузчиками. Покрытия в таких зданиях можно выполнять из жестких перекрестных или вантовых ферм или других пространственных систем (рис. VI-2, б, в).

Конструкции зданий черной металлургии должны отвечать условиям работы в агрессивной (главным образом высокотемпературной) среде.

Универсальные здания химической промышленности

Для многих производств химической промышленности, отличающихся большим разнообразием технологических процессов, целесообразен переход от линейного к пространственному расположению оборудования.

Пространственному размещению технологических процессов удовлетворяют одноэтажные универсальные здания павильонного типа, имеющие укрупненную сетку колонн (12×24, 12×30 и 12×36 м) и высо-

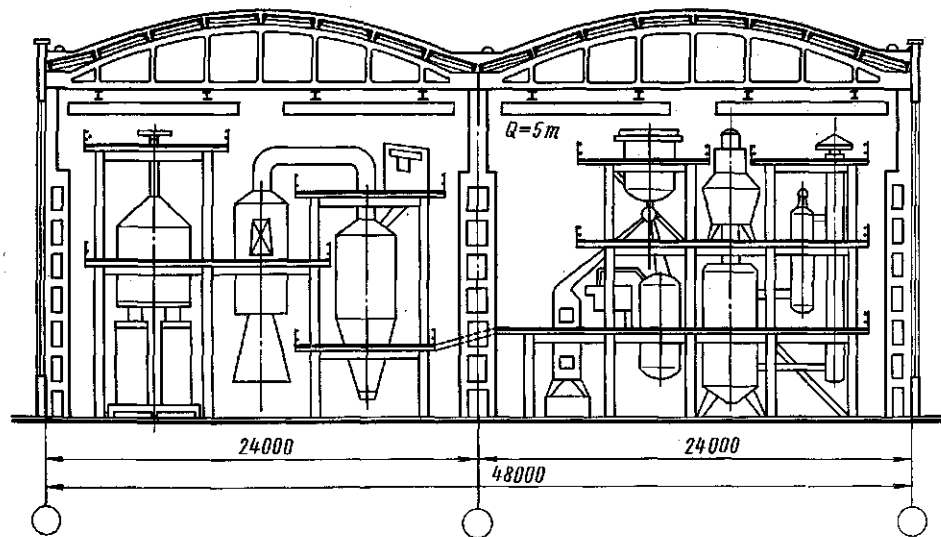


Рис. VI-3. Здание павильонного типа для химических производств

ту от 8 до 25 м. Оборудование в таких зданиях устанавливают на собственных фундаментах или этажерках, не связанных с конструкциями здания (рис. VI-3). Этажерки выполняют из стальных или железобетонных сборно-разборных конструкций. Такие здания оборудуют подвесным, пневматическим или напольным транспортом.

Несущие и ограждающие конструкции павильонных зданий выполняют из сборного железобетона. Фонарные надстройки в большинстве

случаев отсутствуют. При сложном переплетении технологических установок и коммуникаций, когда боковой естественный свет не может в достаточной мере проникнуть в глубину помещений, предусматривают искусственное освещение или фонари-иллюминаторы.

Здания павильонного типа имеют много преимуществ. Они обеспечивают блокирование основных и подсобных производств, облегчают модернизацию технологических процессов без изменения конструкции здания, являются менее пожаро- и взрывоопасными. В результате упразднения тяжелых междуэтажных перекрытий, освобождения каркаса от технологических нагрузок, сокращения площади застройки, уменьшения поверхности стен и перегородок, возможности одновременного ведения строительных и монтажных работ павильонные здания по сравнению с многоэтажными имеют значительно лучшие технико-экономические показатели.

В зданиях павильонного типа можно размещать также некоторые производства пищевой, строительной, горно-обогатительной и других отраслей промышленности.

Здания с межферменными этажами

В одноэтажных и многоэтажных зданиях с крупной сеткой колонн вследствие большой высоты несущих конструкций покрытия и перекрытий межферменное пространство занимает до 30% объема, не используемого в производственных целях. Кроме того, для скрытия многочисленных коммуникаций в обычных зданиях часто устраивают дорогостоящие и трудоемкие подвесные потолки.

Перечисленные недостатки отсутствуют в зданиях с межферменными этажами, которые располагают в пределах высоты ферм (балок) покрытия или перекрытий. В межферменных этажах размещают обслуживающие, складские помещения, а также коммуникации и инженерное оборудование.

Технологическая гибкость таких зданий достигается, следовательно, блокированием различных помещений по высоте (в отличие от горизонтального блокирования обычных зданий), четким зонированием площадей различного назначения и применением сеток колонн 6×12, 6×18, 6×24, 12×12, 12×18, 12×24 м и более крупных. Высоту межферменных этажей принимают равной 2,4; 3,0 и 3,6 м.

Для удобства расположения в межферменных этажах эксплуатируемых помещений в качестве несущих конструкций покрытия и перекрытий применяют железобетонные безраскосные фермы с параллельными поясами или с криволинейным верхним поясом (рис. VI-4, а и рис. VI-5).

Ниже рассмотрены примеры конструктивного решения зданий с межферменными этажами из сборного железобетона.

В зданиях с одним межферменным этажом по фермам укладывают ребристые плиты покрытия размером 3×12 м. Перекрытие монтируют из пустотелых панелей размерами 1,2×6 м, укладываемых по прогонам

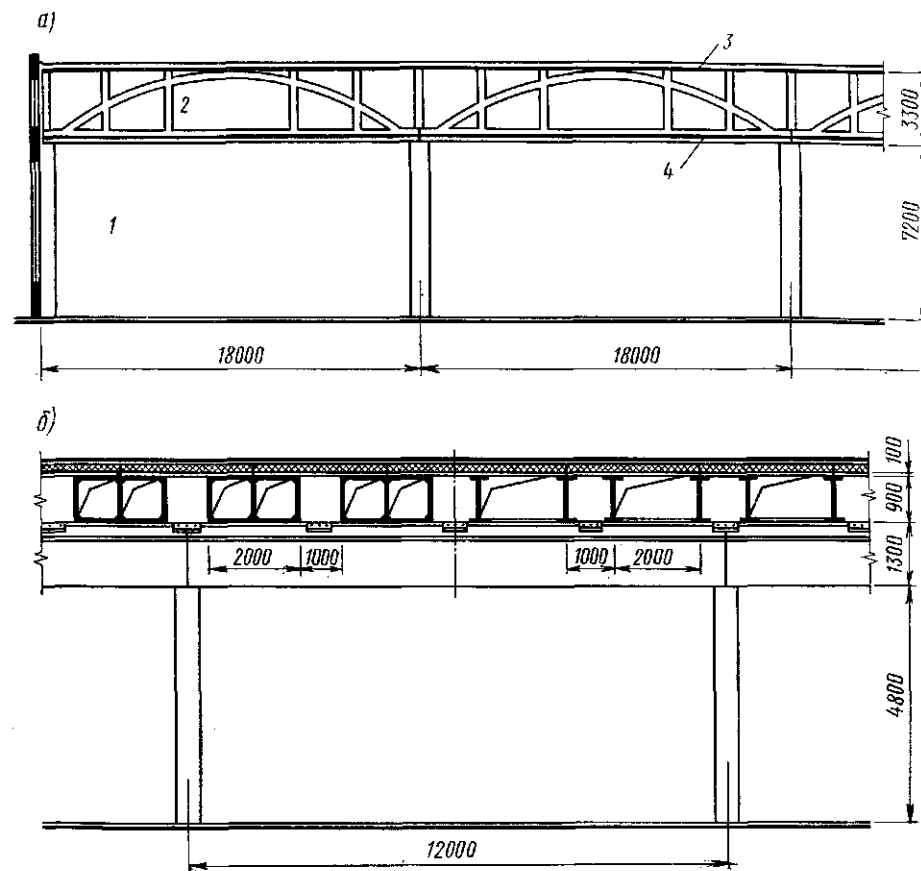


Рис. VI-4. Одноэтажные универсальные здания:

а — с межферменным этажом; б — бесчердачное; 1 — основной этаж; 2 — межферменный этаж; 3 — покрытие; 4 — перекрытие

длиной 12 м. Последние крепят в узлах нижних поясов ферм (рис. VI-5, а).

В зданиях с несколькими межферменными этажами покрытие и междуэтажные перекрытия, опирающиеся на верхние пояса ферм, собирают из ребристых плит длиной 6 м, а перекрытия, опирающиеся на нижние пояса ферм, — из пустотелых панелей, укладываемых на полки поясов (рис. VI-5, б). В шумных цехах к потолку предъявляют акустические требования.

В зданиях с межферменными этажами целесообразно размещать предприятия радиоэлектроники, приборостроения, точного машиностроения, а также некоторые производства химической, текстильной, пищевой и других отраслей промышленности.

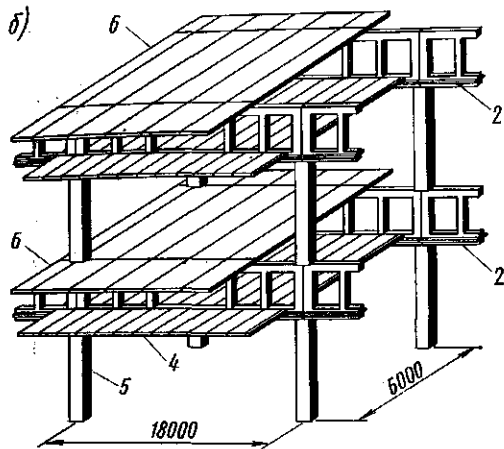
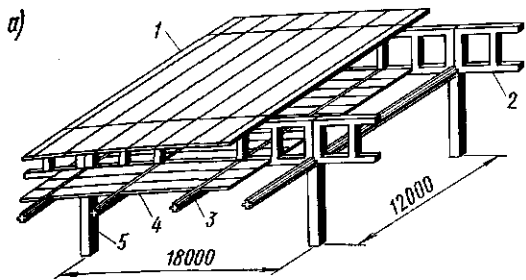


Рис. VI-5. Примеры конструктивного решения зданий с межферменными этажами: а — одноэтажного; б — многэтажного; 1 — ребристые панели 3×12 м; 2 — безраскосные фермы с параллельными поясами; 3 — прогоны длиной 12 м; 4 — пустотные плиты $1,2(1,5) \times 6$ м; 5 — колонны; 6 — ребристые панели 3×6 м

рис. VI-6, б, — по равно-раскосным фермам длиной 12 м. По верхним и нижним поясам балок (ферм) уложены панели длиной 6 м.

Экономичность зданий с межферменными этажами видна из табл. VI-4.

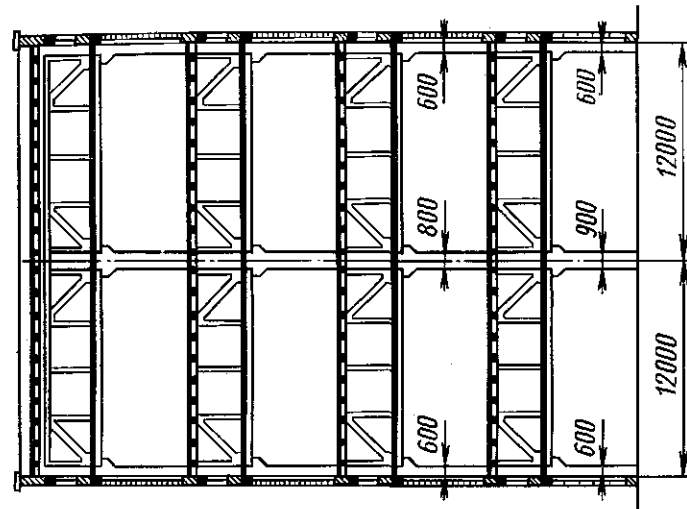
Например, у зданий с межферменными этажами площадь застройки меньше на 10—16%, чем у обычных, полезная площадь больше на 16—20%, на 1 м^2 полезной площади в них объем меньше на 15—19% и расход железобетона сокращается на 16—31%. Общая стоимость таких зданий на 12—18% ниже.

Кроме того, по сравнению с обычными здания с межферменными этажами имеют следующие преимущества:

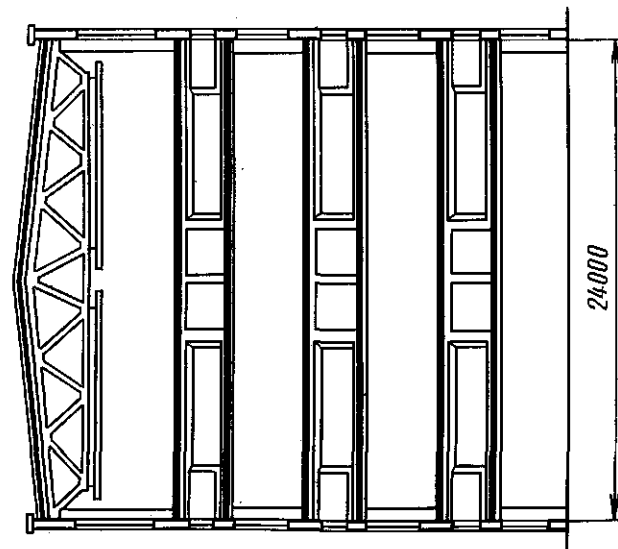
в них рациональнее используется строительный объем и компактно расположены помещения основного, подсобного и вспомогательного назначения, полностью скрыты инженерные коммуникации;

Для предприятий текстильной промышленности можно сооружать бесчердачные здания с покрытием, совмещающим несущие, теплозащитные и коммуникационные функции (рис. VI-4, б). Бесчердачное покрытие состоит из железобетонных коробчатых или двутавровых настилов длиной 18 м, укладываемых по балкам покрытия. По настилам укладывают теплоизоляционные армированные легкбетонные плиты. Такое решение значительно повышает индустриальность работ по устройству покрытия.

Непрерывные каналы, образованные пустотами и в результате разреженной укладки настилов, используют в качестве воздухопроводов приточного воздуха, для прокладки инженерных коммуникаций и размещения вентилируемых светильников. Днища каналов-воздуховодов, образованных двутавровыми балками, заполняют металлоасбестоцементными щитами. В здании, показанном на рис. VI-6, а, плиты перекрытий настланы по железобетонным балкам-стенкам длиной 24 м, а в здании, изображенном на



б)



а)

Рис. VI-6. Примеры универсальных многэтажных зданий: а — с перекрытиями по балкам-стенкам; б — то же, по фермам

Таблица VI-4

Технико-экономическая оценка одноэтажных и многоэтажных зданий — обычных и с межферменными этажами

Показатели	Одноэтажные здания				Многоэтажные здания			
	типовое решение		с межферменным этажом		типовое решение		с межферменными этажами	
	величина	%	величина	%	величина	%	величина	%
Площадь застройки, м ²	21940	100	19660	90	4710	100	3960	84
Объем здания, м ³	210970	100	204500	97	103120	100	102090	99
Полезная площадь, м ²	27100	100	32470	120	18720	100	21760	116
Объем на 1 м ² полезной площади, м ³	7,78	100	6,3	81	5,5	100	4,7	85
Расход железобетона, м ³	3600	100	3640	101	3860	100	3090	80
То же, на 1 м ² полезной площади, м ³	0,133	100	0,112	84	0,206	100	0,142	69

они не имеют административно-бытовых и других пристроек по периметру, что позволяет беспрепятственно расширять здания и улучшает их архитектурный облик;

плоский конструктивный потолок дает возможность улучшить гигиенические, акустические и эстетические качества помещений, а также уменьшить их объем, что особенно важно для зданий с искусственным микроклиматом.

Вместе с тем существенным недостатком зданий с межферменными этажами следует считать усложнение и утяжеление основных несущих конструкций покрытия.

ГЛАВА

VII ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И СРЕДСТВА АРХИТЕКТУРНОЙ КОМПОЗИЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Промышленные здания как область архитектурного творчества

Архитектура промышленного предприятия, являющаяся материальной и эстетической средой для трудовых процессов людей, оказывает на них постоянное эмоциональное воздействие и служит важным средством идеологического воспитания. Гармоничная художественная композиция

производственного здания, красивые интерьеры помещений, хорошо благоустроенная территория предприятия, удобное бытовое обслуживание трудящихся — все эти факторы способствуют хорошему настроению, повышению производительности труда, возвышают труд человека и уменьшают травматизм.

О задачах промышленной архитектуры говорится в приветствии ЦК КПСС и Совета Министров СССР IV съезду архитекторов: «...добиться наиболее рациональных архитектурных решений производственных зданий с учетом требований технической эстетики, способствующей улучшению условий труда и повышению его производительности».

Эти задачи вытекают из указаний Программы КПСС о создании материально-технической базы коммунизма, о коренном изменении характера и социальной сущности труда при коммунизме, когда «трудовая деятельность перестанет быть только средством к жизни и превратится в подлинное творчество, источник радости».

Архитектура промышленных предприятий и отдельных зданий создается с учетом технологических факторов, конструктивных особенностей построек, градостроительных требований и условий и природно-климатических данных района строительства. Она должна иметь стилистическую направленность, соответствующую эпохе строительства коммунизма. Только в этом случае она будет правдивой, содержательной, красивой и явится подлинной областью архитектурного творчества.

Несмотря на важность этих положений, указывающих на необходимость создания высокохудожественных ансамблей социалистических промышленных предприятий, художественной стороне промышленной архитектуры не всегда уделялось должное внимание. Внешние композиции производственных зданий трактовались нередко подчеркнуто утилитарно, а от проектировщика требовалось в основном заключить технологический процесс в «строительную коробку». Очевидность недооценки идейно-художественной роли промышленной архитектуры в этих случаях несомненна.

В настоящее время такое положение изживается. При проектировании предприятий одной из главных задач стало создание красивой, выразительной и гармоничной архитектуры производственных зданий.

Сравнивая условия и результаты труда при социализме и капитализме, В. И. Ленин писал: «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 лаборатории»*.

В связи с этими ленинскими заветами при разработке интерьеров промышленных зданий в первую очередь должны учитываться интересы человека, а не машины. Для строителя коммунистического общества должна быть создана обстановка, благотворно влияющая на его самочувствие и вызывающая ощущение одухотворенности, творческого подъема, способствующая повышению производительности труда.

* Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 23, с. 94.

Красивая архитектура должна окружать человека на всей территории промышленного предприятия и сопровождать его от проходной до рабочего места. Для этого необходимы совершенные технологические и эстетические решения производственных и административно-бытовых зданий, создание комфортных условий труда на рабочих местах.

Требования индустриализации строительства в недавнем прошлом у нас совершенно неоправданно противопоставлялись художественным требованиям, что являлось следствием неправильного представления, якобы красота в архитектуре является второстепенным добавлением к постройке, чем-то внешним по отношению к основной структуре здания.

Здания производственного назначения должны органически входить в общую архитектурно-планировочную композицию города, создаваемую не методом противопоставления архитектуры объединенных промышленных комплексов жилым районам, а достижением художественного единства застройки.

Следовательно, при проектировании архитектор обязан «выходить» за границы цеха, заботясь о большей концентрации застройки и кооперировании различных производств с целью создания художественно цельной композиции предприятия и всего промышленного района.

Таким образом, вопросы, решаемые архитекторами совместно с технологами при проектировании промышленных зданий, отличаются большим разнообразием и включают комплексную разработку четырех основных задач:

функциональной (утилитарной) — создание объемно-планировочного решения здания или сооружения, в наибольшей степени отвечающего данному технологическому процессу производства;

инженерно-конструктивной (технической) — придание зданию или сооружению требуемой прочности и устойчивости с применением конструкций индустриального изготовления;

архитектурно-художественной (эстетической) — архитектурный облик здания или сооружения и ансамбля предприятия в целом должен быть художественно выразительным и отвечать эстетическим запросам советского общества;

экономической — здание или сооружение должно иметь минимальные строительные и эксплуатационные затраты и быть удобным в эксплуатации.

Архитектурная композиция промышленных комплексов

В условиях строительства крупных промышленных комплексов обязательным требованием является создание архитектурных ансамблей. Под ансамблем понимают художественно согласованное расположение группы зданий и сооружений, созданное с учетом функциональных требований, практической целесообразности на основе определенного идейно-художественного замысла и обеспечивающее единство зрительного восприятия.

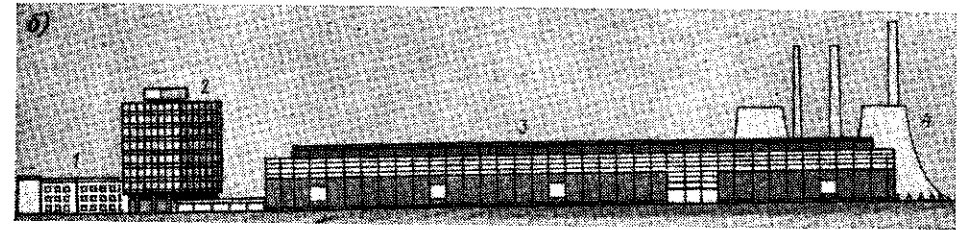
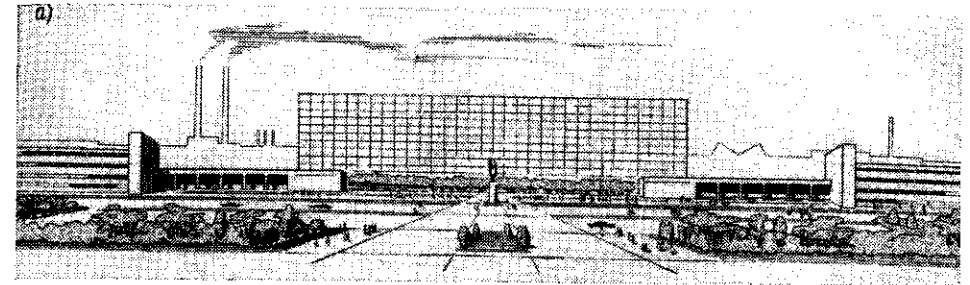


Рис. VII-1. Композиции промышленных комплексов:

а — предзаводская площадь; б — зонирование предприятия по масштабу; 1 — жилье; 2 — вспомогательные здания; 3 — производственные здания; 4 — инженерные сооружения

Основными композиционными принципами построения промышленного ансамбля являются: установление главного композиционного центра, соподчинение ему остальных элементов застройки путем гармоничного согласования архитектурных объемов с помощью пропорций, масштаба, ритма, цвета и т. д. Только при умелом использовании этих композиционных средств и художественных традиций, можно создать целостный архитектурный ансамбль, объединяющий застройку комплекса предприятий.

У большинства промышленных предприятий имеются предзаводские площади, застраиваемые заводскими административно-общественными зданиями, инженерно-лабораторными корпусами, объектами культурно-бытового назначения и т. д. Архитектура этих зданий должна способствовать переходу от характера и масштаба архитектуры жилого района к композиции и масштабу производственных зданий (рис. VII-1).

При низких распластанных объемах промышленных зданий многоэтажные здания предзаводской площади (особенно башенного типа), обогатя силуэт застройки, в значительной мере определяют архитектурно-художественный облик всего предприятия со стороны предзаводской площади; иногда эти здания служат главным композиционным элементом ансамбля.

Помимо придания выразительности промышленному ансамблю, включенные в композицию высокие здания предзаводской застройки ритмично членят протяженные одноэтажные производственные корпуса.

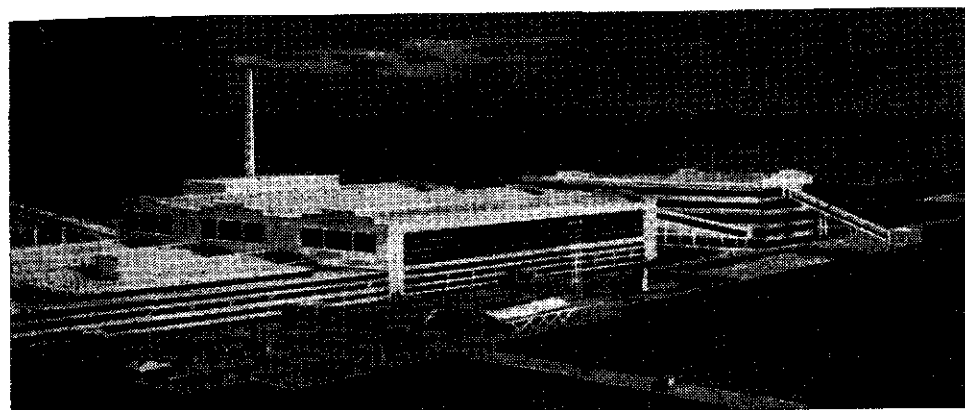
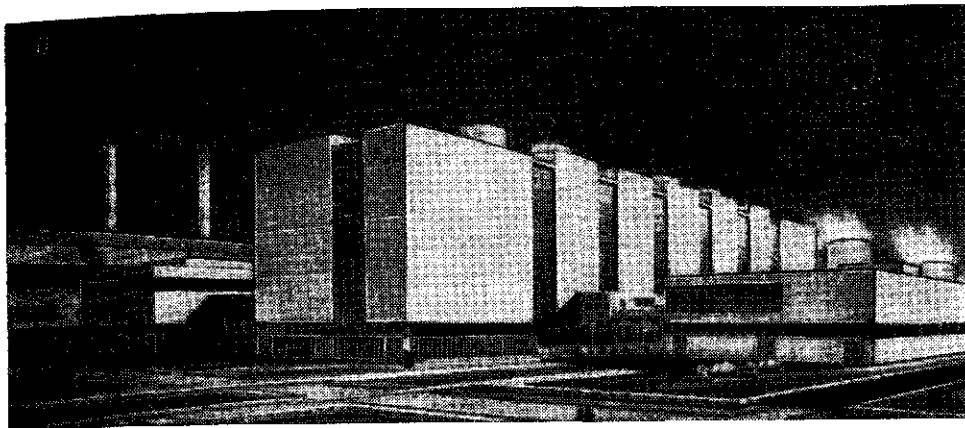


Рис. VII-2. Примеры архитектурных ансамблей:

а — конвертерный цех доминирует в застройке металлургического завода; *б* — использование в композиции обогатительной фабрики повторных элементов зданий на основе общего модуля

Поэтому на эстетическую сторону архитектуры предзаводских зданий следует обращать особое внимание.

Главным композиционным элементом ансамбля могут быть больше-размерные здания и здания с наиболее активным силуэтом, имеющие наибольшую художественную или технологическую значимость. Так, главным композиционным акцентом на металлургическом комбинате может стать мартеновский или конвертерный цех (рис. VII-2, *а*), на машиностроительном заводе — крупный сборочный или прессовый цех.

Являясь самыми высокими и объемными и, следовательно, доминирующими в композиции предприятия, такие здания хорошо обозреваются с основных заводских магистралей и улиц и при удачном архитектурно-композиционном решении в значительной степени определяют художественный облик всего комплекса.

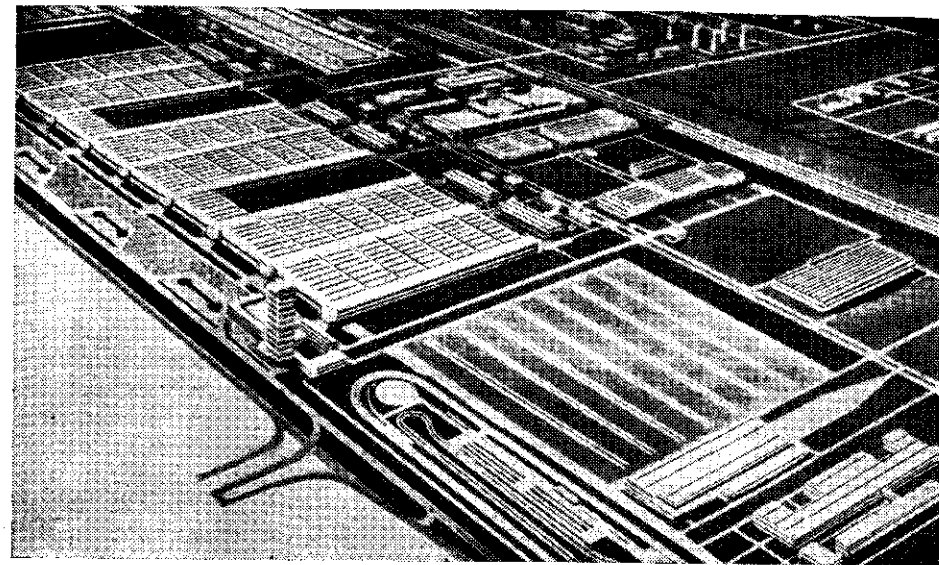


Рис. VII-3. Застройка Волжского автозавода в г. Тольятти

Единство архитектурного ансамбля предприятия, хотя каждое его здание и сооружение выполняет свои функции, достигается различными средствами и приемами: применением во всех или нескольких объектах комплекса повторяющихся элементов или мотивов, единого ритма на основе общего модуля (рис. VII-2, *б*). В качестве повторных элементов используют, в частности, одинаковые формы оконных проемов, фактуру и цвет стеновых панелей, входные и въездные узлы, пристройки административно-бытовых помещений и т. д.

При проектировании необходимо художественно обогащать архитектуру предприятия массивами озеленения и рядовой посадкой деревьев, включать в панорамы комплексов искусственные водоемы.

Художественный контраст между строгими геометрическими объемами промышленного предприятия и раскрытым живописным природным окружением повышает выразительность всего ансамбля. В частности, монументальная архитектурная композиция зданий подчеркивает красоту окружающего ландшафта, а декоративные элементы природы, наоборот, оживляют строгую панораму предприятия.

В качестве дополнительных композиционных средств следует использовать конструкции зданий, обусловленные климатом района строительства. Так, применение в южных районах шедовых покрытий может обогатить архитектуру предприятия. Устройство солнцезащитных элементов помимо функционального назначения может иметь также эстетическое значение, если они (пластины) создают богатую игру света и тени на фасадах зданий или вносят разнообразие в композицию.

Важное влияние на обеспечение ансамблевой застройки оказывают художественная компоновка зданий, характер планировки территории промышленного предприятия.

Примером удачного решения крупного промышленного комплекса является Волжский автомобильный завод в г. Тольятти (рис. VII-3). На предзаводской площади, расположенной вдоль южной границы территории завода, размещены заводоуправление, вычислительный центр, центральная заводская лаборатория, медицинский центр, учебный сектор завода и др.

К площади примыкают главный и вспомогательный корпуса с наибольшим количеством трудящихся и с наименее вредными производствами в отношении шума, вибрации и выбросов в атмосферу. Архитектурный облик этих корпусов благодаря хорошим пропорциям, крупному масштабу, отсутствию мелких членений имеет лаконичное выразительное решение.

Архитектурная композиция предзаводских общественных зданий тоже отличается лаконичной красотой.

Застройка предзаводской площади одновременно увязана с архитектурой города. Так, архитектура крупного здания заводоуправления композиционно связана со зданиями высотной гостиницы, горсовета и ряда 16-этажных жилых домов, расположенных на проспекте, соединяющем завод с Куйбышевским морем.

Важная роль в формировании эстетических качеств предприятия принадлежит художественной организации мест отдыха и спорта, использованию малых архитектурных форм и озеленению территории предприятия. Зеленые насаждения принято размещать вдоль путей пешеходного движения рабочих по территории предприятия. Кроме того, озелененные участки и площади создают благоприятные условия для отдыха работающих во время перерывов.

Специальные инженерные сооружения (градирни, газгольдеры, дымовые трубы, вышки, брызгальные бассейны, трубопроводы и т. п.) следует располагать на территории предприятия так, чтобы они не мешали созданию ансамбля, а вписывались в него, подчеркивая единство архитектуры всего предприятия.

Помимо сочетания строгих геометрических объемов, часто определяющих выразительность внешнего облика всего комплекса, в композиции его следует активнее использовать особенности пластики, цвет и орнамент — замечательные традиционные элементы архитектуры народов нашей страны.

Умелое применение цвета в промышленной архитектуре позволяет усилить привлекательность застройки и подчеркнуть композиционное единство всех зданий и сооружений, расположенных на территории предприятия.

В композициях крупных промышленных предприятий следует активнее использовать также монументальную живопись и скульптуру для раскрытия большой социальной роли советской архитектуры в эпоху строительства коммунизма.

Приемы и средства архитектурной композиции промышленных зданий

Характерными чертами современных промышленных зданий являются красивые пропорции, легкость и простота архитектурных форм, повышенный комфорт помещений при соблюдении требований экономичности строительства и эксплуатации.

На архитектуру промышленных зданий, как и на их объемно-планировочное решение, форму плана и объема большое влияние оказывают функционально-технологические факторы, предопределяющие размер сетки колонн и этажность зданий, конструктивное содержание, вид освещения и воздухообмена и т. п.

При современной тенденции создания универсальных производственных зданий архитектурно-строительное решение объекта правильным может быть лишь в случае, когда оно по форме и содержанию не только отвечает размещаемому в нем технологическому процессу и позволяет модернизировать и даже заменять технологию, но и имеет красивый внешний облик.

Универсальные здания, отличающиеся от обычных крупной сеткой колонн, иногда большей высотой, спокойным профилем и наличием в основном подвешеного внутрицехового транспорта, могут иметь однообразное архитектурное решение для производств различных отраслей промышленности. Однако характер наружных ограждающих конструкций (материал, размеры сборных элементов, количество и местоположение светопроемов и пр.) может указывать на категорию производства. Так, стены из асбестоцементных и металлических листов чаще присущи зданиям неотапливаемым и с избыточными тепловыделениями, а из кирпича — зданиям с агрессивной средой производства.

Наружная поверхность стен объектов с выделением большого количества пыли и копоти должна быть гладкой, а «чистых» производств (приборостроительных, электронных и др.) может быть рельефной.

В условиях стесненной городской застройки промышленные здания обычно развивают в высоту (особенно для производств, не жестко связанных с этажностью). Многоэтажные здания по своей объемно-пространственной композиции более органичны окружающей их селитебной застройке.

Каркасная конструкция большинства современных промышленных зданий позволяет получить разнообразные их силуэты, от простых до оригинальных (один параллелепипед, комбинация параллелепипедов различной ширины и высоты, многоволновой и шедовой профили, седловидную форму и т. п.). Вместе с тем каркас не ограничивает форму и размеры остекленных поверхностей, являющихся одним из элементов архитектурной композиции здания, позволяет выбрать любую конструкцию стен.

Новые приемы художественной композиции и новые архитектурные формы появились в связи с внедрением в промышленное строительство большепролетных сводчатых, арочных и других пространственных конст-

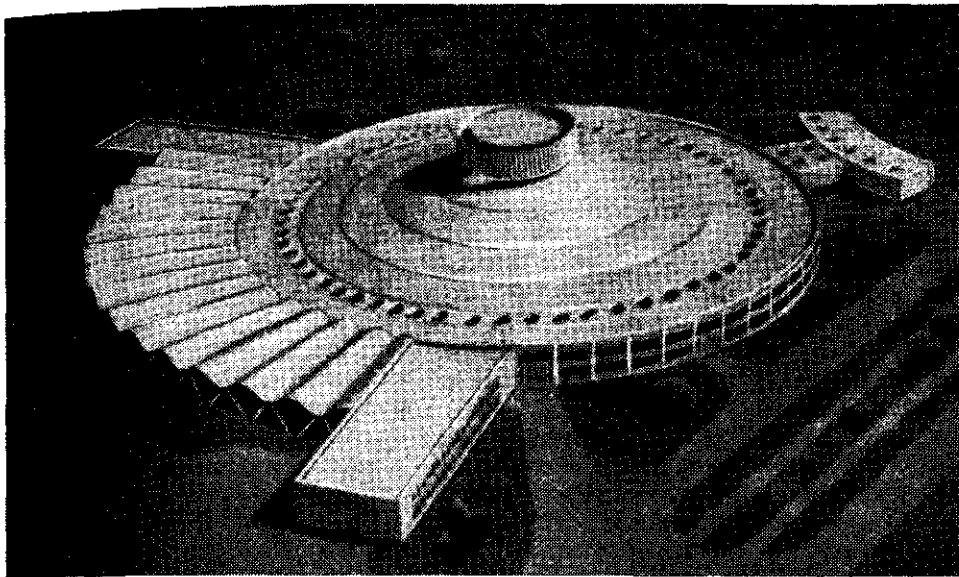


Рис. VII-4. Пример архитектурного решения гаража в Новгороде

рукций покрытий, а также всяких вантовых систем. Такие покрытия придают зданиям простые, изящные и рациональные формы.

Архитектурная форма в значительной мере является производной статического расчета, так как характер использования пространственных конструкций и пластических свойств материалов подчинен в первую очередь задаче выражения логики работы системы (рис. VII-4).

Колоссальные дуги арок, сводов-оболочек, всяких систем, ломаный профиль складчатых покрытий оставляют хорошее впечатление, подчеркивают единство архитектурного и конструктивного решения покрытий. Большие композиционно-художественные возможности заложены в армоцементе, элементам из которого можно придать любую форму, удовлетворяющую требованиям как статики, так и эстетики.

Архитектура отдельных зданий и сооружений предприятия помимо учета требований технологии должна исходить из композиционно-художественного замысла всего архитектурного ансамбля. Качество архитектуры отдельных объектов оказывает влияние не только на общую композицию промышленного комплекса, но часто и на облик целого городского района.

Одним из средств архитектурной композиции является ритмическое членение фасадов зданий, основанное на многократном повторении какого-либо архитектурного мотива. С помощью ритма достигается гармоничная соразмерность, стройность и выразительность зданий.

В условиях индустриального строительства с преобладанием типовых элементов для композиции зданий характерен ритм простенков и

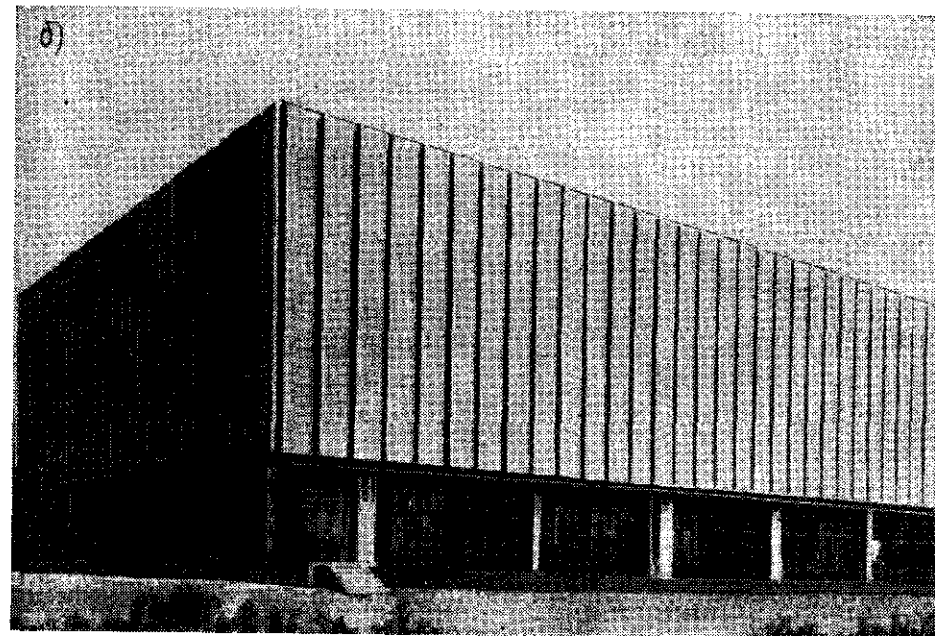


Рис. VII-5. Примеры использования ритма в архитектуре:
а — производственное здание в Москве; б — складское здание (ВНР)

оконных проемов, междуэтажных поясов, элементов покрытия, фонарных надстроек, архитектурно обработанных входов, выступающих и западающих участков стены и т. п. (рис. VII-5).

Четко выраженный ритм горизонтальных и вертикальных членений на плоскости фасадов вносит в архитектуру своеобразный характер, подчеркивая современность промышленных зданий.

Архитектурную композицию промышленных зданий, располагаемых в южных районах, обогащает ритмическое размещение солнцезащитных устройств (жалюзи, козырьки, соты, маркизы и т. п.). В тех случаях,

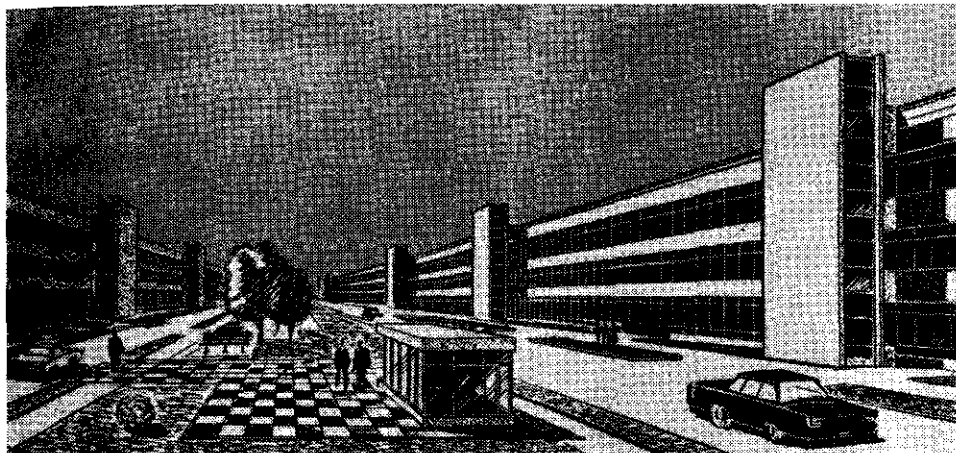
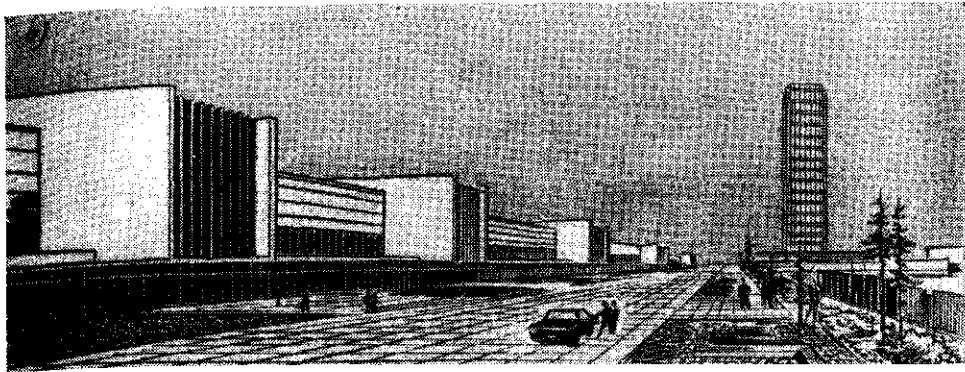


Рис. VII-6. Архитектура зданий Волжского автозавода в г. Тольятти:
а — главный корпус завода; б — зона металлургических цехов

когда в условиях мягкого климата часть технологического оборудования выносят на открытые и полуоткрытые площадки, целесообразно использовать древесные насаждения для его скрытия и обеспечения большей связи застройки с окружающей природой.

Существенные трудности возникают при архитектурном проектировании фасадов протяженных промышленных зданий. Хорошие результаты в этих случаях дает ритмическое членение фасада вертикальными элементами и целыми объемами. Для этой цели за плоскость фасада выносят входы и въезды, вентиляционные шахты, лестничные клетки, встройки административно-бытовых помещений и т. д. Создаваемые при этом приеме архитектурные акценты оживляют монотонность протяженных фасадов, обогащают композицию и выявляют масштаб здания.

Архитектурный облик протяженных зданий разнообразится приемом постановки перед ними объемов инженерно-лабораторных и административно-бытовых корпусов, высотных композиций различных сооружений (водонапорных башен, дымовых труб, открытых технологических установок, вышек, опор энергетических линий), а также включением в композицию здания ритмичной посадки перед фасадом высоких деревьев.

Примером удачного архитектурного решения является композиция зданий Волжского автомобильного завода (рис. VII-6). Наличие выступающих объемов бытовых встроек и лестничных клеток, ритмично членящих фасады очень большой протяженности (до 2000 м) и небольшой высоты (около 11 м), создает разнообразие в композиции. Пластичность фасадов зданий достигнута здесь контрастным сочетанием почти глухих стен цеха с вертикальными витражами бытовых встроек (рис. VII-6, а) и ленточного остекления цехов с вертикалями глухих стен лестничных клеток (рис. VII-6, б).

На архитектуру зданий большое влияние оказывают форма и размеры окон, сочетание глухих и остекленных поверхностей. Ленточные окна зрительно увеличивают длину зданий, а узкие вертикальные — создают впечатление большой высоты. Глухие участки стен большой площади находятся в художественном контрасте со щелевидным проемом (рис. VII-7).

Различные соотношения глухих стен и световых проемов используют в качестве элементов вертикального и горизонтального членения фасадов, для выявления тектоники здания. Иногда применяемые на фасаде различные виды остекления (отдельные проемы, ленточное, сплошное) указывают на различное функциональное назначение помещений здания согласно требованиям освещенности. Вместе с тем этот прием вносит разнообразие в композицию здания.

В последние годы применяют раскрытие художественно обработанных интерьеров здания через сплошные остекленные поверхности. Сплошное остекление позволяет видеть в здании композицию интерьеров (окраску строительных конструкций и технологического оборудования), а при соответствующем освещении — отражение природного окружения.

При проектировании промышленных зданий необходимо шире использовать красивую фактуру и цвет поверхностей стен и других элементов, введение красочных пятен.

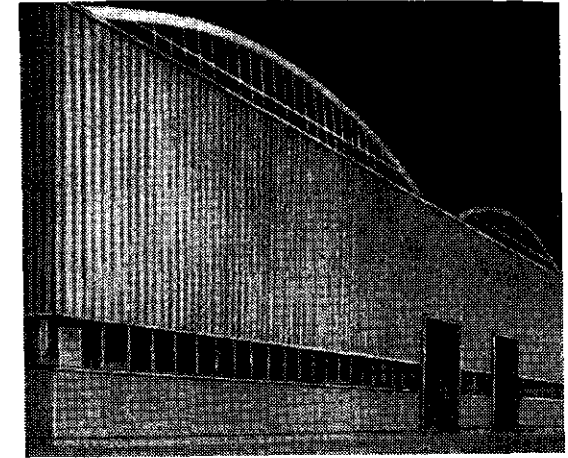


Рис. VII-7. Пример архитектурной композиции машиностроительного завода (США)

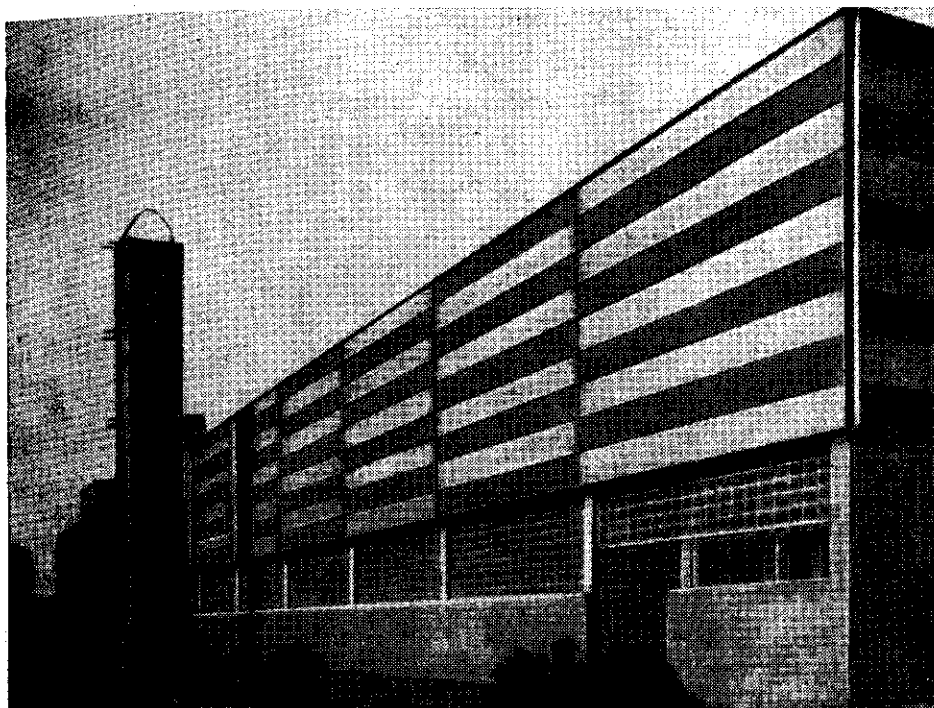


Рис. VII-8. Разноцветные стеновые панели здания чулочной фабрики (ФРГ)

Стены могут иметь одноцветное или полихромное решение. В последнем случае цветом выделяют отдельные конструктивные детали, иногда конструктивную структуру здания или технические устройства перед фасадом. Вертикальные и горизонтальные цветные полосы используют в качестве элементов членения фасадов.

Цвет может как бы растворить те или иные сооружения в окружающем пейзаже или, наоборот, подчеркнуть и повысить их. Иногда применяют разноцветные стеновые панели (рис. VII-8) или вводят в стены декоративный орнамент. Особенно велико значение цвета в формировании архитектурного облика зданий, возводимых на севере, где обеднены природные краски.

В промышленных зданиях, имеющих большие размеры, можно придать красивый вид даже неоштукатуренным кирпичным стенам при хорошем качестве работ и с тщательной расшивкой швов (рис. VII-9). Однако большой художественный эффект дает сочетание различного цвета и фактуры строительных материалов (например, комбинированная кладка из красного и силикатного кирпича, цветовое сочетание красного кирпича с асбестоцементными волнистыми листами или панелями). Рекомендуется также использование облицовочного кирпича, фигурной кладки.

При разработке архитектурной композиции всегда необходимо активно использовать декоративные качества материалов. Декоративные качества бетонных и железобетонных элементов иногда обогащают созданием на поверхности рельефа при формовании, раскрытием заполнителя бетона, красивого по цвету и форме. В этих целях, например, обрабатывают затвердевший бетон фрезами, щетками или пескоструйными аппаратами; добавляют цветной цемент в лицевой слой; при-

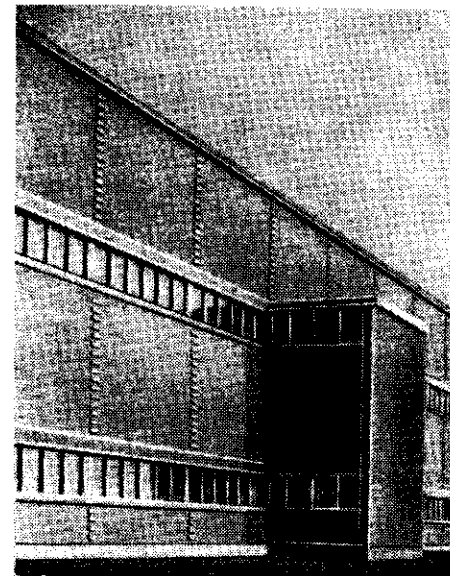


Рис. VII-9. Художественно обработанная кладка стен сборочного корпуса

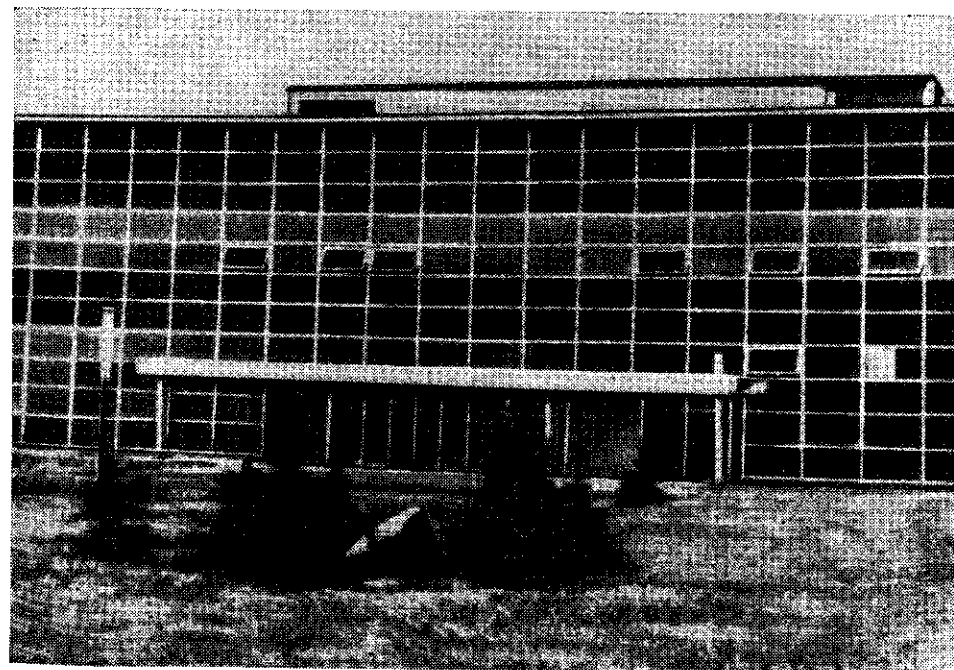


Рис. VII-10. Пример архитектуры входа в здание приборостроительного завода в Москве

меняют цветные заполнители (граниты разных пород); делают «присыпку» бетонной поверхности со втапливанием в незатвердевший бетон стекла, щебня, гравия и т. д.

Значительно обогащается архитектура фасадов зданий путем введения таких акцентов, как, например, композиционно обработанные входы или въезды (рис. VII-10).

Повысить эстетические качества застройки можно, как говорилось выше, использованием природного ландшафта местности (зелени, водоемов, гор и других элементов), сохраненного и удачно включенного в композицию здания. При расположении на крутом рельефе архитектура зданий обогащается входами и въездами на разных уровнях, пандусами и подпорными стенками. В местах перепада высот целесообразно устраивать цокольные этажи для подсобных и вспомогательных помещений. Такие здания, имея привлекательный вид, позволяют сократить площадь застройки, уменьшить стоимость земляных работ и экономить плоские участки земли.

Большие возможности повышения качества промышленной архитектуры таятся в более тщательной общей и художественной обработке конструктивных элементов заводского изготовления: колонн, ферм, балок, настилов и стеновых панелей, а также в применении лучших декоративно-отделочных материалов и красителей.

В целом при проектировании промышленных зданий и сооружений необходимо добиваться, чтобы художественная композиция комплексов образно и ярко выражала сущность нашей социалистической эпохи, ее высокие общественные и эстетические идеалы.

Г Л А В А

VIII ФОРМИРОВАНИЕ ИНТЕРЬЕРОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Общие положения. На промышленных предприятиях человеку всюду должна сопутствовать красота — в композиции заводских и фабричных зданий и их интерьеров, формах и расцветке технологического оборудования и машин, производственной мебели, продукции, рабочей одежде.

Производственный интерьер является органической составной частью композиционного решения промышленных зданий. При его разработке преследуется цель создания архитектурно-организованного производственного пространства помещений.

При больших достижениях в конструктивном и объемно-планировочном решении промышленных зданий, в интерьерах заводов и фабрик часто преобладали случайные и непрigлядные тона окраски, ощущалась подавляющая сила техники.

В настоящее время при проектировании интерьеров помещений наряду с обеспечением надлежащих условий для технологического процесса большое внимание уделяют созданию благоприятных санитарно-гиги-

енических и безопасных условий труда и удовлетворению эстетических потребностей человека.

Одна из главных задач при этом — приведение к разумному единству всего многообразия строительно-конструктивных, технологических и архитектурно-художественных форм, для того чтобы композиционно объединить производственное пространство.

Создание благоприятной для работы и художественно гармоничной среды входит в комплекс мероприятий научной организации труда и повышения культуры производства. При этом повышается производительность труда, улучшается качество продукции, сокращается ее брак, снижается производственный травматизм.

Кроме того, в красивой обстановке создаются условия для развития художественных начал в трудовой деятельности человека и труд приносит большее удовлетворение.

Средства архитектурно-художественной композиции интерьеров

Проектированием интерьеров производственных зданий занимаются различные специалисты; главная роль, однако, принадлежит здесь архитекторам и специалистам технической эстетики. Сферы действия архитектуры и технической эстетики хотя и различны, но связаны между собой и дополняют одна другую, а при проектировании некоторых элементов интерьера их трудно разграничить.

Задачей архитектуры в создании интерьера является разработка объемно-планировочного и конструктивного решений здания, систем обеспечения естественного и искусственного освещения, заданных параметров физиологической среды (температуры, влажности и чистоты воздуха, уровня шумового фона) и озеленения. Архитекторы решают также вопросы отделки поверхностей строительных конструкций, применения цвета с точки зрения психофизиологического и эмоционального воздействия на человека и повышения безопасности труда, участвуют в разработке производственной мебели и основных средств наглядной агитации и технической информации.

Техническая эстетика — наука, рожденная на стыке двух обширных областей человеческой деятельности — техники и искусства, изучает законы художественного творчества в области техники, взаимосвязь между человеком и машиной, между работающими на производстве, всем комплексом оборудования и предметами материальной культуры.

Влияние технической эстетики на интерьеры проявляется, например, в художественной обработке элементов строительных конструкций, проводимой вместе с архитектором, а также в эстетической обработке вентиляционных и осветительных установок, приборов отопления и т. д.

На основе данных научной организации труда, физиологии труда, инженерной психологии и антропометрии в проектировании зданий участвуют кроме архитекторов инженеры, художники-конструкторы, пси-

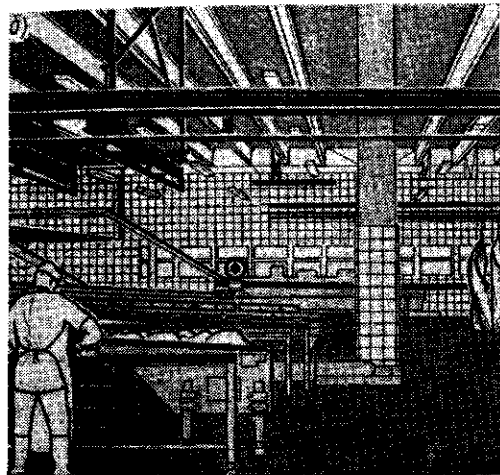


Рис. VIII-1. Примеры производственных интерьеров:
а — цех автоматических линий; *б* — мясоперерабатывающий цех

хологи, физиологи и могут участвовать даже музыканты. В область технической эстетики при этом входят следующие вопросы:

художественное конструирование технологического оборудования (станков, агрегатов, приборов) с целью повышения его функциональности, большего удобства обращения с ним, создания благоприятных гигиенических, физических и психологических условий для человека;

художественно-конструкторская отработка рабочих средств, с которыми человек вступает в соприкосновение в процессе производства, а также создание благоприятных условий движения и положения при работе, обеспечение безопасности работ;

цветовая отделка технологического оборудования и рабочего места с учетом физиологии и психологии;

обеспечение гармонии освещения с цветовым решением интерьера и другими факторами, влияющими на работоспособность людей;

разработка проблем акустики помещений и внедрение музыкальных передач на производстве (в некоторых сборочных цехах, на конвейерах

и поточных линиях), позволяющих снизить напряжение и утомление работающих от автоматизма однообразной работы;

создание моделей производственной одежды и защитных приспособлений, повышающих безопасность работы и улучшающих гигиенические условия;

оформление наглядной агитации, цеховой графики и создание внутрицехового озеленения с включением их в композицию интерьера.

Зрительная обстановка в производственном интерьере во многом определяется особенностями компоновки технологического оборудования, системой внутри- и межцехового транспорта, уровнем механизации и автоматизации процесса, наличием проездов и проходов. Эти вопросы решают в основном технологи, но не без участия архитекторов и специалистов по технической эстетике.

Конечной целью комплексного решения всех этих вопросов с учетом эксплуатационных требований является обеспечение высоких санитарно-гигиенических и художественных качеств интерьеров.

Компоновка в цехах технологического оборудования, размеры сетки колонн, форма строительных конструкций, трассировка трубопроводов, форма и размеры светильников, расположение окон и фонарей должны быть соподчинены и отвечать законам ритма и художественного равновесия.

Примеры интерьеров производственных помещений показаны на рис. VIII-1. Ниже рассмотрены элементы, которые формируют функциональные и архитектурно-художественные качества интерьеров промышленных зданий.

Композиция внутреннего пространства зданий

Эстетические качества производственного интерьера в немалой степени зависят от характера объемно-планировочного решения здания. Кроме учета функциональных требований технологических процессов, при разработке этих вопросов задачей является создание свободных, полных света и воздуха помещений, уменьшение количества промежуточных опор, чему отвечают универсальные или гибкие здания, здания павильонного типа. Большое и свободное от опор внутреннее пространство обеспечивает не только возможность модернизации технологического оборудования, но и обуславливает новую пространственную композицию интерьера и улучшает гигиенические условия труда.

Как отмечалось выше, задачи архитектурной организации внутреннего пространства производственных зданий полноценно можно решить только при совместном творчестве архитекторов, конструкторов и технологов. Осуществление новых прогрессивных архитектурно-строительных идей нередко заставляет технологов и конструкторов искать пути к улучшению и модернизации существующего оборудования, что в конечном итоге также сказывается на решении интерьера.

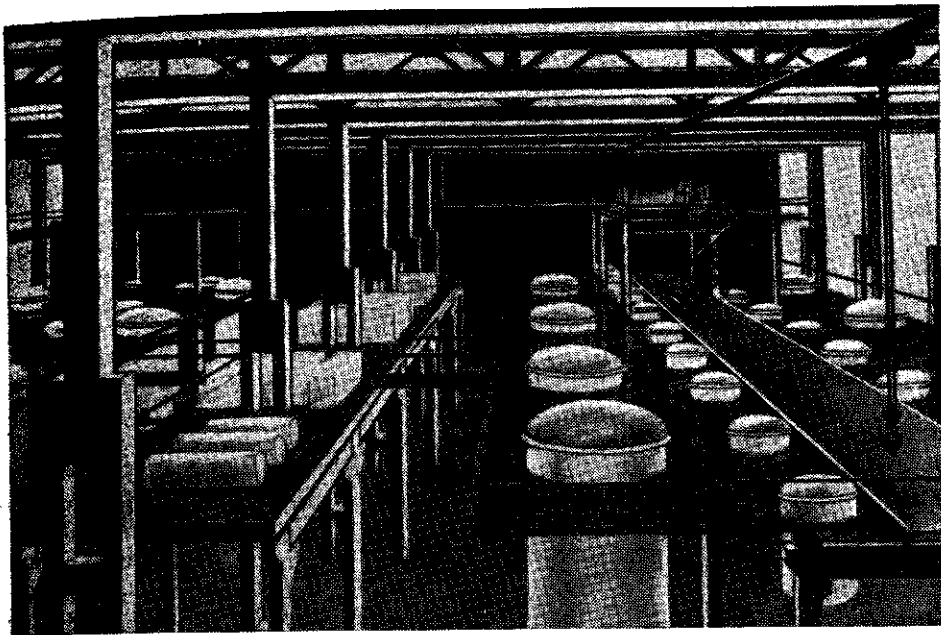


Рис. VIII-2. Интерьер павильонного здания химической промышленности

Например, для предприятий химической промышленности вместо небольших многоэтажных зданий разработаны производственные здания павильонного типа. Технологическое оборудование в таких зданиях укрупненное и размещают его не на капитальных перекрытиях, а на сборно-разборных этажерках, что освобождает основные строительные конструкции от технологических нагрузок. Это предопределяет архитектуру здания в виде легкого павильона с крупной сеткой колонн и большепролетными конструкциями покрытия.

Укрупнение оборудования в свою очередь позволило уменьшить число встроенных этажерок, так как на укрупненные аппараты, имеющие собственные фундаменты, оказалось возможным навесить мелкое оборудование. Все это улучшило пространственное решение интерьеров: вместо низких, полутемных технических этажей с провисающим оборудованием были созданы высокие, просторные, полные света и воздуха залы с упорядоченно размещенным оборудованием и коммуникациями (рис. VIII-2).

Применение нового типа оборудования иногда может коренным образом изменить архитектурно-строительное решение производственного здания и привести к новой пространственной композиции интерьера. Так, в машиностроении и многих других отраслях промышленности при замене мостовых кранов козловыми или другими видами напольного транспорта интерьер цехов освобождается от громоздких подкрановых

эстакад. Это позволяет более свободно организовать внутреннее пространство производственных зданий и придать решению интерьера лучшую архитектурную композицию.

В современных промышленных зданиях заметно стремление выразить незамкнутость, цельность внутреннего пространства, установить зрительную связь между основными производственными помещениями. Для этого в практике используют различные приемы.

Иногда помещения композиционно объединяют в единый зал общими плоскостями потолка или пола, которые проходят через все внутреннее пространство здания. В этих целях вместо глухих перегородок устраивают легкие остекленные, а капитальные междуэтажные перекрытия заменяют легкими рабочими площадками, допускающими обслуживание оборудования.

При разработке планов промышленных зданий должно быть предусмотрено зонирование производств, рационально размещено основное и вспомогательное оборудование, созданы удобные и кратчайшие транспортные и пешеходные потоки, обеспечена хорошая связь рабочих мест с административно-бытовыми помещениями.

Путем компоновки технологического оборудования по видам и группам (если это не противоречит требованиям поточного производства) и благодаря четкой системе цеховых проездов и проходов удается создать определенный ритмический строй в интерьере.

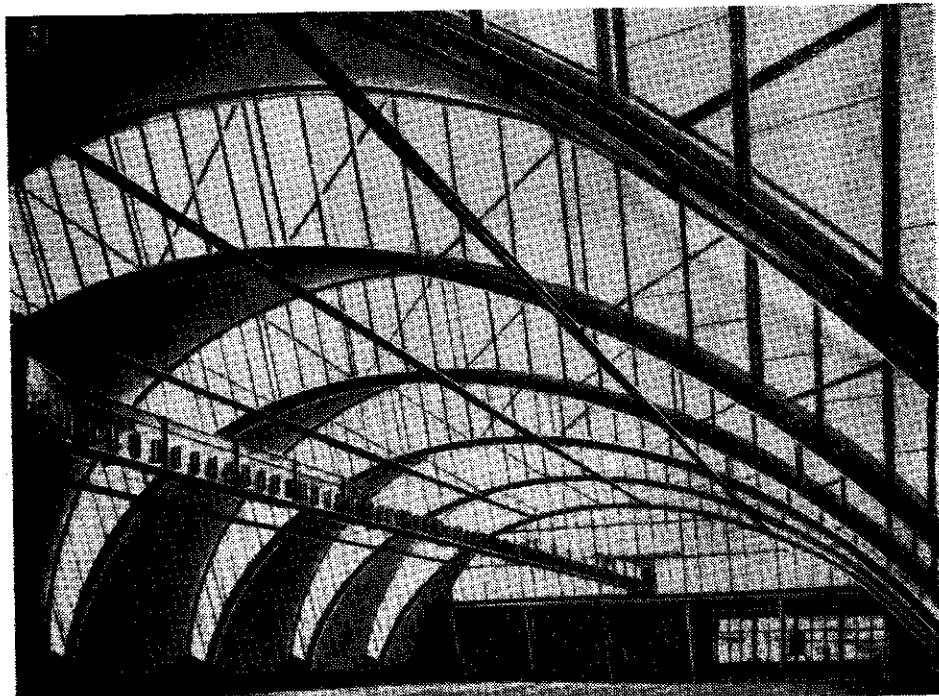
В крупных производственных зданиях рекомендуется предусматривать возможность обслуживания экскурсий. Для осмотра технологических процессов разрабатывают пути движения посетителей, намечая на более удобные и выгодные для показа места.

Влияние конструкций на архитектуру интерьера

Одним из главных компонентов, организующих внутреннее пространство производственных помещений, является конструктивное решение здания. Форма, пропорции, ритм конструктивных элементов, их фактура и цвет во многом определяют архитектуру цехового интерьера.

Особенно значительна роль в архитектуре производственного интерьера конструкций покрытия. В зданиях с любой сеткой внутренних опор при отсутствии глухих и высоких перегородок покрытия хорошо видны во внутреннем пространстве и выявляют общий тектонический строй интерьера. В этих условиях и при больших площадях остекления композиционное значение стен в интерьере уменьшается.

В зданиях с высокими требованиями к микроклимату помещений и в целях создания визуальной нерасчлененности производственного объема часто предусматривают подвесные потолки (рис. VIII-3, а). Такие потолки особенно целесообразны при плоскостных несущих конструкциях покрытия, которые по очертанию и форме не всегда удовлетворяют архитектурно-художественным требованиям (зрительно тяжелы и некрасивы).



Однако далеко не всегда следует скрывать несущие конструкции покрытия подвесным потолком, придающим помещению однообразный и плоский вид. Большие архитектурные возможности заложены в тонкостенных пространственных конструкциях покрытий в виде сводов, куполов и складок. Благодаря легкости, пластичности и большим размерам они придают интерьеру художественную выразительность и новизну, ощущение легкости и связи пространства помещения с внешней средой (рис. VIII-3, б).

Красивые композиции внутреннего пространства создают покрытия из ажурных металлических конструкций (особенно типа структур, с облегченными или сплошными балками небольшой высоты и др.), а также большепролетные железобетонные коробчатые балки, в которых размещают вентиляционные коммуникации.

Как упоминалось выше, некоторые типовые конструкции заводского производства для массового промышленного строительства не позволяют создавать интерьеры цехов на требуемом архитектурном уровне. Так, сборные железобетонные фермы и балки чрезвычайно громоздки и массивны (физически и зрительно), не изящны по форме.

Сборные железобетонные антресоли и другие встроенные вспомогательные помещения также не отличаются красотой конструктивного исполнения; они зрительно тяжелы и загромождают внутреннее пространство зданий.

Нельзя считать удачными в художественном отношении типовые конструкции многоэтажных зданий с балочными перекрытиями, опирающимися на выступающие консоли колонн. Большая высота ригелей, крупные ребра в плитах, располагаемые против света, затрудняют верхнюю разводку коммуникаций, ухудшают освещенность и вентиляцию помещений, портят весь вид интерьера. Указанные недостатки исключаются в многоэтажных зданиях с безбалочными перекрытиями или с подвесными потолками (рис. VIII-4, а).

Непривлекательная художественная форма конструкций нередко усугубляется низким качеством их изготовления на заводах сборного железобетона и плохим качеством строительно-монтажных работ. В результате архитекторы вынуждены маскировать отдельные элементы конструкций штукатуркой, прибегать к устройству декоративных потолков и т. п.

В целях повышения эстетического качества конструкций производственных зданий кроме более активного вторжения архитекторов в сферу индустриального производства конструкций необходима забота и инженеров о форме изделий на стадии проектирования. Совместно с архитектором инженер-конструктор должен искать наиболее совершенное художественное воплощение конструктивных принципов.

Удачным примером художественного осмысления конструкций может служить интерьер Братской ГЭС. Главным композиционным элементом интерьера являются V-образные опоры подкрановых балок. Рит-

Рис. VIII-3. Конструкции покрытий в интерьерах промышленных зданий:

а — на фабрике искусственного волокна (Москва); б — на фабрике эластика (Швейцария)

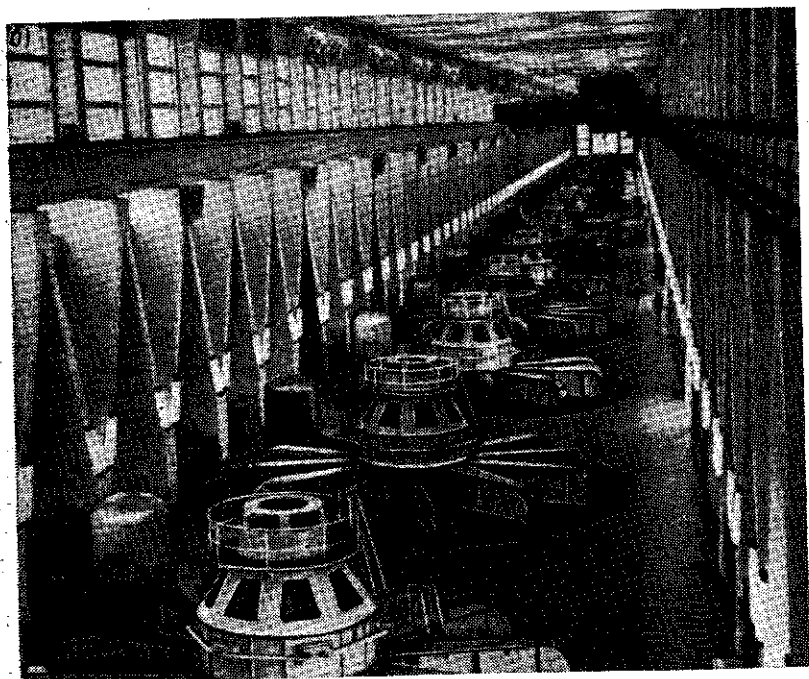
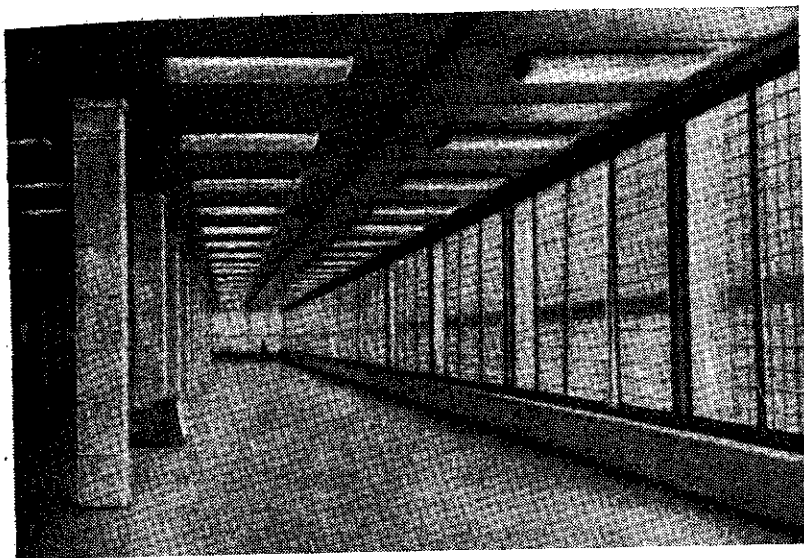


Рис. VIII-4. Конструкции в интерьерах зданий:
 а — многоэтажного здания; б — машинного зала Братской ГЭС

мично поставленные опоры позволили в значительной степени облегчить подкрановые балки и придали своеобразие интерьеру. Этому способствует и ребристая структура покрытия, выполненного из преднапряженных балок-настилов (рис. VIII-4, б).

Расположение в цехах многочисленных трубопроводов и коммуникационных сетей нужно увязывать со строительными конструкциями. При пластичной форме и красивой отделке они могут даже улучшать композицию интерьера.

Трубопроводы и сети размещают открыто или в специальных коробах и шахтах (пучками) — у стен, перегородок и колонн; целесообразнее их размещать в технических этажах и межферменном пространстве, под перекрытиями антресолей и этажерок, в подполье, за подкрановыми путями и т. д.

Освещение интерьеров цехов

Обеспечение в цехах освещения, приближающегося к привычным для человека природным условиям, уменьшает утомляемость рабочих и вместе с тем в большой степени способствует созданию красивого архитектурного интерьера. Освещение должно обеспечивать комфортные условия зрительной работы на рабочих местах.

Помимо создания достаточного уровня освещенности с учетом выполняемой работы, следует обеспечить необходимый контраст между рабочими элементами и фоном, исключить отблески от источников света и рабочих поверхностей и обеспечить одинаковую освещенность всех необходимых для данной работы приборов.

Критерием оценки световой среды в производственном интерьере является яркость, представляющая функцию от освещенности и коэффициента отражения внутренних поверхностей. Выбор внутренней отделки цеха предопределяет яркостное соотношение элементов интерьера.

Другим важным фактором освещения является видимость, которая зависит от физиологических свойств глаза и, в частности, от адаптации зрения. Работающий может видеть свое рабочее место различно — в зависимости от того, на какие яркости адаптируется его зрение. Например, тень под выступом архитектурной детали в солнечный день кажется черной, а если глаза адаптированы на темноту, то яркость такой тени может создавать дискомфорт зрения.

Следовательно, при решении вопроса освещения и отделки интерьера необходимо применять шкалу кажущихся яркостей, зависящую от адаптации глаз. Пользуясь этой зависимостью, можно при выбранных условиях освещенности и отделке предопределить желаемую по замыслу кажущуюся яркость в конкретных условиях адаптации.

Нельзя создавать резкий контраст между светящейся и глухой поверхностями стен (или потолка), так как он быстро утомляет зрение. Недопустимо также создавать в вестибюлях чрезмерную освещенность, так как, настроившись в вестибюле на высокую яркость, человек при входе в производственное помещение будет неизбежно ощущать недо-

статочную освещенность. Для устранения этого ощущения пришлось бы повысить уровень освещенности в цехе, что не всегда требуется и экономически нецелесообразно.

Из сказанного следует, в частности, что не следует применять широкие простенки в наружных стенах вследствие резкого контраста в яркости глухих и остекленных участков. Целесообразно применять дифференцированную по яркости отделку интерьера (например, в вестибюлях при сплошном остеклении нежелательна одинаковая цветовая отделка торцовых и продольной стен). Предпочтение необходимо отдавать светлой окраске пола, так как отраженный от пола свет устраняет резкий контраст между светящейся и глухой частями потолка. Технологическое оборудование, постоянно попадающее в поле зрения работающих, следует окрашивать в светлые тона.

По экономическим соображениям и архитектурным особенностям современных промышленных зданий система освещения должна быть гибкой и универсальной, с максимальным использованием естественного света.

В зданиях большой площади наиболее целесообразны для естественного освещения зенитные фонари в виде световых плафонов из органического стекла или стеклопластиков. По форме и размерам они должны быть взаимозаменяемы с глухими плитами покрытия и со светящимися панелями искусственного света.

Световые плафоны и светящиеся панели искусственного освещения, дополняя друг друга, создают концентрированное освещение в течение всего рабочего времени (искусственное освещение восполняет недостаток естественного освещения) и в то же время придают новый вид интерьеру.

При тщательном подборе источников искусственного света по спектру и яркости излучения подобного естественному можно обеспечить кондиционированное освещение. Источники люминесцентного света монтируют в конструкции интерьера скрытыми. В этом случае у рабочих возникает иллюзия, что свет с обеих сторон одинаковый, хотя с одной стороны световой поток поступает через действительное окно, а с другой — через искусственное.

Световые плафоны рациональны и с точки зрения обогащения внутренней среды зданий естественным ультрафиолетовым облучением. Их конструкция должна позволять легко открывать колпаки в сухое время года. Это тем более важно, что эритемных ламп, компенсирующих недостаточность инсоляции, пока выпускается мало, а гигиенисты еще не выработали точной дозировки искусственного ультрафиолетового облучения. К этому следует добавить, что эксплуатация световых плафонов обходится значительно дешевле, чем традиционных фонарей; осветительная площадь плафонов примерно в 3—4 раза меньше, чем у фонарей.

В последние годы часто применяли сплошное остекление наружных стен промышленных зданий. Однако строительство зданий со сплошным остеклением во многих случаях приводит к необоснованно большим единовременным и эксплуатационным затратам. Сплошное остекление имеет и другие недостатки. Во-первых, рабочие, находящиеся вблизи боль-

шого окна, адаптируются на высокую яркость, что утомляет их зрение, во-вторых, для обеспечения достаточной освещенности рабочих мест, удаленных от окон, приходится затрачивать электроэнергию на дополнительное искусственное освещение. Кроме того, из-за сплошного остекления зимой помещения переохлаждаются, а летом перегреваются. Таким образом, по условиям светотехники и экономики целесообразно ограничить применение сплошного остекления. Необходимо повышать уровень расположения подоконников, что позволит сократить площадь остекления и улучшить распределение естественного света в помещении. Целесообразно также заполнять оконные проемы светорассеивающим стеклом, которое в результате перераспределения светового потока создает более равномерное освещение и позволяет уменьшить без ущерба уровень искусственного освещения в цехах днем.

Остекленные поверхности обеспечивают композиционную и зрительную связь помещений с окружающей природой, что избавляет работающих от ощущения изолированности и обогащает интерьер помещения. Для этого используют сплошное остекление торцовых стен, а также узкие остекленные ленты, располагаемые на уровне глаз работающих.

Стекло и пластмассы в интерьере

Изделия из стекла и пластмасс, которые могут придать конструкциям легкость, изящество и художественную выразительность, широко используют для отделки интерьеров промышленных зданий. Особенно эффективно применение в наружных и внутренних ограждениях обычных и цветных стеклоблоков, значительно оживляющих интерьер помещений.

Стеклоблоками целесообразно заполнять световые проемы зданий с неблагоприятным температурно-влажностным режимом (в цехах химической, текстильной, кожевенной и пищевой промышленности).

Перспективными изделиями являются стеклопакеты, повышающие светопрозрачность ограждения. Они обеспечивают хорошую теплозащиту и звукоизоляцию помещений и вместе с тем улучшают их внутренний вид.

Выпускаемое отечественной промышленностью профильное стекло можно эффективно использовать для заполнения оконных проемов, а также для устройства перегородок в помещениях с особыми условиями чистоты. Профильное стекло придает интерьеру спокойный и привлекательный вид.

Большие преимущества имеют теплопоглощающие и теплоотражающие сорта стекла, позволяющие значительно уменьшить перегрев помещений от солнечной радиации. Особенно целесообразно заполнять теплозащитным стеклом проемы зенитных фонарей.

В интерьерах производственных зданий с высокими гигиеническими требованиями можно использовать крупногабаритное цветное закаленное стекло, покрытое керамическими красками.

Целесообразно применять стекло и для облицовки внутренней по-

верхности стеновых панелей; для этой цели используют, например, стеклянные коврово-узорчатые плитки.

Современный и привлекательный вид имеют производственные помещения, отделанные пластмассовыми материалами, которые обладают высокими санитарно-гигиеническими качествами, поэтому для поддержания чистоты требуются относительно небольшие затраты.

Поскольку промышленные здания разнообразны по размерам, приемам конструктивных решений, применяемым материалам и системам обеспечения заданного микроклимата, создается и различная композиция интерьеров с применением соответствующих отделочных материалов.

Нижние участки стен и колонн, особенно в тех зданиях, где они подвергаются механическим воздействиям, целесообразно отделывать полимерными листовыми или пастообразными материалами соответствующих тонов.

Целесообразно применять стеклопластики для заполнения стен и покрытий производственных зданий. Заполнять их можно отдельными листами или многослойными панелями. Светопрозрачные ограждения из стеклопластиков (особенно цветных) придают зданию красивый внешний вид, а интерьеру — архитектурно-художественную выразительность и ощущение широты и пространства.

На архитектуру интерьеров производственных помещений большое влияние оказывает вид полов. Чаще всего в промышленных зданиях устраивают монолитные бетонные, асфальтовые и деревянные торцовые полы. Однако почти все они негигиеничны (быстро загрязняются), поглощают большое количество падающей световой энергии и непривлекательны. Так, асфальтовый или загрязненный пол поглощает до 90% падающей световой энергии.

К числу новых видов покрытий полов, получающих распространение в последние годы, следует отнести бесшовные покрытия на основе полимеров: поливинилацетатные, полимерцементные и пластбетонные, а также полимерные рулонные материалы: поливинилхлоридный и резиновый линолеумы (из этих материалов можно изготавливать и плитки). Указанным покрытиям полов можно придавать различные цвета.

Архитектурно-художественные качества производственных интерьеров прямо зависят от примененных для отделки материалов и качества отделочных работ. Правильно выбранные материалы, улучшая общий вид интерьера, повышают долговечность здания и облегчают процесс поддержания в помещениях чистоты.

При выборе вида отделки предпочтение следует отдавать материалам светлых тонов, что позволяет за счет отраженного от внутренних поверхностей света увеличить освещенность рабочей плоскости цеха на 15—20%.

Мебель и естественная зелень в интерьере

В архитектуре интерьера промышленных зданий большую роль играют формы и цвет вспомогательного оборудования и мебели. Сюда относятся столы для слесарей, сборщиков и монтажников, стулья, табуре-

ты, шкафы, тумбочки и стеллажи для деталей и хранения заделов, тара для готовых деталей и отходов, стенды для чертежей и таблиц и т. д. Все эти элементы должны иметь красивые и лаконичные формы, быть удобны для работы и рационально размещены на рабочем месте.

Основой разработки производственной мебели является принцип секционности и взаимозаменяемости деталей, позволяющих собирать все виды мебели и вспомогательного оборудования. Производственную мебель следует унифицировать в соответствии с размерами технологического оборудования и с учетом модуля помещения.

Большую роль в композиции производственного интерьера играет внутрицеховое озеленение: оно повышает художественную выразительность интерьера, являясь при групповом расположении архитектурным акцентом. Декоративная зелень является более эффективным средством по сравнению с отделкой яркими облицовочными материалами и служит одним из хороших приемов установления связи работающих с природой. Особенно желательно вводить декоративное озеленение в цехах химических заводов, насаждая в них газоустойчивые растения.

Для того чтобы озеленение в цехах не затрудняло движения внутрицехового транспорта, располагать зеленые композиции целесообразно группами вдоль пешеходных путей и наружных стен, около входов, в вестибюлях и зонах отдыха (рис. VIII-5, а, б). Рекомендуется устраивать также зеленые стенки по решетке и оконным проемам. Равномерно размещенные по цеху небольшие группы декоративной зелени сглаживают монотонный порядок однотипных конструктивных элементов интерьера.

Места отдыха рекомендуется размещать между колоннами вдоль цеха и на участках, имеющих хорошую связь с внутренним пространством. Предусматриваемая здесь декоративная зелень снижает усталость и нервное напряжение рабочих.

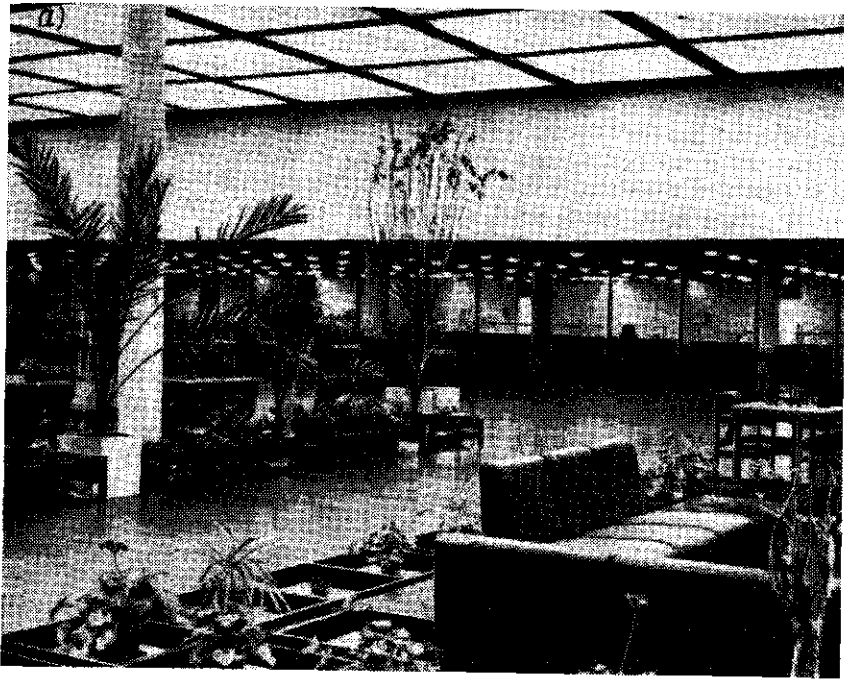
В зонах отдыха иногда предусматривают также замощенные участки, декоративные водоемы, а стены и перегородки облицовывают материалами, примененными для отделки фасадов.

Хорошим приемом оживления интерьера является посадка зелени и цветов за окнами у наружных стен, а также создание озелененных внутренних двориков, видимых через остекление.

Организация рабочего места

Важной задачей технологов и художников-конструкторов является организация рабочего места, как составляющего элемента общего производственного интерьера. Рабочее место — это участок производственной площади с технологическим оборудованием, обслуживаемым одним или несколькими рабочими, с набором инструментов, приспособлений и вспомогательных средств.

Рабочее место должно быть распланировано рационально, хорошо освещено и цельно по пластическому цветовому решению, с удобным



размещением инструмента, вспомогательного оборудования, заготовок и деталей.

Художественно-конструкторской отработкой технологического оборудования, инструмента, приспособлений занимается техническая эстетика. Помимо придания этим элементам красивой формы целями такой отработки являются: создание удобств управления и пользования указанными элементами, устранение лишних движений рабочего, улучшение условий наблюдения за показаниями приборов, сокращение времени подготовительных и заключительных операций в ходе работы и в конечном счете повышение производительности труда.

Условия труда на рабочих местах можно значительно улучшить, используя достижения эргономики. Эргономика — научное направление, возникшее на стыке технических наук, психологии, физиологии, гигиены. Она использует также данные анатомии, биомеханики, токсикологии, антропометрии и биофизики.

Эргономика изучает функциональные возможности и особенности человека в трудовых процессах с целью создания оптимальных условий, в которых труд становится более производительным и здоровым и открываются новые возможности для интеллектуального и физического развития рабочих. На рис. VIII-6 и VIII-7 показаны размерные соотношения элементов рабочего места в соответствии с данными эргономики.

Подлинно комфортные условия труда можно создать при условии, если работоспособность человека оценивается не только по количественным и качественным показателям выполнения задания, но и по физиологическим сдвигам в организме, которые позволяют судить о том, каким внутренним напряжением достигнуто это выполнение.

Оценивая среду производства, эргономика подразделяет условия, определяющие степень комфорта, на четыре типа (рис. VIII-8):

А. Невыносимые условия, в которых человеческий организм не может существовать; для работы в этих условиях требуется изолировать организм от вредной внешней среды, например, посредством герметизации (устройства для подводных работ, скоростные самолеты и т. п.).

Б. Некомфортные условия, когда существенно отклоняется от нормы один из элементов внешней среды (трудовая обстановка в цехах доменного производства, в литейных, кузнечных, термических, гальванических, цехах лакокрасочных покрытий и в других вредных производствах).

В. Комфортные условия, когда все элементы находятся в достаточном соответствии с потребностями организма человека.

Г. Высший комфорт — все элементы находятся в наилучшем соотношении.

Важным фактором организации рабочего места является обеспечение соответствующего фона для различных зрительных работ. Для чтения черного шрифта, например, более целесообразным является белый фон, и, наоборот, для обработки светлых деталей фон должен быть темным. Пестрый фон на рабочем месте применять не рекомендуется. Так, металлическая ограждающая сетка фоном служить не может.

Рис. VIII-5. Использование озеленения в композиции промышленных зданий:

а — в цехе; б — около входа (в вестибюле)

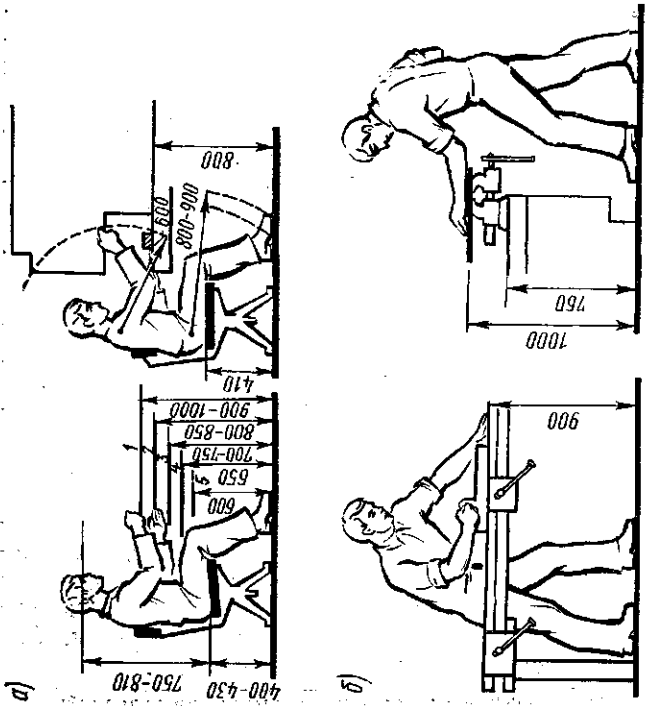
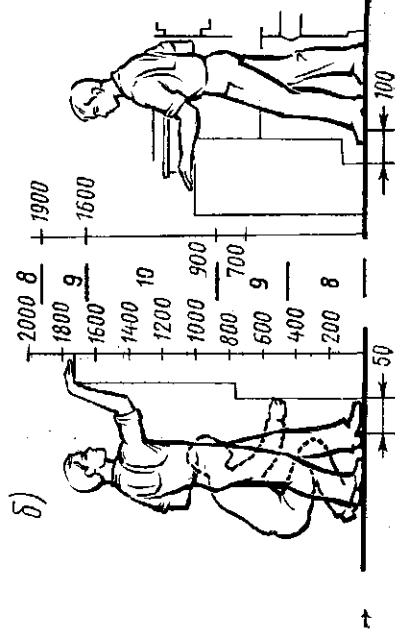
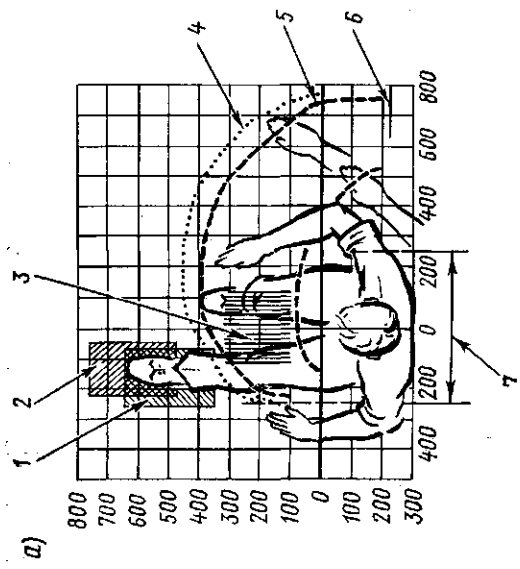


Рис. VIII-6. Размеры элементов рабочего места:
 а — высота стола при различной работе и пространство у обрабатываемого станка; б — оптимальная высота верха стола; 1 — высота на машинах; 2 — то же, обычного рабочего; 3 — то же, для пишущей машинки; 4 — наименьшая высота для ног

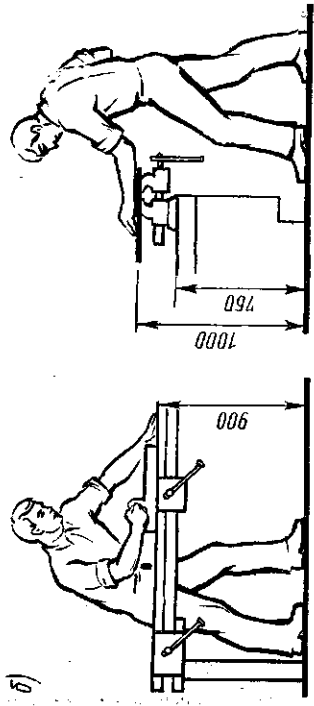


Рис. VIII-7. Размеры элементов рабочего места:
 а — оптимальная рабочая зона при сидячем положении работающего; б — оптимальная высота стеллажа; 1 — зона для педали регулировки; 2 — зона для педали включения; 3 — оптимальная рабочая зона; 4 — с учетом длины пальцев; 5 — край стола; 6 — зона досягаемости; 7 — наименьшее расстояние для колен; 8 — неудобная зона; 9 — менее удобная зона; 10 — удобная зона

Оптимальные условия на рабочем месте немислимы без хорошей вентиляции, которая создает микроклимат в помещении. При хорошем микроклимате человек чувствует себя бодрым, становится оживленным, активным; при плохом, наоборот, у работающих нередко наблюдается вялость и угнетенность. Оптимальные параметры воздушной среды в помещениях указаны в разделе «Метеорологические условия в производственных помещениях» (см. гл. III).

На рабочем месте рекомендуется создавать динамический климат с определенными перепадами параметров среды, тренирующий терморегуляционный аппарат и тонизирующий нервную систему. Одной из мер оптимизации воздушной среды является устранение неприятных запахов.

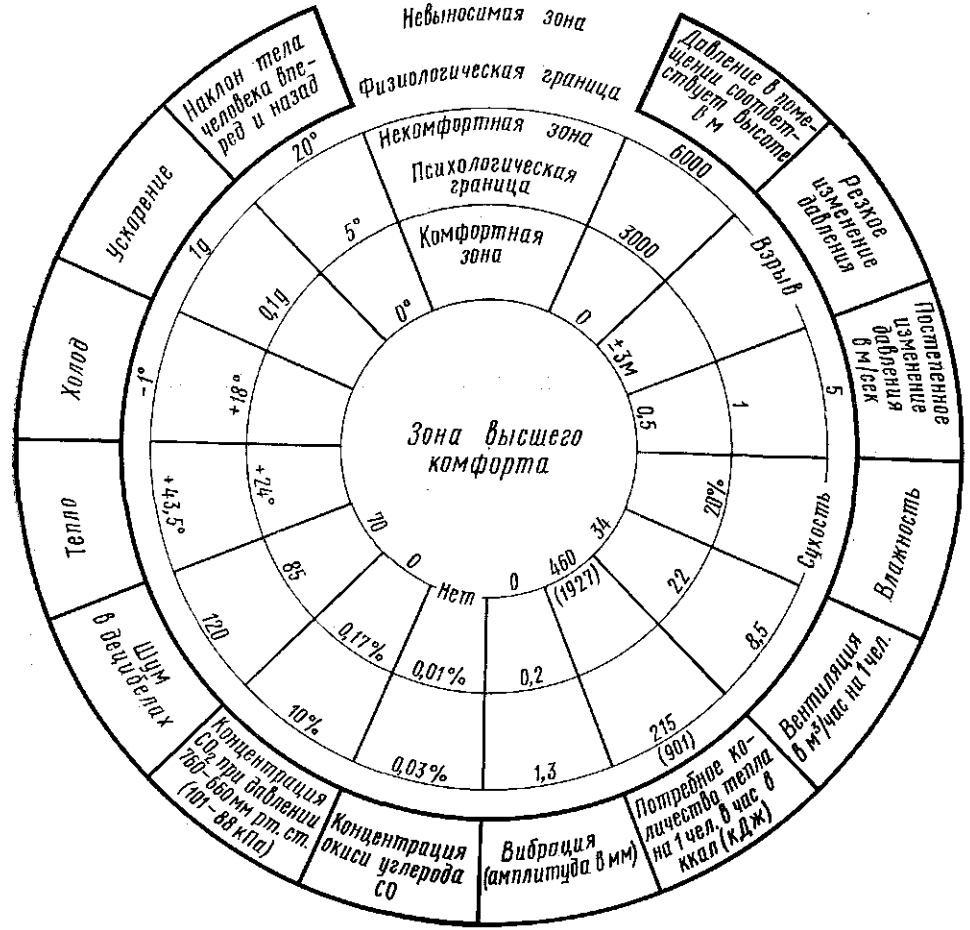


Рис. VIII-8. График условий комфорта на рабочем месте

Производственная графика предназначена для обеспечения безопасных условий труда и технологической последовательности выполнения производственных процессов. Кроме того, она помогает ориентации в производственной среде и пропаганде передовых методов труда, служит цели политической агитации и воспитанию работающих.

Вместе с тем производственная графика, являясь элементом интерьера, в значительной степени характеризует эстетический уровень предприятия.

Элементы цеховой графики подразделяют на четыре группы:

графика обеспечения безопасности и ориентации в производственной среде — знаки, сигналы, указатели и плакаты, пропагандирующие безопасные приемы работы, а также кодовые обозначения;

графика средств информации технологического назначения, используемая для руководства технологическими процессами, предупреждения ошибок, раскрытия особенностей технологии производства и предоставления справочных материалов. Эта графика имеет вид текстовых и иллюстрированных таблиц;

графика средств производственной информации — стенды с текстовой информацией заводской и цеховой администрации и общественных организаций, показатели выполнения плана работ, сдачи продукции и т. п.;

графика средств наглядной агитации и пропаганды — стенды, отображающие производственную и общественную деятельность коллектива цеха или участка, стенды политического содержания, воспитывающие в трудящихся трудовой энтузиазм и высокую гражданственность.

Средства информации в зависимости от содержания располагают в определенных местах и зонах цеха. Не следует увлекаться обилием информации и разнообразием ее форм и цветов, так как это может внести в интерьер цеха нежелательную пестроту, ухудшить его эстетический облик.

На рабочих местах следует размещать только строго необходимые инструкции по технике безопасности и технологического содержания. Цветовое решение инструкций должно быть унифицировано для всего предприятия. Так, инструкции по технике безопасности можно выполнять черным шрифтом на белом фоне, красным на белом фоне или белым на желтом фоне. Инструкции технологического содержания принято оформлять с применением синего цвета (синий текст на белом или светло-сером фоне, белый текст на синем фоне).

Производственные знаки безопасности подразделяют на запрещающие, предупреждающие, предписывающие и указатели (рис. VIII-9). Такие знаки изготовляют из листовой стали, стеклопластика, прессованного картона и других материалов. Область применения знаков безопасности для конкретных производств устанавливается отраслевыми нормами.

Плакаты по технике безопасности рекомендуется вывешивать группами на специальных стендах.

Информацию по организации производства (администрации, общественных организаций и научно-технического общества) группируют на специальных стендах, располагаемых у входов, в вестибюлях, в местах отдыха и т. д. Информацию администрации и НТО выполняют обычно в холодной гамме цветов в следующих сочетаниях: серый и синий, белый и голубой, серый и черный и т. п. (более светлый цвет применяют



Рис. VIII-9. Примеры производственных знаков безопасности: а — запрещающие; б — предупреждающие; в — предписывающие; г — указатели

для окраски основных поверхностей стенда, темный — для надписей, полос, планок и т. п.).

Информацию общественных организаций рекомендуется выдерживать в теплых тонах в следующих сочетаниях: светло-желтый с коричневым, бежевый с коричневым, светло-серый с малиновым, белый с терракотовым.

Информацию наглядной агитации и пропаганды нужно размещать на стендах, имеющих художественную форму, соответствующую их высокому идейному содержанию. По конструктивному исполнению стенды

могут быть настенными и отдельно стоящими. В композицию стендов рекомендуется вводить озеленение в виде ящиков с цветами и вьющимися растениями.

В последние годы появились удачные примеры использования монументально-декоративного искусства в промышленных зданиях. К хорошим композициям такого рода следует отнести цветные витражи, красочные росписи на стенах, отражающие красоту труда и утверждающие труд во имя мира на земле.

Чистота в помещениях и бытовое обслуживание рабочих

Привлекательность интерьера в немалой степени зависит от чистоты и порядка в помещениях. Без этих начальных условий производственной культуры немислима нормальная работа современного предприятия.

Для борьбы с пылью в цехах предусматривают одновременно несколько мероприятий:

совершенствуют технологические процессы с целью исключения образования пыли и других отходов, герметизируют оборудование;

при транспортировании пылящих материалов герметизируют кораба, транспортеры, шнеки и другие устройства;

обеспечивают четкую работу вентиляции — стремятся удалить пыль и газы в месте их возникновения, так как местная вытяжная вентиляция эффективнее общей; используют установки кондиционирования воздуха;

для лучшей организации очистки помещений от пыли и отходов устанавливают строго определенные места складирования отходов и механизуют их уборку;

озеленяют цехи и заводскую территорию, поскольку зелень препятствует распространению газов и пыли.

На заводах имеется много примеров хорошей организации борьбы с пылью. Так, в местах сильного выделения пыли устанавливают форсунки для распыления воды с целью осаждения пыли (распылителем является сжатый воздух). На некоторых предприятиях работают отсасывающие агрегаты, которые устанавливают на суппорты токарных станков (стружка и пыль попадают в циклон, а оттуда в стружкосборник), и установки по переработке отходов. В крупных механических цехах стружку от металлических изделий высыпают в бункер, смонтированный в пол, а из бункера транспортерной лентой она подается в стружколомательные установки.

Над проблемой обеспечения чистоты на предприятиях работают научные организации. Так, в Оргстанкинпроме разработаны ручная пневмомеханическая щетка, промышленный электропылесос и другие механизмы по уборке помещений. В Гипротисе разработано приспособление с вращающейся щеткой для очистки окон, гидроподъемники для подхода к остекленным поверхностям.

Одним из способов борьбы с запыленностью стен и покрытий является применение новых типов красок. Во ВНИИ новых строительных материалов разработан состав краски, которая отталкивает положительно заряженные частицы пыли (производственная, городская и сельская пыль, как правило, заряжены положительно), большинство же обычных красок заряжено отрицательно, поэтому они притягивают частицы пыли.

Важное место в повышении культуры производства занимает рабочая одежда. От нее в значительной степени зависят самочувствие работающего, его здоровье и в конечном счете производительность труда.

Неудобный рабочий костюм сковывает движения, преждевременно утомляет человека и иногда служит причиной несчастных случаев. Рабочий костюм должен быть удобным, простым, красивым и недорогим.

Каждая профессия предъявляет к рабочей одежде свои требования. Рабочих одних специальностей спецодежда должна защищать от воздействия тепла в лучистом или конвективном виде, других — от воздействия холода и воды и т. д. Поэтому для каждой спецодежды должен быть выбран материал с определенными физическими, химическими и эстетическими свойствами.

Высокая культура производства предусматривает также образцовое обслуживание работающих в бытовых помещениях. Даже при экономных нормах обеспечения рабочих бытовыми и вспомогательными помещениями есть возможность превратить их в светлые, чистые залы, оснащенные современным санитарно-техническим оборудованием, простой и удобной мебелью, хорошо озеленить их.

Особая роль в улучшении условий труда принадлежит мерам по снижению вибраций и шума в цехах (см. гл. XIX), рациональной и красивой цветовой отделке интерьера, выбираемой с учетом всех элементов архитектурно-художественной композиции производственного интерьера (см. гл. IX).

Как упоминалось выше, одной из мер оптимизации акустической среды на производстве может явиться музыка. В частности, положительное значение имеет трансляция музыки в течение обеденного перерыва, дающая людям заряд бодрости для работы во второй половине смены. Особенно это важно для предприятий с ночными сменами. Хорошая музыка, в первую очередь народная, снимает нервное напряжение, утомление от однообразных операций при работах, выполняемых в высоком темпе.

Эстетизация производственной среды и экономика

Интерьеры советских производственных зданий должны иметь хороший микроклимат и обладать высокими архитектурно-художественными качествами.

Настроение и самочувствие рабочих улучшается, а производительность труда и качество продукции повышаются во многом благодаря

правильно найденным формам помещений, целесообразной окраске строительных конструкций и технологического оборудования, полноценным системам освещения и воздухообмена, хорошей организации рабочего места и чистоте в помещениях.

Ниже приведены ориентировочные данные, позволяющие судить об экономической эффективности научной организации производственного пространства. Производительность труда повышается:

на 5—10%, если улучшены условия освещения (остекление регулярно очищается и источники искусственного света удобно расположены);

на 5—15%, когда применена функциональная окраска элементов интерьера;

на 5—10%, если функционирует научно обоснованная система вентиляции;

на 5—10%, когда снижен до нормы производственный шум;

на 10—14%, если в течение 1 ч за рабочую смену транслируется хорошая музыка.

Чистота в помещениях, улучшая санитарно-гигиенические условия, способствует бесперебойной работе технологического оборудования (особенно автоматических линий) и повышению качества выпускаемой продукции.

Создание хороших производственных условий способствует поддержанию бодрого настроения работающих, что, по данным психологов, повышает работоспособность человека на 1—4%, тогда как при плохом настроении она снижается на 3—15%.

Установлено также, что наличие в интерьере сигнально-предупредительной окраски снижает число несчастных случаев на производстве до 50%.

Значительный экономический эффект приносит художественно-конструкторская отработка технологического оборудования. Экономия достигается здесь путем снижения веса, упрощения конструкции и монтажа оборудования, более легкого и удобного обслуживания и ремонта его. Удобное расположение органов управления и контроля также облегчает условия труда и сокращает время на подготовительные и заключительные операции в ходе работы.

Внедрить в производство рассмотренные элементы архитектурно-художественной композиции и технической эстетики легче при проектировании и строительстве новых предприятий. Но и в условиях действующего предприятия имеются возможности улучшения интерьера производственных помещений.

Например, очистка стен помещений от наслоений пыли и грязи, освобождение их от старых коммуникаций и элементов их крепления, восстановление разрушенных участков пола, приведение в порядок системы внутреннего водоотвода с покрытия и т. д. в комплексе с перепланировкой оборудования, рациональной цветовой отделкой интерьера, улучшением освещения, вентиляции и наведением чистоты позволяют коренным образом преобразовать производственные цехи.

Чистота и порядок на территории предприятий тоже в значительной степени способствуют повышению культуры производства. Внешнее благоустройство территории должно включать в себя следующие элементы:

устройство удобных и красивых подъездов и подходов к предприятию и отдельным цехам, выделение безопасных путей движения людских потоков, устройство переходов в опасных местах, художественное оформление проходных;

выделение достаточных площадей под озеленение (под густолиственные породы, газоны и клумбы). В комплексе с озеленением можно предусматривать фонтаны, бассейны и скульптуру;

организацию зон отдыха и спортивных площадок;

устройство стоянок общественного и личного транспорта с удобными въездами и выездами;

установку в соответствующих местах красивых наружных светильников;

красивую окраску ограждения предприятия;

установку в доступных местах щитов наглядной агитации, досок почта, газетных и рекламных витрин и т. п.

Г Л А В А

IX ЦВЕТ В ИНТЕРЬЕРАХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Основные положения

Цвета, окружающие человека повсюду, вызывают у него те или иные эмоции: радость или грусть, бодрость, активность или, наоборот, утомление и т. д. Почти каждый из цветов, которыми насыщена природа, необходим для человека.

Трудовая деятельность людей большинства профессий протекает в искусственных сооружениях, частично или полностью скрывающих от него красоту многоцветного природного окружения. «Разрушить» это сковывающее человека впечатление монотонности и создать наилучшие условия труда можно с помощью цветовой отделки интерьеров производственных помещений.

С помощью цвета в интерьерах производственных зданий можно решать не только художественно-эстетические, но и функционально-утилитарные задачи.

Функционально-утилитарное использование цвета имеет целью обеспечение оптимальных условий зрительной работы и производственной среды, уменьшение опасности технологического процесса и облегчение условий эксплуатации оборудования. Для этого применяют психофизиологические оптимальные цвета, создают наилучшие яркостные соотношения в поле зрения, компенсируют неблагоприятные условия технологического процесса, климата и микроклимата, организуют оптимальные фоны обрабатываемых изделий и восприятия органов управления оборудованием, вводят сигнально-опознавательную окраску оборудования, транспорта и коммуникаций.

Художественное использование цвета предполагает композиционное объединение элементов интерьера, положительное эмоциональное воздействие на работающих и корректировку пространства и пропорций помещений.

Большая польза от рациональной цветовой отделки производственного интерьера подтверждается многими фактами повышения производительности труда работающих, улучшения качества продукции и сокращения производственного травматизма. Вместе с тем цветная отделка

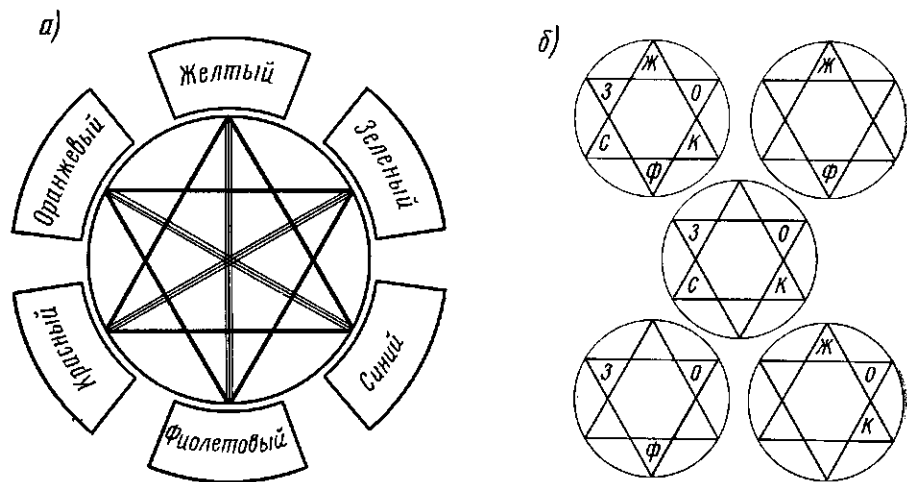


Рис. IX-1. Цветовой круг (а) и основные контрастные гармонии (б)

приводит к положительным результатам лишь в случаях, когда она решается в комплексе с другими мероприятиями, способствующими созданию оптимальных условий для работы.

Задачей специалистов (архитекторов, физиологов, психологов, инженеров, гигиенистов), занимающихся разработкой цветовой окраски интерьеров, является создание в цехах оптимального цветового климата, под которым понимают художественно осмысленное, рационально подобранное с учетом психофизиологических требований сочетание цветов в помещениях.

Встречающиеся в природе цвета разделяют на ахроматические и хроматические. Ахроматические цвета (белый, серый и черный) отличаются один от другого только светлотой. Хроматические (все цвета, кроме белого, серого и черного) отличаются друг от друга, кроме того, по цветовому признаку.

Хроматические цвета, расположенные по кругу в спектральном порядке между фиолетовым и красным, образуют цветовой круг (рис. IX-1, а).

Цвета, находящиеся в круге рядом, образуют гармоническое сочетание, которое может состоять из двух, трех или более цветов, а цвета,

расположенные диаметрально один против другого, называют взаимно дополнительными.

Оптическое смешение любой пары взаимно дополнительных цветов солнечного спектра в равном отношении теоретически дает белый цвет, а помещенные рядом, эти цвета обладают способностью усиливать друг друга.

В природе встречается множество цветов и оттенков, каждому из которых иногда затруднительно найти название или дать словесную характеристику. К тому же один и тот же цвет, рассматриваемый в различных условиях освещения, цветового окружения, времени года, воспринимается по-разному.

Для более точного и всестороннего определения любого цвета и оттенка, понятного и равнозначного для всех и в любых условиях, цвет характеризуется тремя параметрами: цветовым тоном (длиной волны), насыщенностью (чистотой) и яркостью (светлотой). Несовпадение любого из этих параметров указывает, что перед нами два различных цвета.

Цветовой тон, определяемый длиной волны, является основным свойством каждого хроматического цвета. Степень отличия хроматического цвета от ахроматического той же светлоты называют насыщенностью цвета, которая зависит от степени «разбавления» спектрального цвета белым. Чем больше примеси белого, тем менее насыщенным становится цвет. Примером цветов одинакового цветового тона, но разной насыщенности может служить неравномерно выгоревшая на солнце окрашенная бумага или материя.

Цветовой тон и насыщенность характеризуют цветность объекта. Яркость цвета зависит от общего светового потока, падающего на объект. Цветовой тон и насыщенность характеризуют цвет с качественной стороны, а яркость — с количественной.

Различие между цветовыми тонами, называемое цветовым контрастом, становится более заметным с увеличением расстояния между цветами в круге (рис. IX-1, б). Максимальный цветовой контраст наблюдается между парой взаимно дополняющих цветов (например, между красным и зеленым). Это свойство цветов используют в отделке интерьеров; так, при желании создать спокойный цветовой контраст применяют цвета, расположенные в цветовом круге рядом или в одной его четверти, а если хотят оформить интерьер на больших цветовых контрастах, прибегают иногда к взаимно дополнительным цветам.

Цветовые пятна с одинаковой цветностью могут иметь разную яркость, т. е. одни из них могут казаться светлее или темнее других. Этот контраст относят к яркостным. Эффекты яркостного контраста используют в случае необходимости выделить в помещении детали сигнального назначения. Яркостный контраст может компенсировать такие недостатки зрения у работающих, как неполное цветовосприятие.

Использование в интерьере одновременного контраста (и цветового, и яркостного) дает возможность зрительно исправить недостатки конфигурации помещения, например удлиненное помещение будет казаться более коротким. Явление одновременного контраста проявляется тем сильнее, чем выше цветовой и яркостный контрасты, взятые вместе.

Любой цвет на фоне своего дополнительного выигрывает в насыщенности, а на фоне одинакового с ним цветового тона, но более насыщенного, теряет в насыщенности. На светлом фоне всякий более темный цвет темнеет, на темном фоне светлый цвет кажется еще светлее.

На восприятие цвета большое влияние оказывает явление так называемого последовательного цветового контраста. Если долго смотреть на какой-нибудь хроматический цвет и затем перевести взгляд на белую бумагу, то некоторое время она будет казаться слегка подцвеченной в цвет, дополнительный к ранее виденному.

Существует несколько способов определения цветовых характеристик того или иного цвета. Более простым и распространенным, хотя и недостаточно точным, является способ непосредственного сравнения определяемого цвета с образцами цветов, помещенных в атласах. Каждому цвету дана характеристика. Например, изумрудно-зеленый цвет образца № 10.1 характеризуется коэффициентом отражения 52%, длиной волны излучения 490—530 нм и чистотой 0,15.

Взаимосвязь цвета и света

Весь окружающий человека мир материальных вещей и их цвета могут быть восприняты лишь при освещении. Игра света и тени дает человеку возможность оценить объемность предметов, окраску же они приобретают в лучах падающего на них света.

Свет и цвет неразрывно связаны между собой. Любое зрительное ощущение неотделимо от ощущения цвета; при слабом освещении адаптированное к темноте зрение воспринимает все цвета ахроматическими, а при более сильном освещении адаптированное к свету зрение различает все многообразие хроматических и ахроматических цветовых тонов.

При создании цветной композиции интерьера необходимо считаться с физической стороной отражения и поглощения светового потока поверхностями. Падающий на тело световой поток в большинстве случаев распределяется на три части: часть отражается от его поверхности, часть потока пропускается телом и часть поглощается. Количественная сторона этих частей зависит от характеристики цвета и интенсивности освещения.

Для создания композиции интерьера промышленного здания недостаточно установить только уровень освещенности — большое значение имеют вопросы цветопередачи источников света. Цвет поверхности ограждающих конструкций (потолка, стен и пола) зависит от освещения и воспринимается по-разному в зависимости от спектрального состава светового потока, попадающего на эту поверхность.

Из всех источников искусственного света более точной цветопередачей обладают люминесцентные лампы, так как они имеют спектральный состав, близкий к солнечному свету (свет некоторых из них подобен свету солнца в пасмурный день). При освещении люминесцентными лампами цвета получают голубовато-зеленоватый оттенок; хорошо смот-

рятся голубой и голубовато-зеленый, зеленый и голубовато-фиолетовый цвета; оранжевый цвет, наоборот, кажется грязным, так как он является дополнительным к голубому.

Внимательно следует выбирать источники искусственного освещения для залов приема пищи, так как при неестественном (необычном) цвете пищи может снизиться аппетит.

Комбинируя источники искусственного света, можно добиться хорошего восприятия всех цветов интерьера. При проектировании освещения и цветности поверхностей ограждающих конструкций необходимо учитывать, что многократно отраженные тона световых потоков существенно меняются. И только средний конечный свет, являющийся суммой всех обменов, определяет красочную среду интерьера.

Восприятие цвета интерьера зависит от отражательных качеств ограждений. При увеличении коэффициента их отражения общая освещенность помещения увеличивается при той же мощности источников света. Так, увеличение отражательной способности пола с 10 до 30%, потолка с 10 до 40%, стены с 50 до 60% повышает на 12% освещенность и на 77% яркость поля зрения.

Коэффициенты отражения поверхностей в зависимости от их положения в пространстве рекомендуется принимать следующие:

в случае расположения в верхней зоне интерьера: потолки — 60—90%; открытые фермы, балки и ригели покрытий, стены и перегородки в пределах межферменного пространства, мостовые и подвесные краны, подвесные конвейеры — 50—90%;

при расположении в средней зоне: стены, перегородки, колонны, отдельные части антресолей, этажерок и обслуживающих площадок, ворота, двери — 40—90%; технологическое оборудование, средства напольного транспорта — 25—55%;

при расположении в нижней зоне: полы, цокольные участки стен и перегородок, фундаменты оборудования — 20—45%.

Психофизиологическое воздействие цвета

В проекте окраски интерьера производственного помещения кроме эстетической роли цвета необходимо учитывать его психофизиологические свойства. Влияет цвет на психику человека весьма разнообразно. Как известно, цвет способен придать среде или предмету впечатление тепла или холода, легкости или тяжести, вызывать у человека чувство радости или печали и т. д.

В сознании человека ряд цветов ассоциируется с цветом неба, моря, льда, а ряд других — с огнем, цветами земли и солнца. Поэтому синий, голубой, зеленый, фиолетовый цвета и их оттенки условно называют холодными, а красный, желтый, оранжевый цвета и их оттенки — теплыми тонами. Названные цвета действительно могут вызвать впечатление тепла или холода. Жалобы на холод чаще бывают в помещениях, окрашенных в белые, голубые или зеленые тона, нежели в тех же помещени-

ях, перекрашенных в желто-красные, оранжевые и розовые тона. Исследования показали, что ощущение тепла или холода под воздействием тех или иных цветов — явление чисто психологическое и на изменение температуры человеческого тела не влияет.

Теплые тона помимо иллюзии тепла вызывают у человека состояние возбужденности (особенно красный цвет — цвет огня, крови, цвет опасности), а холодные тона помимо ощущения холода — состояние покоя (зеленый цвет считается цветом зеленых полей, лесов). Подмечено также, что светло-красные тона вызывают радость и бодрость, а блеклый, серый и темные цвета — чувства уныния, порой безысходности.

Известно и то, что светлые тона вызывают ощущение легкости, а темные — тяжести. Были случаи, когда рабочие-грузчики жаловались на чрезмерную тяжесть переносимых ящиков, окрашенных в темный тон, тогда как светлые ящики тех же размеров и веса жалоб не вызывали.

В практике проектирования интерьеров часто используют свойства цветов приближать или отдалять окрашенные элементы. Светлые, малоинтенсивные цвета относятся к отступающим — они как бы увеличивают внутреннее пространство. Темные насыщенные тона, наоборот, иллюзорно уменьшают помещения. Так, применяя соответствующие цвета, можно приблизить или отодвинуть какую-нибудь плоскость стены, потолка, т. е. улучшить вид длинного и узкого помещения.

Необходимо учитывать, что цвет теряет свою интенсивность при окраске больших площадей.

Один и тот же тон в интерьере, занимающий различное положение в пространстве, может приобретать различный психологический характер. Так, светло-желтый пол может создать представление о хрупкости, тогда как тот же тон наверху стен вызывает мысль о свете, о широком открытом пространстве.

Большую роль играют относительные величины плоскостей разного цвета. При выборе цветов это обстоятельство необходимо учитывать, иначе можно получить результаты, противоположные задуманным. «Яркий тон в малых количествах подобен соли в пище: соль в большом количестве портит вкус блюда, а цвет нарушает гармонию» (М. Дерибере).

Яркими примерами физиологического воздействия цвета на человека являются стимулирующее действие желтого цвета, успокаивающее действие зеленого цвета и нервозность некоторых людей, происходящая от воздействия красного цвета.

Психологические и физиологические свойства цветов и их воздействие различные исследователи описывают не всегда одинаково. Приведем наиболее распространенные суждения о свойствах основных цветов, высказанные в литературе по цветоведению.

Красный — цвет раскаленного металла, огня и крови — возбуждающий, настораживающий, вызывающий тепло, увеличивает мускульное напряжение, давление крови и ритм дыхания, способствует кратковременной концентрации физических сил.

Зеленый — цвет природы — успокаивающий, имеет благоприятные психофизиологические характеристики, несколько уменьшает давление

крови и расширяет капилляры, понижает зрительно-нервное напряжение, способствует длительной работоспособности.

Желтый — цвет солнца, располагающий к хорошему настроению, стимулирует зрение, а следовательно успокаивает нервы.

Оранжевый — цвет раскаленный, горячий — стимулирует к активной деятельности, согревает, бодрит, улучшает настроение.

Голубой — цвет неба и воды, успокаивающий, своей свежестью и прозрачностью бодрит, может побуждать к размышлениям.

Синий цвет напоминает о воде, дали, о холоде, он свеж и прозрачен, уменьшает физическое напряжение, может регулировать ритм дыхания и успокаивает пульс.

Коричневый — теплый цвет, выражает крепость и устойчивость, но способен вызывать мрачное настроение.

Фиолетовый — цвет утомленности и беспокойной взволнованности, вызывает чувство печали.

Белый — цвет холодный, если его не смешивать с теплым цветом, символизирует чистоту.

Черный — мрачный и тяжелый цвет; резко снижает настроение, но в малых количествах весьма полезен для создания контрастов.

Приведенные отдельные цвета при сочетании их с другими, как говорилось выше, могут несколько изменять характер воздействия на человека. Для примера укажем на результаты исследований Фрилинга и Ауэра (ФРГ) в этой области. Желто-красный, по их мнению, вызывает ощущение радости; оранжево-красный — повышение тонуса, радость; желто-пурпурный — ощущение диссонанса; желто-светло-зеленый — ощущение веселья, бодрости; оранжево-красный — зеленый вызывает активность, деятельность; красный — синий вызывает ощущение динамичности; оранжевый — ультрамариновый — резкое, сильное чувство требовательности; светло-зеленый — красный — ощущение мерцания; светло-зеленый — синий — ощущение пассивности, неясности и неопределенности; бежевый — светло-зеленый порождает ощущение успокоенности; сочетание черного цвета с красным создает впечатление опасности.

Общие принципы цветового решения интерьеров

При выборе цветов интерьера рекомендуется учитывать следующие факторы:

характер технологического процесса, происходящего в помещении (механическая обработка, прокатка, литье, сборка и т. д.);

характер преобладающих работ по степени точности, виду и продолжительности (точная, грубая, умственная, физическая, периодическое или постоянное наблюдение и т. д.);

объемно-планировочное и конструктивное решение здания и геометрические размеры помещений;

эмоциональное воздействие цвета и его функционально-эстетическую роль в композиции интерьера, свойства цветов и их взаимное влияние;

вид освещения (естественное, искусственное или смешанное), источники искусственного освещения (их цветность и спектральный состав) и условия зрительного восприятия;

назначение окрашиваемых элементов (стены, потолок, элементы каркаса, неподвижные или движущиеся части оборудования и т. д.) и их размеры;

цвет и размеры обрабатываемых деталей и способ обработки;

наличие опасных зон и степень опасности технологического процесса;

климатические условия района строительства (температура, влажность) и ориентация светопроемов по странам света;

микроклимат помещений (температура, влажность, газообразование, выделение пыли).

Зависимость цветового климата помещений от многочисленных факторов усложняет вопрос окончательного выбора цветовой отделки, но в каждом случае требуется выделять главные и второстепенные элементы. Основным фактором, определяющим цветовую гамму интерьера, в большинстве случаев является характер производимой в цехе работы.

В целях наиболее эффективного применения цвета работы условно разбиты на несколько групп с соответствующими рекомендациями.

1. Работы, связанные с физическим напряжением, требуют в основном отделки помещений оранжево-розовыми (возбуждающими и стимулирующими) тонами. В поле зрения работающих должны быть, однако, и холодные тона, так как возбуждающие цвета сначала заражают энергией и способствуют работе, а затем требуют расхода сил для преодоления последствий искусственного возбуждения.

2. Тяжелые физические работы, вызывая у человека ощущение избыточности тепла, требуют наличия в производственной среде холодных цветов. По мере повышения интенсивности нагрузки должна возрастать и насыщенность холодных цветов в поле зрения работающих. При очень тяжелой физической работе рекомендуется выдерживать цветовую гамму в холодных насыщенных тонах.

3. Оживленные работы, требующие подвижности тела, ловкости и сноровки, должны проводиться в помещениях, окрашенных в теплые (веселящие) тона. Контрастную гармонию теплых цветов используют и при работах с периодическими интенсивными нагрузками умственного или физического характера.

4. Работы, для выполнения которых требуются общая собранность, напряжение и внимательность, различение мелких деталей, лучше выполнять в помещениях, отделанных в малоконтрастные синеватые или голубовато-зеленоватые холодные тона, уменьшающие напряженность и успокаивающие пульс.

5. При работах высокой точности и умственных требуются малонасыщенные цвета холодных или теплых оттенков в зависимости от особенностей спектрального освещения.

6. Работы, связанные с однообразными операциями, рекомендуется выполнять на фоне зеленых тонов, способствующих длительной работоспособности и сохранению бодрого настроения. При этом в поле зрения

должны попадать в небольшом количестве и возбуждающие тона, вносящие оживление и снижающие однообразие.

Поскольку размеры производственных зданий и отдельных помещений находятся в зависимости от характера технологического процесса, их пропорциональность не всегда является удачной. С помощью цвета можно скорректировать (зрительно изменить) пропорции и композиционные особенности помещений.

Так, окраска высоких помещений большой площади теплыми цветами средней насыщенности позволяет зрительно уменьшить помещение. Низкие и небольшие помещения, если их стены и потолки окрашены в малонасыщенные холодные цвета, наоборот, кажутся более просторными.

Торцовые стены длинных помещений целесообразно окрашивать теплыми цветами повышенной насыщенности, что зрительно уменьшает длину помещений, и, наоборот, при необходимости зрительно увеличить длину небольших помещений торцовые стены окрашивают в холодные малонасыщенные цвета. Чрезмерная высота стен или других элементов интерьера зрительно снижается введением горизонтальных членений, а небольшая высота помещений зрительно повышается вертикальными членениями.

Выбирая гамму цветовой отделки интерьера, нельзя забывать о том, что монотонность цветов неблагоприятно сказывается на условиях труда. Отсутствие или недостаточность контраста между фоном и полем адаптации утомляет человека. Нельзя допускать и чрезмерно резких световых и цветовых контрастов, так как они тоже вызывают утомление.

В зависимости от вида и характера производства, а также климатического района строительства и ориентации здания по странам света для окраски интерьера выбирают холодную или теплую гамму цветов, так как ощущение тепла или холода меняется в зависимости от того или иного цветового окружения. В частности, рекомендуется применять теплую гамму цветов в неотапливаемых зданиях и цехах, расположенных в холодных районах, а также в зданиях с северной ориентацией остекленных поверхностей. Холодную гамму следует применять в цехах с избыточными тепловыделениями, а также в южных районах строительства или имеющих южную ориентацию.

Большое значение имеет правильно выбранный фон обрабатываемых деталей. Цвет фона рабочей поверхности должен находиться в мягком контрасте с цветом обрабатываемого материала или с цветом станка. В этом случае легко различаются отдельные детали и снижается утомляемость глаз.

Рекомендуется принимать следующие цвета фонов в цехах: для обработки стали, чугуна — светлый и кремовый; бронзы и меди, латуни, светлого дерева — темный и серо-голубой; алюминия, олова, легких сплавов — темный и кремовый; темного дерева, загрунтованных отливок — светлый и серо-голубой.

В тех случаях, когда в цехе трудно создать фон, соответствующий цвету обрабатываемого материала, непосредственно на рабочих местах (за станками) следует устанавливать цветные экраны.

Поверхности элементов интерьера по насыщенности цвета и светлоте окраски делят на пять групп:

I. Строительные конструкции (стены, потолки, перегородки, пол, колонны и т. д.).

II. Технологическое оборудование (станки, машины, установки и т. д.) и элементы рабочего места (тумбочки, слесарные верстаки, стеллажи т. д.).

III. Подъемно-транспортное оборудование цеха (мостовые и подвесные краны, электрокары, вагонетки и т. д.).

IV. Инженерные коммуникации (трубопроводы, проводка и т. д.).

V. Цеховая графика (информация, наглядная агитация и т. д.).

Строительные конструкции, занимающие максимальную площадь в интерьере, рекомендуется окрашивать в светлые малонасыщенные тона, отличающиеся по светлоте от цветов оборудования. В задачу окраски конструкций входит кроме создания яркостного и цветового комфорта в интерьере и повышения освещенности выявление тектоники здания.

Цвета строительных конструкций необходимо увязывать между собой на основе нюансных гармонических схем, не допуская в помещениях, где люди проводят много времени, резких контрастов, утомляющих зрение.

В более темные цвета следует окрашивать несущие строительные конструкции, противопоставляя их несомым элементам. Этим приемом можно подчеркнуть ритмический строй вертикальных несущих элементов (колонн, ферм и т. п.) или ажурность конструкций. Можно также постепенно «облегчать» цвета снизу вверх (низ стены, простенки с колоннами, фермы, плиты покрытия). Выявлять ритм несущих конструкций особенно желательно в цехах, насыщенных многочисленным и разнообразным оборудованием. При этом упорядочивается композиция интерьера. В многопролетных зданиях в целях уменьшения монотонности «леса колонн» с помощью цвета можно выявить ритм через один или два пролета.

Помещения не рекомендуется окрашивать в одни теплые или одни холодные тона. Пресобладающий цвет должен гармонировать с другими цветами, например холодный цвет с теплым; при этом *не должно быть резких контрастов* основного и дополнительных тонов.

Дополнительные цвета обычно применяют для окраски торцовых стен и элементов технологического оборудования, а также стендов наглядной агитации.

Для стен используют в основном светлую окраску (белую, матовую, светло-желтую, светло-зеленую, светло-голубую и пр.), исключающую возможность образования бликов. В нижней части высоких стен рекомендуется устройство панелей высотой около $\frac{1}{3}$ от высоты стены, причем цвет панели должен быть несколько темнее, чем стены (иногда панель красится в тот же цвет, что и стена, но с меньшей отражательной способностью). В низких помещениях стены и потолок часто окрашивают в один и тот же цвет (нейтрального или светлого оттенков), чтобы иллюзорно разрушить границы между стеной и потолком.

Следует помнить, что холодный цвет стен создает более сильное ощущение холода, чем тот же цвет на потолке. Так, помещение с голубыми стенами и потолком теплого тона кажется более холодным, нежели со стенами теплого тона и потолком, окрашенным в холодный тон.

Одним из основных элементов, формирующих цветовую среду интерьера помещений, являются технологическое оборудование и элементы рабочего места. Главная цель окраски технологического оборудования заключается в создании оптимальных зрительных условий на рабочем месте. Для дополнительной освещенности оборудование окрашивают цветами средней части спектра при средней и малой их насыщенности и оптимальной яркостной контрастности. Светлота окраски способствует поддержанию чистоты.

Цвет элементов технологического оборудования следует выбирать с учетом особенностей производимых операций, цвета обрабатываемых деталей, точности обработки, размеров оборудования, а также колористического решения интерьера.

Окраска станков должна быть несколько темнее их окружения и примерно той же яркости, что и обрабатываемый предмет. При неярком цвете обрабатываемого материала станки целесообразно окрашивать в светло-зеленый цвет.

Количество цветов рабочего места должно ограничиваться тремя-четырьмя основными, так как чрезмерная многоцветность может привести к рассеиванию внимания. Один из цветов рассматривается как главный и определяет основной колорит оборудования. В цехах с большим количеством оборудования может быть выделен цвет основной технологической группы оборудования, а для других групп назначают второстепенные тона, гармонирующие между собой и с цветом основной группы. Такое решение позволяет избежать монотонности при большой протяженности цеха и разнообразии станков.

Рекомендуется выделять цветом как подвижные, так и неподвижные части оборудования, а также систему управления, что способствует облегчению и безопасности работы.

При назначении цветов окраски станков следует исходить не только из условия создания оптимальной зрительной обстановки на рабочих местах, но и обеспечения эстетически полноценного интерьера. Приемы окраски могут быть разнообразными, но все они должны соответствовать назначению станка, его динамической и статической архитектонике, предполагаемому месту его расположения, требованиям к точности обработки деталей и др.

Сдержанная гамма цветов окраски станков даже при использовании нескольких цветов позволяет создать в интерьере определенную цветовую гармонию.

В белый цвет станки окрашивать не рекомендуется, так как белая окраска превращает уход за станками из побочной операции в одну из основных. Кроме того, в большинстве случаев контраст между фоном и обрабатываемой деталью становится слишком большим, да и в физиологическом отношении белый цвет не является оптимальным.

При окраске станков и оборудования нельзя забывать о световом и цветовом контрастах, величина которых зависит от размера обрабатываемого предмета. Если для грубых работ (сборка крупных деталей) световой контраст принимают от 1:3 до 1:4, то при монтаже тончайших деталей (производство радиоламп, сборка приборов и т. п.) требуется световой контраст более 1:10.

Чрезмерные или слабые контрасты между предметом обработки и рабочим фоном, а также между рабочим фоном и окружением неприятно раздражают и утомляют глаза, ослепляют, что приводит к общей усталости организма. На одном из заводов в Англии прессы были выкрашены в алый цвет в сочетании с серо-голубым. Создалось такое впечатление, что цех плывет, предметы вибрируют. В результате утомляемость рабочих повысилась и значительно увеличилось количество несчастных случаев. Не было учтено, что на границе голубого и красного цветов возникает впечатление вибрации в силу расчленяющего действия этих цветов, т. е. красный выступает, а голубой отступает и плоскость оптически разрушается.

Инструментальные тумбочки окрашивают в тона, аналогичные или близкие к цвету станка. Цоколь и дверцу, интенсивно загрязняющиеся, отделывают в более темные цвета. Слесарные верстаки окрашивают в бежевый и коричневый, синий и темно-зеленый, зеленый и темно-зеленый цвета, причем в более темный цвет окрашивают открытые элементы металлического каркаса.

Правилами охраны труда предусмотрена функциональная окраска внутрицехового подъемно-транспортного оборудования, цвета которого выбирают по соображениям безопасности (красный, желтый, черный и др.). Такие цвета предупреждают об опасности и напоминают о необходимости повышенного внимания.

Для обозначения элементов внутрицехового транспорта (кабин кранов, обойм грузовых крюков, боковых поверхностей электрокара, погрузчиков, тележек и т. п.) следует применять предупреждающую окраску — желтый сигнальный цвет с наклонными или прямыми черными (красными) полосами (рис. IX-2).

Движущиеся емкости со взрывоопасными, опасными и вредными веществами окрашивают в белый цвет с красными клетками или диагональными красными полосами.

Функциональная окраска инженерных коммуникаций (трубопроводов), электротехнических устройств облегчает управление технологическим процессом и позволяет обеспечить безопасность обслуживающего персонала.

Опознавательная окраска коммуникаций регламентирована нормами.

В целях облегчения опознавания и запоминания цветового кода при выборе цветов для окраски трубопроводов необходимо учитывать следующие требования:

цвета трубопроводов должны быть яркими, насыщенными и легко различимыми; они должны ассоциироваться со свойствами или видом содержимого трубопроводов;

опознавание цветов окраски трубопроводов как можно в меньшей степени должно зависеть от субъективных особенностей восприятия (в том числе от дальтонизма отдельных лиц);

цвета трубопроводов не должны заметно изменяться при смене условий освещения (естественного и искусственного).

В большей мере перечисленным требованиям отвечают чистые насыщенные цвета с относительно высоким коэффициентом отражения: красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий, фиолетовый, а также белый, серый, коричневый и черный. Именно эти цвета и приняты во многих странах для обозначения различных трубопроводов.

ЦНИИ промзданий рекомендует следующие цвета опознавательной окраски трубопроводов: воды — зеленый, пара — красный, воздуха — синий, газов — желтый, кислот — оранжевый, щелочей — фиолетовый, жидкостей (горючих и негорючих) — коричневый, прочих веществ — серый, канализации — черный.

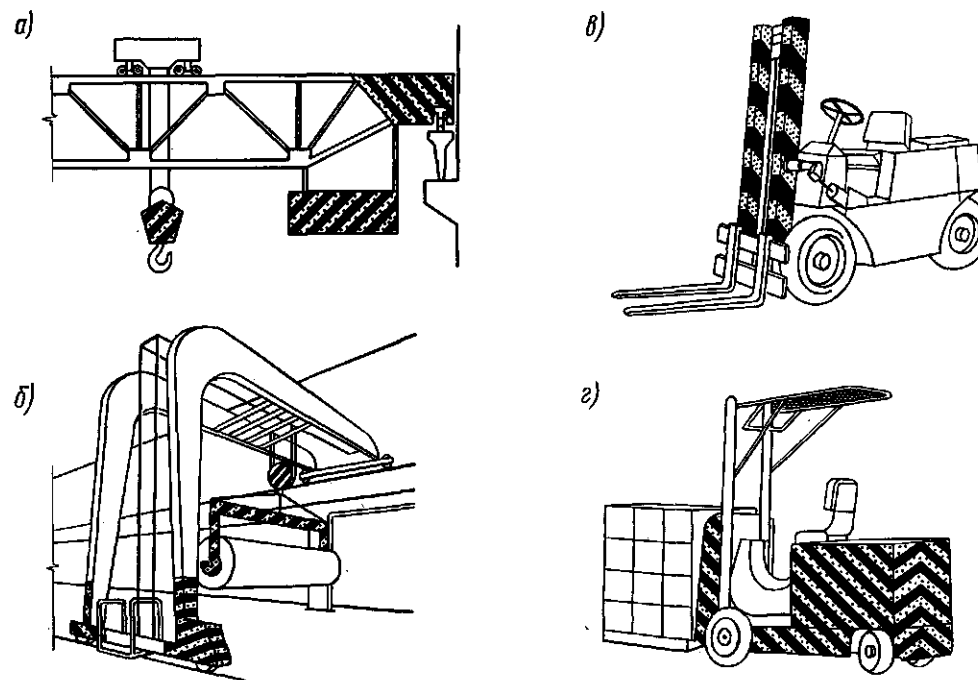


Рис. IX-2. Предупредительная окраска внутрицехового транспорта:
а — мостового крана; б — полукозлового крана; в — погрузчика; г — электрокара

Шины в электроустановках рекомендуется окрашивать в следующие цвета:

при переменном токе: фаза А — желтый, фаза В — зеленый и фаза С — красный;

при постоянном токе: шина положительная — красный, отрицательная — синий и нейтральная — белый.

Яркая и насыщенная окраска инженерных коммуникаций может или разрушить цветовую композицию интерьера, или, наоборот, повысить его художественную выразительность. Поэтому проектировщики обязаны с особым вниманием включать опознавательную окраску коммуникаций в цветовую композицию помещений. Такую окраску можно наносить как по всей поверхности коммуникаций, так и на отдельные участки их (в наиболее ответственных местах). Выбор того или иного способа зависит от общей цветовой композиции интерьера.

Вопросы цветового решения средств цеховой графики рассмотрены в предыдущей главе. Средства цеховой графики должны быть оформлены со вкусом, а их цвет и форма должны гармонично сочетаться с пространством и цветом оборудования помещения. Правильное цветовое решение средств цеховой графики привлекает работающих и художественно обогащает интерьер.

Большое значение в цветовом решении интерьера имеют цвет и характер рабочей одежды, зависящие от вида производственной деятельности и пола работающих. В механических и прессовых цехах, где преимущественно работают мужчины, спецодежда имеет, как правило, синие оттенки, а в цехах сборки точных приборов, где в основном работают женщины, халаты имеют розовый или белый цвет. В лабораториях, герметизированных помещениях, где требуется особая чистота, спецодеждой являются белые халаты.

Строгая и красивая рабочая одежда помимо функционального значения стимулирует человека к чистоте и порядку.

Особенности цветового решения интерьеров некоторых цехов

Технологический процесс в горячих цехах (прокатных, конвертерных, мартеновских, кузнечных, литейных) сопровождается выделением большого количества тепла и пыли. Санитарно-гигиенические условия в этих цехах можно улучшить рациональной организацией внутреннего пространства.

В качестве основных цветов для окраски интерьеров горячих цехов рекомендуются холодные цвета и их оттенки, психологически нейтрализующие высокую температуру. Применяемые для окраски оборудования зеленовато-голубые и синеватые цвета сравнительно высокой насыщенности создают впечатление прохлады и способствуют отдыху глаз от цвета раскаленного металла. Внутренние поверхности ограждающих конструкций окрашивают в те же цвета, но более светлые и менее насыщенные.

Установлено, что в помещении с зелено-синей окраской температура окружающего воздуха воспринимается человеком более низкой на 3—4°, чем при охристой окраске. Создать наилучшую цветовую среду в горячих цехах можно с помощью тонированного стекла или пластика (при этом уменьшается также вредное воздействие инсоляции).

Вместо известковой окраски в горячих цехах, выделяющих много газа, пыли и копоти, следует применять окрасочные составы, стойкие к этим аггрессорам и допускающие мытье стен водой или влажную протирку.

Потолки, стены, железобетонные колонны и фермы рекомендуется окрашивать кумароно-каучуковыми и гидрофобизованными силикатными красками по газонепроницаемой полимерцементной шпаклевке; металлические и деревянные строительные конструкции — алкидно-стирольными эмалевыми и кумароно-каучуковыми красками.

Технологическое оборудование предлагается окрашивать эмалевыми красками на основе перхлорвинилового смолы и алкидно-стирольной эмалью.

В цехах влажных и мокрых (отдельные цехи текстильных, бумажных, кожевенных, рудообогатительных и других предприятий)

для отделки интерьеров рекомендуются теплые и насыщенные цвета, которые создают впечатление сухих помещений.

В механосборочных цехах и им подобных (механические, сборочные, инструментальные) с их нормальным температурно-влажностным режимом влияние микроклимата на выбор цветовой гаммы интерьера, как правило, не учитывают. При этом преобладающие теплые или холодные гаммы цветов выбирают с учетом лишь ориентации здания по странам света. Так, в помещениях с южной ориентацией остекления рекомендуются холодноватые тона, с северной — теплые. При этом необходимо учитывать климатический район строительства.

Общая цветовая гамма интерьеров в механосборочных цехах, как правило, рекомендуется зеленоватая с преобладанием теплых оттенков (кремовых, персиковых), способствующих созданию оживленной и радостной обстановки. Такие цвета интерьера нейтрализуют возбуждение от шума работающих станков и конвейеров.

Стены в таких цехах могут иметь светло-зеленый и светло-голубой цвета средней или малой насыщенности. В насыщенные тона окрашивают несущие конструкции цеха (колонны, фермы, балки), выявляющие ритм помещений. Потолки следует окрашивать в белый или голубовато-зеленоватый цвета, зрительно увеличивающие высоту и простор помещений.

Механосборочные цехи отличаются большой насыщенностью станочного оборудования, находящегося в поле зрения работающих. При окраске оборудования цветом выделяют его основную группу, а остальное оборудование окрашивают в другие цвета, сгармонизированные с цветом основной группы и строительных конструкций. Крупные станки в целях зрительного уменьшения их размеров покрывают двумя близкими тонами: верхние части — светлыми, нижние — более темными.

В сборочных цехах, в которых главным композиционным элементом интерьера является объект работы (самолеты, суда), цвет стен помещения должен подчеркивать основные цвета объекта сборки. Так, холодный цвет алюминиевого корпуса самолета хорошо воспринимается на теплом фоне повышенной насыщенности — персиковом, бежевом, красно-коричневом.

В цехах химической промышленности обычно устанавливается разнообразное технологическое оборудование, для них характерны обилие инженерных сетей и трубопроводов с контрольно-измерительной аппаратурой, сложные системы воздухопроводов. В связи с этим цветовое решение интерьеров таких цехов отличается сложностью.

В интерьерах цехов с низкой температурой воздуха и невысокой относительной влажностью и расположенных в холодных районах рекомендуется применять цвета теплой гаммы. Помещения цехов с температурой воздуха до 20°C и влажностью 60% и менее и находящихся в теплых районах отделяют преимущественно в холодные тона.

В местах расположения опасных химических веществ и зонах с повышенной токсичностью, а также для обозначения путей эвакуации, пунктов первой помощи и транспортных средств применяют сигнально-предупреждающую окраску.

Однотипные технологические аппараты обычно окрашивают в один и те же цвета, а крупные агрегаты — в несколько цветов. Трубопроводы рекомендуются окрашивать в белый цвет или одинаковый с цветом стен, нанося на трубы цветные кольца, условно обозначающие транспортируемые вещества. Запорно-регулирующая арматура, приборы управления и контроля принято выделять насыщенными цветами.

Ниже приведены некоторые рекомендации по цветовому решению интерьеров цехов легкой промышленности (ткацких, прядильных).

В ткацких цехах, где работа протекает при большом шуме, повышенной температуре и влажности, все внимание рабочих сосредоточено на выработке ткани, а окружающее пространство воспринимается ими лишь в периоды перехода от станка к станку. В поле зрения при этом постоянно оказываются крупногабаритные ткацкие станки и потолок, а стены почти не замечаются. Тем не менее при проектировании интерьера ткацкого цеха необходимо найти такую цветовую гамму, которая позволила бы психологически ослабить шум, ощущение высокой температуры и влажности воздуха, а также создать хорошие зрительные условия для работы.

Интерьер ткацкого цеха можно оформить в нескольких цветовых вариантах. Так, для окраски потолка, занимающего в цветовом отношении доминирующее положение, можно использовать два цвета: желтый — для окраски кессонов, голубой — ригелей и балок. Желтый цвет («сухой») психологически уменьшает ощущение влажности, а голубой («холодный») — ощущение повышенной температуры. По мере перспективного удаления плоскости потолка голубой цвет сливается вдаль в сплошную голубую плоскость.

Стены, занимающие меньшую площадь, трактуют как поверхности, дополнительные по тону к основному цвету, и окрашивают их в теплые цвета малой насыщенности, ограничивая количество голубого цвета пределами потолка и допоявляя гамму цветов интерьера. Колонны можно окрашивать в зеленый цвет, чтобы максимально объединить пространство зала. Станкам можно придать голубой тон.

В прядильных цехах крупное станочное оборудование расположено выше горизонта зрения, а по специфике работы прядильщицы воспринимают интерьер по времени не более 15% от общего. Поэтому в случае, когда оборудование ограничивает обзор, основную цветовую нагрузку целесообразно перенести на него. Число цветов зависит от характера работы. Так, гамма цветов может быть ограниченной, если точка сосредоточения внимания находится в одном месте и поверхности станка рассматриваются как фон или периферийное целое, и, наоборот, она может быть многоцветной, если в процессе работы приходится последовательно сосредоточивать внимание на различных участках станка, расположенных в различных уровнях и под разными углами к направлению взгляда.

Стены прядильного цеха могут быть окрашены в зеленый цвет, пол — в зеленовато-голубой, чем обеспечиваются хорошие светотехнические и эмоциональные качества помещения. Хорошо освещенные встроенными светильниками боковые грани ригелей потолка целесообразно отделать в насыщенный желтый цвет.

При окраске торцовых стен в светло-розовый цвет они могут служить целям восстановления цветовой чувствительности глаза к доминирующему желто-зеленому цвету; они появляются в поле зрения прядильщицы лишь на короткое время (при переходе от

одной машины к другой). Колонны, пересекающие все цветные поверхности, лучше окрашивать в светло-голубой цвет. При этом они внесут организующее начало в интерьер, разделив машины на группы.

Большое значение имеет цветовая обработка интерьеров университетских зданий. Принцип универсальности следует распространять не только на объемно-планировочное и конструктивное решение здания, но и в некоторой степени на цветовое решение. Изучение технологии производства позволяет для многих отраслей промышленности рекомендовать несколько цветовых схем. Так, для предприятий радиоэлектроники и приборостроения, характер труда на которых определяется высокой точностью обработки деталей, большим напряжением зрения, рекомендуется светло-голубая или светло-зеленая окраска помещений. Для предприятий текстильной промышленности специалисты рекомендуют желто-оранжевую гамму цветов.

При этом гармоничное цветовое решение интерьера может быть достигнуто изменением цветности искусственного освещения; применением переносных цветовых экранов, создающих соответствующий фон на рабочем месте; изменением цветности средств цеховой графики и установкой в соответствующих местах зеленых насаждений; переокраской технологического оборудования и изменением цвета рабочей одежды.

Цветовая композиция административно-бытовых помещений

Художественная композиция интерьеров административно-бытовых помещений немало зависит от эстетических качеств мебели и встроенного оборудования (столов, стульев, шкафов, душевых кабин, санузлов и т. п.). Оборудование и мебель должны быть удобными в эксплуатации, прочными, долговечными, простыми и изящными, а также индустриальными в изготовлении.

Для устройства мебели используют прессованную фанеру и пластмассы, окраску нитроэмалью и нитролаками, облицовку рулонными и листовыми пластиками. Шкафы для одежды изготавливают из листовой стали или алюминиевых сплавов, а также из древесных плит с влагостойкой отделкой.

Кабины душевых установок и санитарных узлов выполняют из асбестоцементных листов с декоративной окраской, листовых пластиков, армированного стекла и традиционных материалов с облицовкой керамикой.

Цветовая обработка бытовых помещений должна снимать с работающих зрительное производственное утомление. Во избежание пестроты, разрушающей единство интерьера, преимущественно следует применять при отделке какую-либо одну преобладающую гамму цветов (холодную, теплую или нейтральную).

При выборе варианта цветового оформления административно-бытовых помещений учитывают характер производственной работы, архи-

тектурно-композиционные особенности интерьера (планировку, пропорции и т. п.), вид и интенсивность освещения, климатические особенности и ориентацию по странам света, психофизиологические свойства цветов и их сочетаний.

Некоторые бытовые помещения отделяют в определенные цвета независимо от климатических и других исходных факторов. Так, гардеробные рабочей, домашней и уличной одежды рекомендуется отделять в теплой гамме цветов малой насыщенности, чтобы психологически ослабить чувство озноба во время переодевания. Декоративный рисунок пола здесь можно использовать для организации движения с целью исключить соприкосновение людских потоков в чистой и грязной одежде.

Помещения душевых, как правило, отделяют в холодной гамме цветов, психологически ослабляющих повышенный тепловой режим. Санитарные узлы и умывальные окрашивают в светлые тона малой насы-

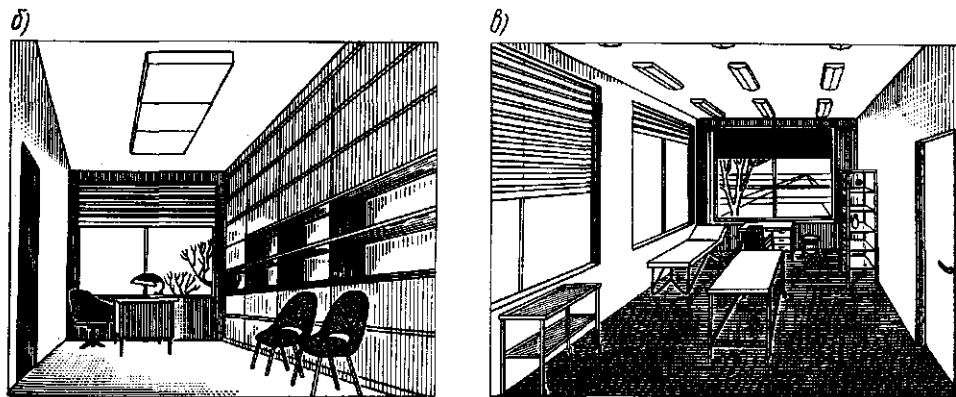
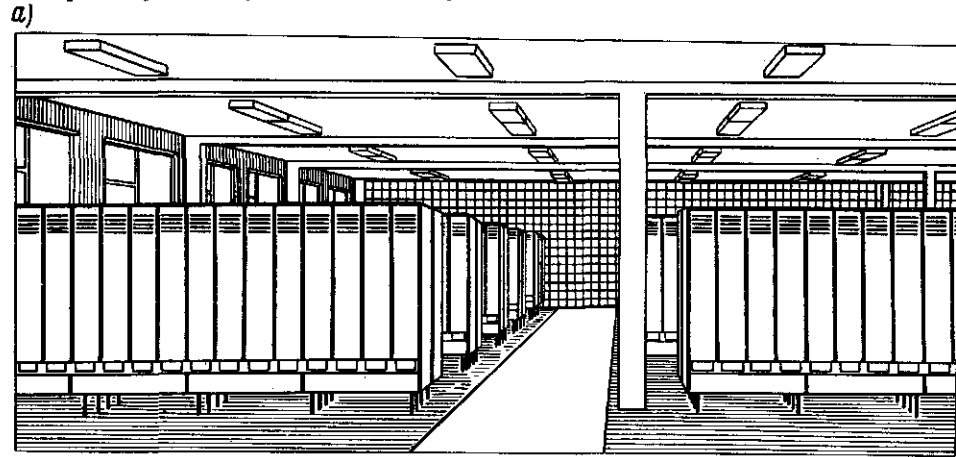


Рис. IX-3. Характер отделки административно-бытовых помещений:
а — гардеробная; б — кабинет главного специалиста; в — здравпункт

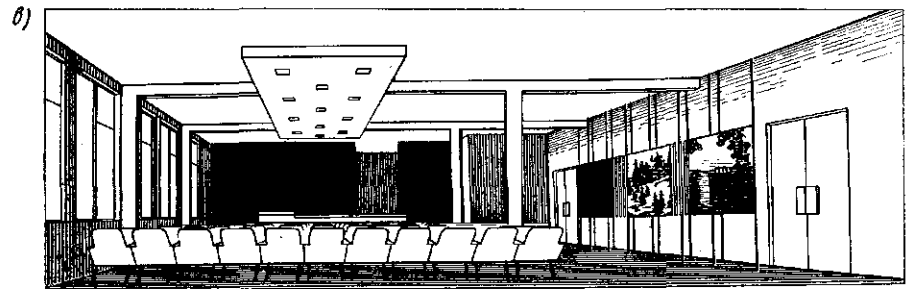
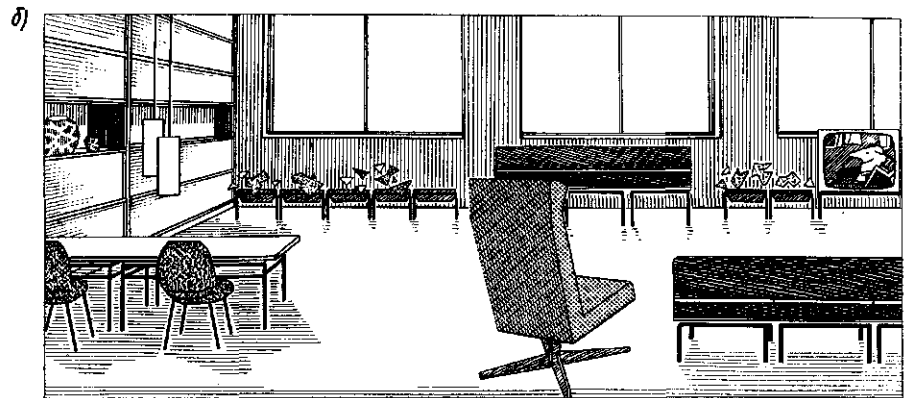
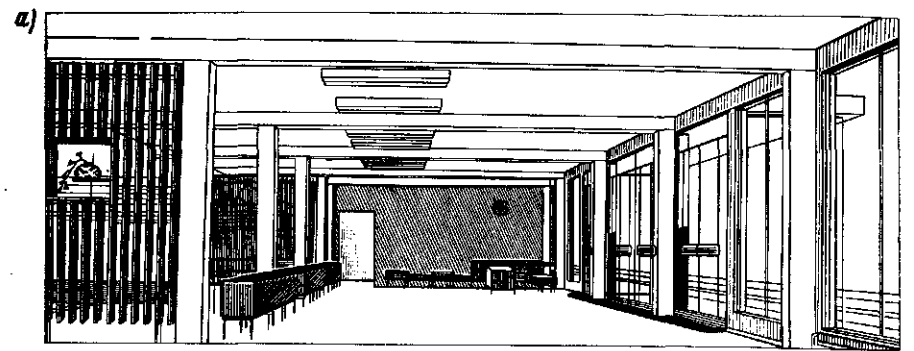


Рис. IX-4. Характер отделки административно-бытовых помещений:
а — вестибюль; б — комната отдыха; в — зал собраний

щенности, способствующие поддержанию чистоты в этих помещениях.

Цветовую отделку кабинетов администрации, рабочих комнат контор, конструкторских бюро, здравпунктов следует выдерживать в светлых тонах малой насыщенности.

В помещениях столовых, буфетов, красных уголков, отдыха, залов собраний и вестибюлей при отделке интерьеров, учитывая в первую очередь требования эстетики, применяют яркие тона средней и высокой насыщенности. Но и здесь при выборе цветов необходимо учитывать характер производства. Например, на производствах, где работают при очень ярком освещении и сильных шумах, интерьер столовой следует решать в спокойных тонах, способствующих отдыху, и без резких цветовых контрастов. Если же, наоборот, технологический процесс сопряжен с однообразными и монотонными операциями, колорит интерьера столовой должен быть ярким, радостным.

Примеры отделки некоторых административно-бытовых помещений показаны на рис. IX-3 и IX-4.

Проект цветовой композиции интерьеров помещений

В комплект архитектурно-строительных чертежей интерьеров должны входить следующие проектные материалы:

эскизы перспектив интерьеров помещений производственных и вспомогательных зданий;

развертки стен и планы полов и потолков помещений с указанием материалов и цветов отделочных покрытий;

схематические планы производственных помещений с расположением и указанием цвета основных групп оборудования;

цветные эскизы покраски основных видов технологического оборудования, которое красят на месте установки;

схемы опознавательной окраски открыто расположенных коммуникаций и трубопроводов;

схемы размещения производственных знаков безопасности и сигнально-предупреждающих обозначений;

фрагменты сложных участков интерьера с указанием принятых цветов и отделочных материалов;

колерные таблицы с наименованием и характеристикой выбранных цветов отделки.

К проекту архитектурной композиции интерьера прикладывают также пояснительную записку с описанием и обоснованием принятых решений.

РАЗДЕЛ ВТОРОЙ

КОНСТРУКЦИИ

ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Г Л А В А

X КАРКАСЫ ОДНОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

Выбор материалов для каркасов

Каркасы одноэтажных промышленных зданий монтируют преимущественно из сборного железобетона и стали, значительно реже — из монолитного железобетона, кирпича, алюминия, древесины и пластмасс.

При выборе материала для элементов каркаса необходимо учитывать следующие условия: размеры пролетов и шага колонн, высоту здания, величину и характер действующих на каркас нагрузок, параметры воздушной среды производства, наличие тех или иных агрессивных факторов, требования огнестойкости, долговечности и технико-экономические предпосылки. Ниже кратко рассмотрены положительные и отрицательные стороны конструкций из различных материалов.

Железобетонные конструкции обладают высокой долговечностью, несгораемостью, незначительными деформациями, позволяют экономить сталь и требуют небольших затрат на уход в процессе эксплуатации. Недостатками железобетонных конструкций являются большая их масса, значительная трудоемкость стыковых соединений при сборном железобетоне, зависимость возведения каркаса из монолитного железобетона от сезона, сложность работ по усилению конструкций, высокая стоимость перестройки и разборки.

Путем предварительного напряжения высокопрочных бетонов и арматуры в последние годы удалось увеличить несущую способность, понизить собственную массу и расширить область применения железобетонных конструкций.

Стальные конструкции обладают относительно малой массой при большой несущей способности, высокой индустриальностью и малой трудоемкостью монтажа. Сталь отличается большим постоянством свойств, почти одинаковыми значениями расчетных сопротивлений на растяжение и сжатие, однородностью и надежностью. Поэтому несущая способность стальных конструкций наиболее определена.

К недостаткам стальных конструкций относятся подверженность коррозии и снижение несущей способности под воздействием высокой

температуры. Вследствие большой потребности в стали во всех областях народного хозяйства применение ее в строительстве ограничено.

Алюминиевые конструкции имеют малую массу и высокую несущую способность, стойки против коррозии; при работе в условиях агрессивной среды их не требуется покрывать защитной покраской; по сравнению со стальными они менее хрупки при низких температурах, обладают хорошими эстетическими качествами и не образуют искр при ударе по ним твердыми предметами. Отрицательные свойства алюминиевых конструкций: пониженная жаропрочность, высокий коэффициент линейного расширения и трудоемкость осуществления соединений.

Деревянные конструкции мало пригодны для зданий с крановым оборудованием (за исключением несущих конструкций покрытия), так как они возгораемы, имеют ограниченную долговечность и значительную деформативность под действием нагрузок и в результате усушки или разбухания древесины. Однако малая собственная масса древесины, стойкость ее против воздействия многих кислот и газов, ничтожный коэффициент температурного расширения позволяют считать деревянные конструкции для некоторых зданий весьма эффективными.

По сравнению с железобетонными и стальными деревянные конструкции менее трудоемки в изготовлении (на 30—40%). Значительно расширяется область применения древесины при возведении армированных деревянных конструкций.

Каменные конструкции для несущих элементов применяют редко, главным образом в мелкопролетных зданиях без мостовых кранов, когда нагрузка на опоры незначительна. К преимуществам каменных конструкций относят долговечность, огнестойкость и распространенность исходных материалов; к недостаткам — многодельность и неиндустриальность в строительстве, тяжелые условия возведения в зимнее время.

Пластмассовые несущие конструкции пока мало распространены, их применяют главным образом в ограждениях зданий. Однако интенсивное развитие химической промышленности открывает перед пластмассами широкие перспективы. Преимуществами конструкций из пластмасс являются: легкость, высокая индустриальность и коррозионная стойкость; крупные недостатки их — невысокая огнестойкость, повышенная деформативность и пока значительная стоимость.

В промышленных зданиях массового строительства несущие конструкции, как правило, выполняют из сборного железобетона. Применять сталь в одноэтажных зданиях допускается:

- а) для стропильных и подстропильных конструкций;
в отапливаемых зданиях с пролетами 30 м и более;
для неотапливаемых зданий с пролетами 18 м и более при асбестоцементной кровле;
в зданиях с подвесными кран-балками грузоподъемностью более 5 т либо другими подвесными устройствами с нагрузками, превышающими предусмотренные для типовых железобетонных конструкций;
- в зданиях с развитой сетью подвесного конвейерного транспорта либо с коммуникациями, размещаемыми в межферменном пространстве,

когда они по своим размерам не размещаются в пределах решетки типовых железобетонных ферм;

при строительстве зданий с расчетной сейсмичностью 8 и 9 баллов с пролетами 18 м и более, а также возводимых в труднодоступных пунктах;

в зданиях с большими динамическими нагрузками;
над горячими участками цехов с интенсивным теплоизлучением (холодильники прокатных цехов, отделения нагревательных колодцев, печные и разливные пролеты и т. п.);

в тех случаях, когда колонны зданий выполняются стальными;

б) для колонн:
если высота от пола до низа ферм превышает 14,4 м;
при наличии мостовых кранов общего назначения грузоподъемностью 50 т и более независимо от высоты колонн, а также при меньшей грузоподъемности кранов при устройстве прохода в теле колонн на уровне крановых путей;

при шаге колонн свыше 12 м;
когда мостовые краны расположены в два яруса;
в зданиях, а также в пролетах зданий, оборудованных мостовыми кранами тяжелого и весьма тяжелого режимов работы;

в зданиях в пролетах 18 м и более, возводимых в труднодоступных районах;

в) для подкрановых балок, светоаэрационных фонарей, ригелей и стоек фахверка;

г) для типовых легких несущих и ограждающих конструкций комплектной поставки.

Стоимость материалов и конструкций, а также их перевозки составляет около 60% от общей стоимости строительно-монтажных работ по возведению зданий. Поэтому одна из актуальных задач повышения технического прогресса в строительстве — сокращение расхода материалов и снижение массы конструкций, что способствует облегчению зданий, а главное — снижает их стоимость.

Уменьшить массу зданий можно путем большего применения деревянных конструкций, а также за счет совершенствования конструкций из традиционных материалов. Так, тонкостенные железобетонные предварительно-напряженные конструкции по сравнению с обычными имеют меньшую массу на 35—40%, а конструкции из бетонов высоких марок (500—800) и легких бетонов — на 20—30%.

Значительно облегчаются здания при замене железобетонных конструкций металлическими, однако, как отмечалось выше, применение металла в строительстве пока ограничено.

Стальные конструкции можно облегчить путем применения сталей высокой и повышенной прочности, а также эффективных профилей (тонкостенных электросварных труб, открытых гнутых и замкнутых гнуто-сварных профилей, прокатных широкополочных двутавров и др.).

При преимущественном применении в промышленном строительстве железобетона и стали возможны три варианта выполнения несущего каркаса: полностью железобетонный, полностью стальной, смешанный

(колонны железобетонные, фермы или балки стальные или деревянные).

Вариант каркаса выбирают с учетом параметров пролетов, вида и грузоподъемности внутрицехового транспорта, степени агрессивности среды производства, противопожарных требований, технико-экономических показателей (табл. X-1) и других факторов.

Таблица X-1

Основные технико-экономические показатели различных каркасов одноэтажного промышленного здания (по данным ЦНИИ промзданий)

Наименование конструкций	Железобетонный каркас			Стальной каркас			Смешанный каркас		
	количество	1 элемент	все	количество	1 элемент	все	количество	1 элемент	все
Фермы	63	1 720	108 360	57	5 505	313 785	63	5 505	346 815
		1 559	98 217		1 127	64 239		1 127	71 001
Колонны крайних рядов	42	791	33 222	38	1 880	71 440	42	791	33 222
		611	25 662		474	18 012		611	25 662
Колонны средних рядов	42	912	38 304	38	3 160	120 080	42	912	39 304
		675	28 350		747	28 386		675	28 350
Подкрановые балки крайних рядов	36	2 685	96 660	12	2 685	32 220	36	2 685	96 660
		623	22 428		623	7 476		623	22 428
Подкрановые балки средних рядов	72	2 410	173 520	96	2 410	231 360	72	2 410	173 520
		558	40 176		558	53 568		558	40 176
Связи покрытия		—	—		—	93 200		—	124 200
						18 640			24 840
Всего: на здание			450 066			862 085			812 721
			214 833			190 321			212 457
на 1 м ²			23,2			44,4			41,8
			11,1			9,8			10,9

Примечания: 1. Сопоставление произведено для здания длиной 216 м, шириной 90 м (3 пролета по 30 м), высотой 12,6 м, с шагом колонн и ферм 12 м и мостовыми кранами Q = 30 т (подкрановые балки стальные неразрезные).

2. Приведенные затраты учитывают стоимость конструкций в деле, эксплуатационные расходы и капитальные вложения на создание базы по производству материалов и конструкций.

3. В числителе указан расход стали в килограммах, в знаменателе — приведенные затраты в рублях.

Здания с неполным каркасом (с несущими наружными стенами) в промышленности строят редко.

При выборе материалов и конструкций зданий учитывают также специфику местной промышленности стройиндустрии, геологические и климатические условия места строительства и архитектурно-художественные требования.

Железобетонный каркас одноэтажных зданий

Устройство железобетонного каркаса по сравнению со стальным позволяет экономить до 50—60% стали. Вследствие этого и большей долговечности в отечественном строительстве преимущественно распространены каркасы из сборного железобетона.

Сборный железобетонный каркас одноэтажных зданий образуют поперечные рамы, раскрепленные связями. Рамы состоят из колонн, жестко соединенных с фундаментами, и стропильных конструкций, шарнирно опирающихся на колонны.

При шарнирном соединении ригелей и колонн обеспечивается высокая степень универсальности конструкций. Колонны при этом можно использовать при различных пролетах и типах несущих конструкций покрытия (если усилие на колонну не превышает ее несущей способности), а несущие конструкции покрытия — при различных типах и высотах колонн. Кроме того, шарнирное соединение колонн и ригелей конструктивно проще жесткого, а расход материалов при рамных системах с жесткими и шарнирными узлами примерно одинаков.

Железобетонный каркас одноэтажного здания помимо фундаментов, колонн и ригелей включает фундаментные, подкрановые и обвязочные балки, подстропильные конструкции (если шаг колонн больше шага стропильных конструкций) и связи (рис. X-1).

Фундаменты и фундаментные балки

Конструкции фундаментов существенно влияют на стоимость здания. Так, в общем объеме здания трудоемкость возведения фундаментов составляет 6—8%, а расход железобетона может достигать 20%. По способу возведения фундаменты подразделяют на монолитные и сборные.

По экономическим соображениям фундаменты небольших и средних размеров, а также облегченные фундаменты ребристой и пустотелой конструкций целесообразно выполнять сборными составными или сборными одноблочными, если масса блока не превышает 6 т. Такие фундаменты перевозят и монтируют обычными кранами.

Под колонны каркаса предусматривают отдельные фундаменты с подколонниками стаканного типа, а стены опирают на фундаментные балки. Ленточные фундаменты под ряды колонн или сплошные под зда-

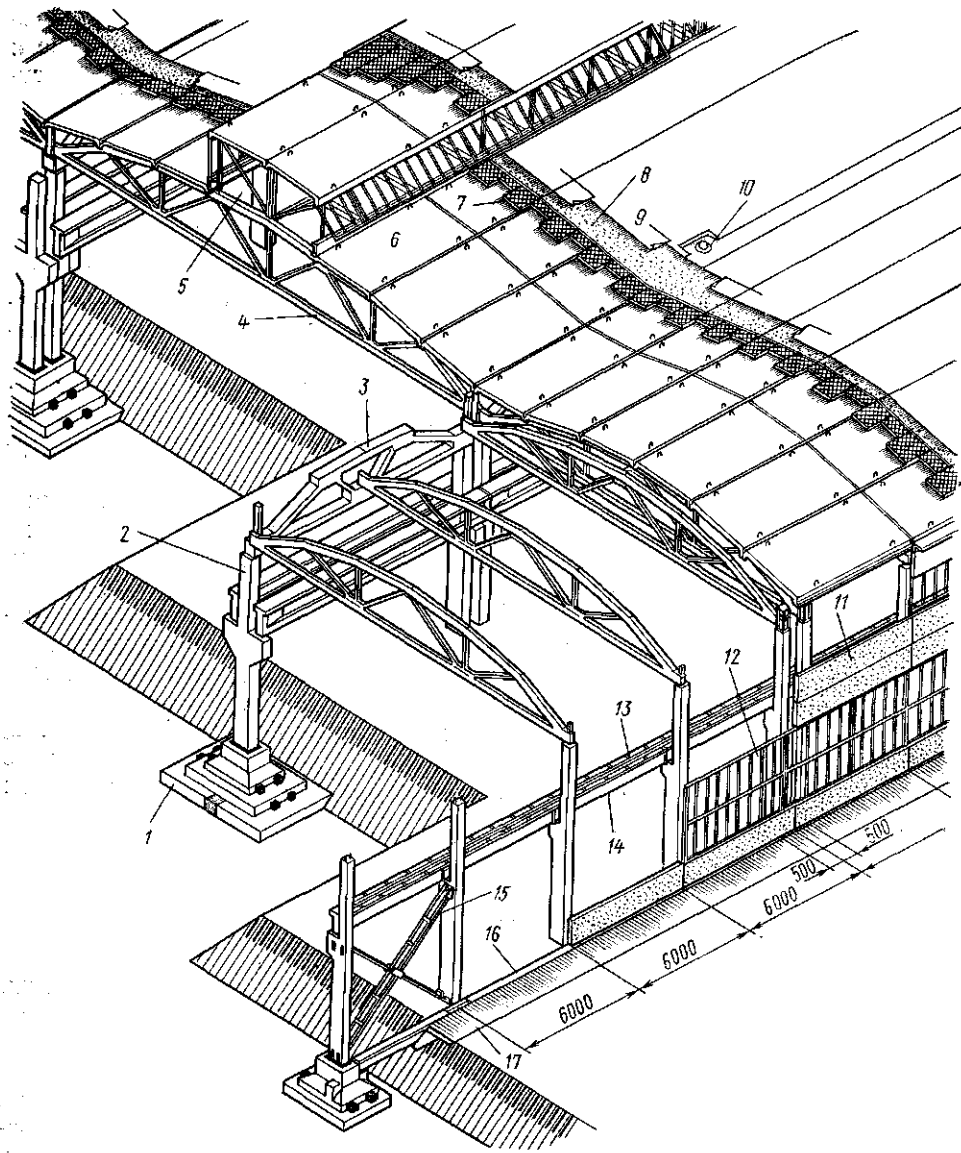


Рис. X-1. Железобетонный каркас одноэтажного здания:

1 — фундамент; 2 — колонна; 3 — подстропильная ферма; 4 — стропильная ферма; 5 — свето-аэрационный фонарь; 6 — плита покрытия; 7 — утеплитель по паронепроницающей мембране; 8 — выравнивающий слой; 9 — кровельный ковер; 10 — воронка внутреннего водостока; 11 — стеновая панель; 12 — ленточное остекление; 13 — крановый рельс; 14 — подкрановая балка; 15 — связи; 16 — фундаментная балка; 17 — отмостка

ния (за исключением фундаментных плит в универсальных зданиях) устраивают редко — на слабых или просадочных грунтах и при больших ударных воздействиях на грунт технологического оборудования.

Унифицированные монолитные железобетонные фундаменты, имеющие ступенчатую конструкцию с подколонником и стаканом для заделки

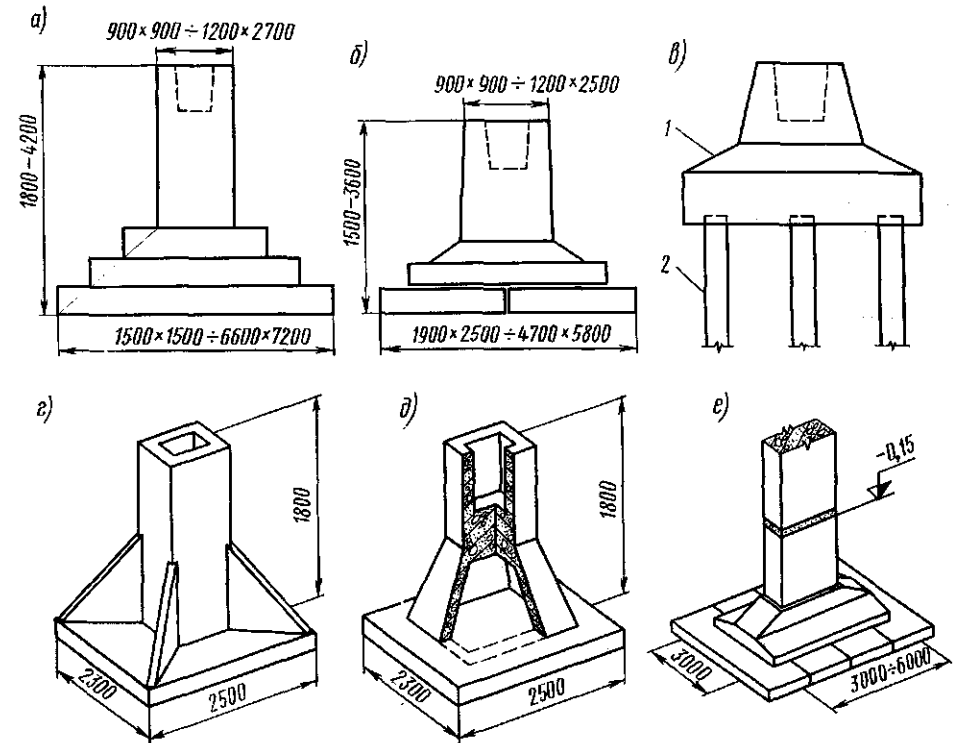


Рис. X-2. Типы фундаментов промышленных зданий:

а — монолитный; б — сборный составной; в — свайный; г — сборный ребристый; д — сборный пустотелый; е — с подколонником пенькового типа; 1 — ростерки; 2 — свая

колонн, предназначены для прямоугольных и двухветвевых колонн (рис. X-2, а). Для изготовления фундаментов применяют бетон марки 200 и арматуру в виде сеток из стали классов А-I и А-II.

В зависимости от величины нагрузки на колонны, ее сечения и глубины заложения подошвы фундаментов предусмотрено несколько типов-размеров фундаментов. Высота фундаментных блоков 1,5 и от 1,8 до 4,2 м, с градацией через 0,6 м; размеры подошвы в плане от 1,5×1,5 до 6,6×7,2 м с модулем 0,3 м; размеры подколонника в плане от 0,9×0,9 до 1,2×7,2 м с модулем 0,3 м. Глубина стакана принята 0,8; 0,9; 0,95 и 1,25 м, а высота ступеней — 0,3 и 0,45 м.

Сборные фундаменты могут состоять из одного блока (подколонника со стаканом) или быть составными из подколонника и опорной фундаментной плиты (рис. X-2, б). По расходу бетона, стоимости и затратам труда на возведение сборные фундаменты экономичнее монолитных, но на них больше расходуется стали.

Подколонник устанавливают на плиту по слою цементно-песчаного раствора. При действии на фундамент изгибающего момента соединение подколонника с плитой усиливают сваркой закладных элементов; места сварки заделывают бетоном. Площадь подошвы составных фундаментов может быть доведена до 27 м².

В целях уменьшения веса и снижения расхода стали под колонны рекомендуется применять сборные ребристые или пустотелые фундаменты (рис. X-2, г, д). Такие фундаменты достаточно жестки, прочны и трещиностойчивы.

Фундаменты с подколонниками пенькового типа устраивают под железобетонные колонны большого сечения или под стальные колонны (рис. X-2, е). Пенек, являющийся элементом колонны, устанавливают в период работ нулевого цикла. Пенек с фундаментом и колонну с пенком соединяют сваркой выпусков арматуры и бетоном, нагнетаемым в швы.

В случаях залегания у поверхности земли слабых грунтов и близко расположения уровня грунтовых вод под колонны промышленных зданий целесообразнее устраивать свайные фундаменты. Широко распространены железобетонные сваи, имеющие квадратное или круглое (полое) сечение. Головные части свай связывают монолитным или сборным железобетонным ростверком, который служит одновременно подколонником (рис. X-2, в).

Возведение свайных фундаментов взамен обычных значительно уменьшает объем земляных работ, снижает расход материалов, допускает меньшую глубину заложения фундаментов под оборудование (она зачастую обусловлена наличием насыпного грунта от обратной засыпки котлованов фундаментов).

Размеры стакана в плане делают большими сечения колонн: поверху — на 150 и понизу — на 100 мм. Днище стакана располагают на 50 мм ниже отметки пяты колонны. Проектное положение низа колонны фиксируют слоем бетона, укладываемого на дно стакана. Зазоры между стенками стакана и поверхностью колонны заполняют бетоном на мелком гравии. Под спаренные колонны в местах температурных швов и перепадов высот смежных пролетов устанавливают фундаменты с двумя раздельными стаканами.

В целях сокращения числа типоразмеров колонн верх фундаментов независимо от глубины заложения подошвы следует располагать в уровне примыкающей к зданию земли, т. е. на 0,15 м ниже отметки чистого пола цеха. Это позволяет вести монтаж колонн при засыпанных котлованах, после устройства подготовки под полы и прокладки подземных коммуникаций, т. е. после работ нулевого цикла.

Глубина заложения подошвы фундаментов зависит от грунтовых условий и глубины промерзания грунта. При наличии в цехе подвалов,

тоннелей или приямков вблизи колонн глубину заложения фундаментов под эти колонны увеличивают. Разница в отметках заложения фундаментов (даже по одному ряду колонн) может достигать нескольких метров.

Увеличить глубину заложения фундаментов можно путем увеличения высоты их стаканной части, устройства подколонников пенькового типа (или вставок-банкетов), применением песчаной, щебеночной или

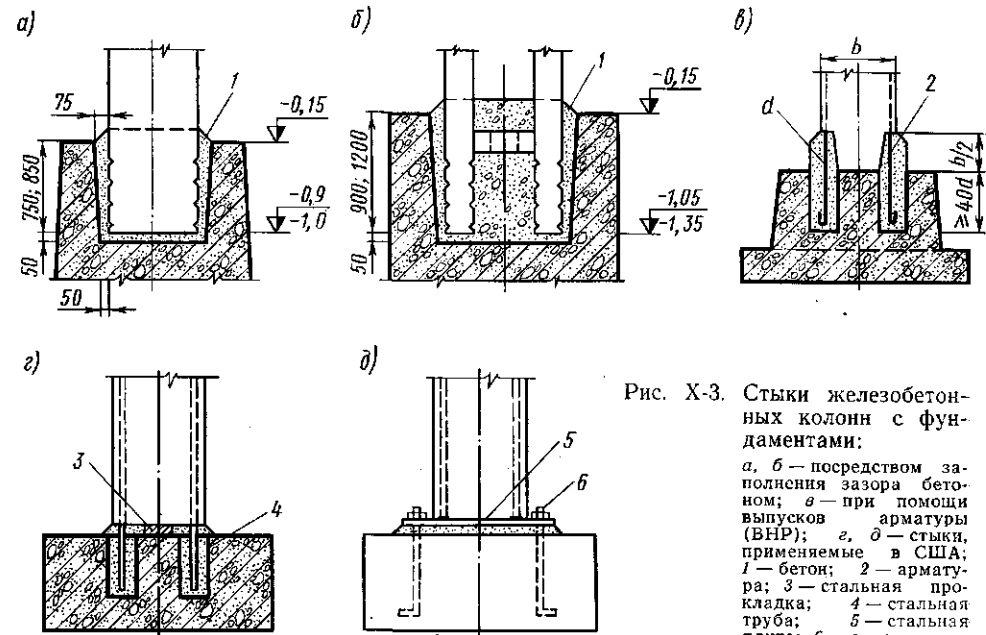


Рис. X-3. Стыки железобетонных колонн с фундаментами:

а, б — посредством заполнения зазора бетоном; в — при помощи выпусков арматуры (ВНР); г, д — стыки, применяемые в США; 1 — бетон; 2 — арматура; 3 — стальная прокладка; 4 — стальная труба; 5 — стальная плита; 6 — анкер

бетонной подготовки требуемой толщины, а также использованием удлиненных колонн. Первые три варианта позволяют применять колонны той же длины, что и принятые по наименьшей отметке заложения фундаментов. Во всех случаях конструкции фундаментов не изменяются.

Колонны с фундаментами соединяют различными способами. В практике отечественного строительства колонны закрепляют в фундаментах бетоном (рис. X-3, а, б). Такое крепление является жестким. Некоторые типы соединений колонн с фундаментами, применяемые за рубежом, показаны на рис. X-3, в — д.

Стены каркасных зданий опирают на фундаментные балки, укладываемые между подколонниками фундаментов на специальные железобетонные столбики или на консоли колонн. Наличие фундаментных балок облегчает устройство под стенами тоннелей, каналов и коллекторов для ввода в здание различных подземных коммуникаций. Фундаментные балки, кроме того, защищают пол от продувания в случае просадки от-

мостки, вследствие чего конструкция панельных стен без фундаментных балок допускается только для неотапливаемых зданий.

В местах устройства ворот для въезда в цех автомобильного или железнодорожного транспорта фундаментные балки не предусматрива-

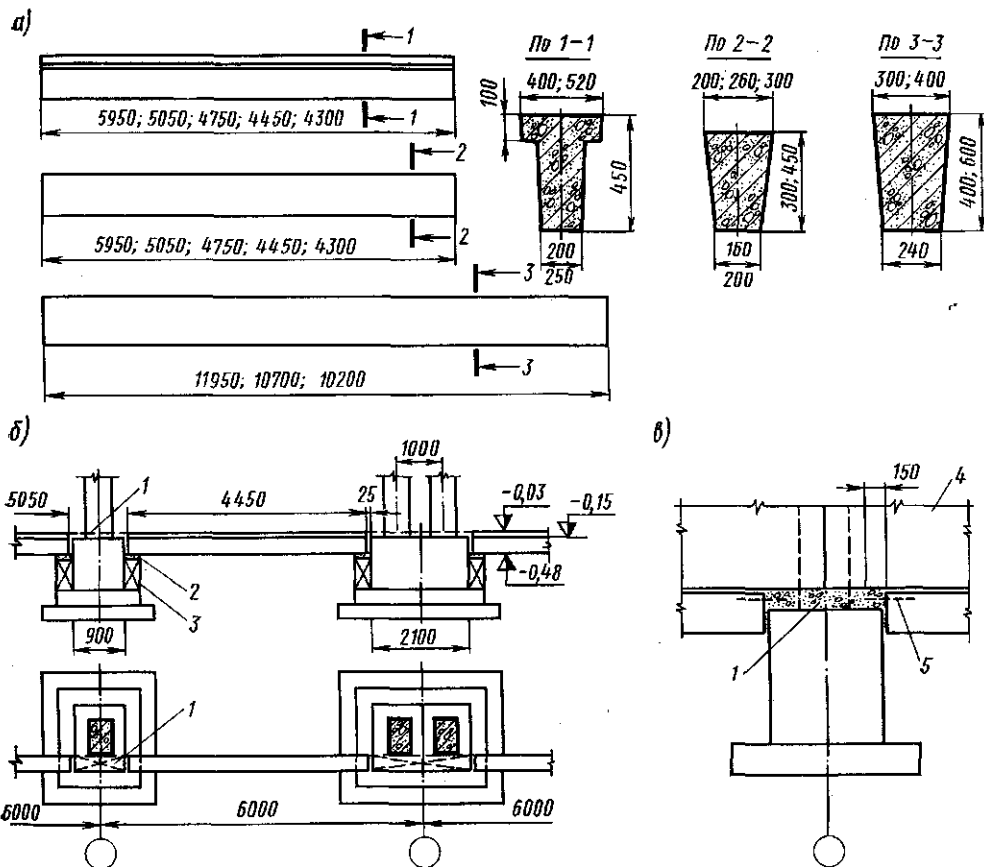


Рис. X-4. Фундаментные балки:

а — типы балок; б — опирание балок на столбики; в — то же, на выпуски арматуры; 1 — набетонка высотой 120 мм; 2 — подливка из раствора толщиной 20 мм; 3 — железобетонный столбик; 4 — стеновая панель; 5 — выпуски арматуры

ют. Железобетонную раму ворот и участки стены в пределах этого шага колонн опирают на монолитную подбетонку.

Железобетонные фундаментные балки при шаге колонн 6 м в зависимости от размеров подколонников и способов опирания имеют длину от 5,95 до 4,3 м. Сечение фундаментных балок — тавровое и трапециевидное (рис. X-4, а).

Под самонесущие стены из кирпича, мелких блоков и панелей высоту сечения балок принимают 450 мм, а под стены навесные из панелей —

300 мм. Ширина сечения балок поверху в зависимости от типа и толщины стены может составлять 200—520 мм.

При шаге колонн 12 м применяют балки трапециевидного сечения высотой 400 и 600 мм (последние для панельных стен с кирпичным цоколем), шириной поверху 300 и 400 мм; длина балок 11,95—10,2 м.

Верх фундаментных балок должен быть на 30 мм ниже уровня пола (отметка — 0,03 м). Балки устанавливают на подливку из цементного раствора толщиной 20 мм (рис. X-4, б). Раствором заполняют также зазоры между торцами балок и стенками подколонников.

Навесные панели стен допускается опирать на слой набетонки, передавая их массу непосредственно на подколонники. В этом случае фундаментные балки целесообразно опирать на подколонники (а не на столбики) через консоли, выполняемые на каждом торце балок из двух стержней диаметром 18 мм (рис. X-4, в). Длина таких консолей 150 мм. Отсутствие опорных столбиков позволяет упростить опалубку подколонников, снизить расход бетона и трудоемкость возведения фундаментов.

На практике работы нулевого цикла иногда заканчивают ниже отметки — 0,15 м. В таких случаях фундаментные балки допускается укладывать на верхние уступы подколонников (при сохранении отметки верха балок — 0,03 м). При этом отпадает необходимость в столбиках, а фундаментные балки требуются одинаковой длины независимо от места укладки (5,95 и 11,95 м).

По фундаментным балкам для гидроизоляции стен укладывают один-два слоя рулонного водонепроницаемого материала на мастике. Во избежание деформации балок вследствие пучения грунтов снизу и сбоков балок предусматривают подсыпку из шлака, крупнозернистого песка или кирпичного щебня.

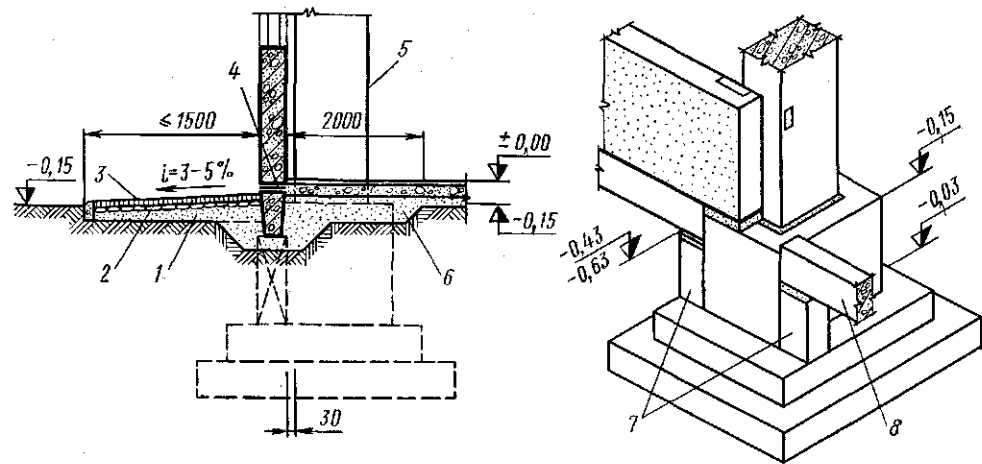


Рис. X-5. Детали фундаментов крайнего ряда колонн:

1 — песок; 2 — щебеночная подготовка; 3 — асфальтовое покрытие толщиной 20—40 мм; 4 — гидроизоляция; 5 — колонна; 6 — шлак или крупнозернистый песок; 7 — железобетонный столбик; 8 — фундаментная балка

В отапливаемых зданиях при расположении рабочих мест около наружных стен необходимо утеплять пристенную зону пола цеха на ширину до 2 м. Для этой цели используют шлак, укладываемый слоем толщиной 0,5—0,7 м. По периметру здания устраивают отмостку из асфальта или бетона шириной 0,9—1,5 м, которой придают уклон 3—5% от стены (рис. X-5).

Несущие стены в зданиях бескаркасных или с неполным каркасом опирают на ленточные фундаменты, которые, как и в гражданских зданиях, выполняют из сборных элементов.

Железобетонные колонны

Железобетонные колонны в одноэтажных промышленных зданиях могут быть без консолей, если в них нет мостовых кранов, и с консолями для опирания подкрановых балок. По расположению в плане колонны подразделяют на колонны крайних и средних рядов; первые устанавливают также в рядах, примыкающих к продольным температурным швам.

В номенклатуре железобетонных конструкций предусмотрены колонны прямоугольного и двутаврового сечений, а также двухветвевые (рис. X-6, а — е). По сравнению с прямоугольными двухветвевые колонны обладают повышенной жесткостью, но более трудоемки в изготовлении. На колонны двутаврового сечения бетона расходуется на 25—30% меньше, чем на колонны прямоугольного сечения.

Унифицированные колонны имеют следующие размеры сечений: 400×400, 400×600, 400×800, 500×500, 500×600 и 500×800 мм — колонны прямоугольного сечения; 400×600 и 400×800 мм — колонны двутаврового сечения; 400×1000, 500×1000, 500×1300, 500×1400, 500×1550, 600×1400, 600×1900 и 600×2400 мм — двухветвевые колонны. Ветви колонн сквозного сечения связаны короткими ригелями через 1,5—3 м по высоте.

Для высоких зданий можно применять колонны, состоящие по длине из двух-трех частей, соединяемых между собой сваркой закладных элементов. Такие колонны удобны в изготовлении и транспортировке.

В зданиях, оборудованных более чем двумя мостовыми кранами в пролете, по условиям безопасности персонала, обслуживающего краны и подкрановые пути, предусматривают сквозные проходные галереи вдоль подкрановых путей. С этой целью применяют двухветвевые колонны с проходами размером 0,4×2 м в надкрановой части (в уровне верха подкрановых балок).

В железобетонных колоннах имеются стальные закладные элементы для крепления стропильных конструкций, подкрановых балок, стеновых панелей (в колоннах крайних рядов) и вертикальных связей (в связевых колоннах). В местах опирания стропильных конструкций и подкрановых балок через стальные листы пропущены анкерные болты (рис. X-6, ж).

Для изготовления колонн применяют бетон марок 200—600 и арматуру в виде сварных и вязаных каркасов.

Длину колонн подбирают с учетом высоты цеха и глубины их заделки в фундамент. Для колонн прямоугольного сечения в зданиях без мостовых кранов глубину заделки принимают 750 мм (отметка низа колонны — 0,9 м); в зданиях с мостовыми кранами для колонн прямоугольно-

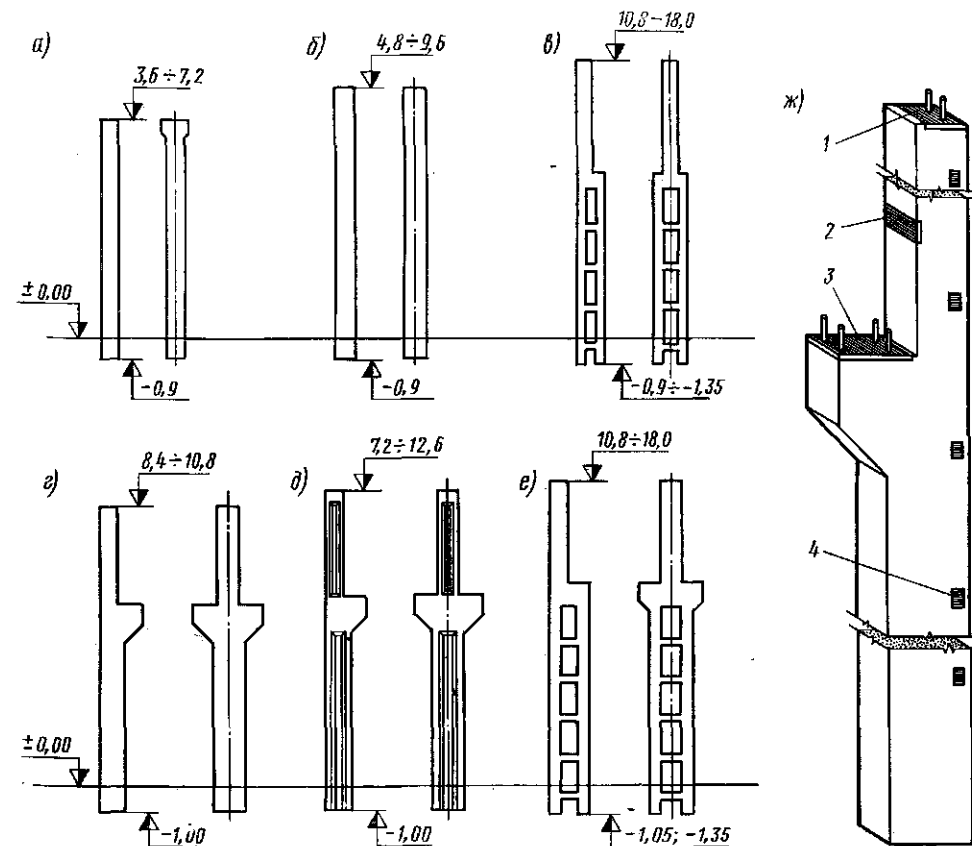


Рис. X-6. Основные типы железобетонных колонн:

а — прямоугольного сечения для зданий без мостовых кранов с шагом колонн 6 м; б — то же, с шагом 12 м; в — двухветвевые для зданий без мостовых кранов с шагом колонн 6 и 12 м; г — прямоугольного сечения для зданий с мостовыми кранами и шагом колонн 6 и 12 м; д — то же, двутаврового сечения; е — двухветвевые для зданий с мостовыми кранами и шагом колонн 6 и 12 м; ж — закладные элементы колонны; 1 — для крепления стропильной конструкции; 2, 3 — то же, подкрановой балки; 4 — то же, стеновых панелей

го и двутаврового сечения — 850 мм (отметка — 1,0 м) и двухветвевых колонн с отметкой верха 10,8 м — 900 мм, а с отметкой верха более 10,8 м — 1200 мм (отметки соответственно — 1,05 и 1,35 м).

В зданиях с подстропильными конструкциями длину колонн прини-

мают меньше на 700 мм. На нижней части ствола колонн предусмотрены горизонтальные бороздки глубиной 25 мм с шагом 200 мм, обеспечивающие лучшую связь колонн с бетоном стыка (марка его должна быть не ниже 200). В нижней распорке двухветвевых колонн устраивают отверстия для прохода бетона в стакан.

Фахверк и связи между железобетонными колоннами.

Помимо основных колонн в зданиях предусматривают второстепенные (фахверковые) колонны, устанавливаемые в торцах зданий и между основными колоннами крайних продольных рядов при шаге 12 м и длине стеновых панелей 6 м (рис. X-7, а, б). Предназначены они для восприятия ветровых усилий и массы заполнения стены.

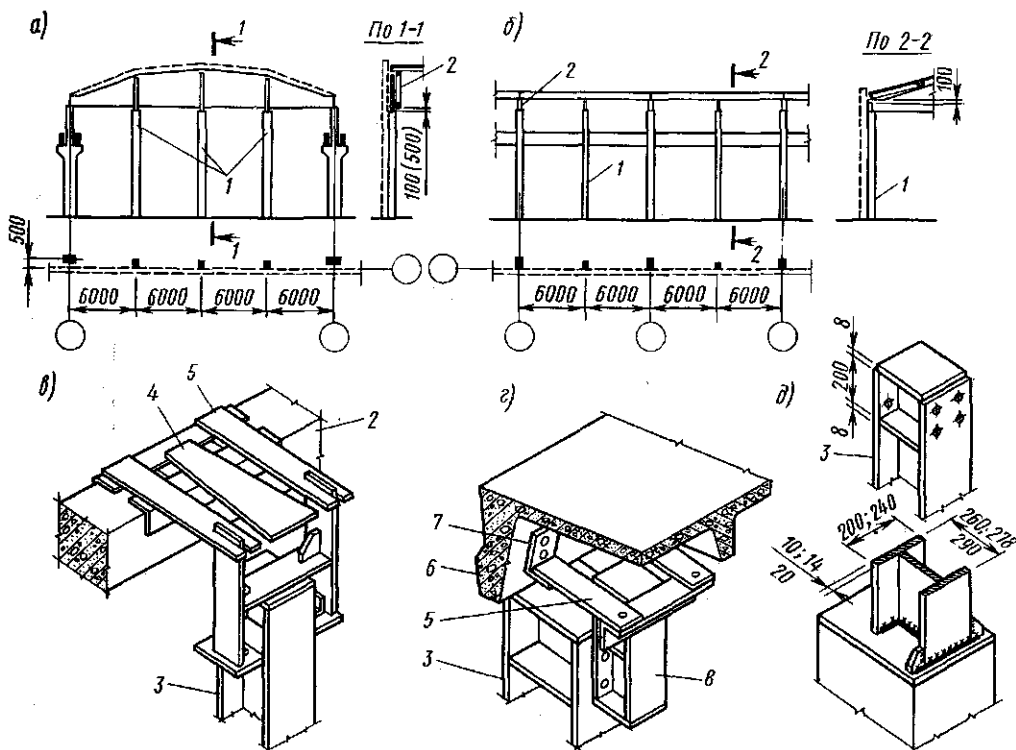


Рис. X-7. Фахверковые колонны:

а — схема торцового фахверка; б — то же, продольного; в — крепление колонны торцового фахверка в стропильной ферме при плоской кровле; г — то же, продольного фахверка к плите покрытия при скатной кровле; д — стальная надставка железобетонной фахверковой колонны; 1 — фахверковая колонна; 2 — ферма (балка) покрытия; 3 — стальная надставка; 4 — лист для крепления плит; 5 — лист для крепления фахверковой стойки; 6 — плита покрытия; 7 — смалкованный уголок; 8 — стальная приставка

Фахверковые колонны жестко заделывают в фундаментах и шарнирно крепят к элементам покрытия. Шарнирное соединение должно обеспечивать передачу ветровых нагрузок на каркас здания и устранять вертикальные воздействия покрытия на колонны фахверка (рис. X-7, в, г).

При высоте помещений до 4,2 м фахверковые колонны проектируют из стальных прокатных профилей, а при большей высоте — железобетонные. Длину торцовых железобетонных фахверковых колонн принимают на 100—500 мм меньше основных колонн, чтобы образовать необходимый зазор между их верхом и нижним поясом стропильных конструкций. На высоту покрытия фахверковые колонны наращивают стальными надставками двутаврового сечения (рис. X-7, д), а на высоту парапета — уголками.

В поперечном направлении устойчивость зданий с железобетонным каркасом обеспечивается защемлением колонн в фундаментах, жестким диском покрытия, образованным из панелей, соединенных сваркой со стропильными конструкциями. Горизонтальные силы, действующие на диск покрытия в поперечном направлении, передаются на стропильные конструкции и поперечные ряды колонн.

В продольном направлении устойчивость зданий обеспечивается, кроме того, системой вертикальных связей между колоннами и в покрытии. Вертикальные стальные связи по продольным рядам колонн предусматривают при значительных горизонтальных силах, действующих в плоскости продольной рамы (тормозные и ветровые силы), а также при гибких колоннах с целью уменьшения их расчетной длины.

Для снижения усилий в элементах каркаса от температурных и других воздействий вертикальные связи располагают в середине температурных блоков в каждом ряду колонн. При шаге колонн 6 м применяют крестовые связи, а при шаге 12 и 18 м — порталные (рис. X-8, а). В зданиях без мостовых кранов и с подвесным транспортом связи ставят только при высоте помещений более 9,6 м.

Рядовые колонны соединяют со связевыми в зданиях с мостовыми кранами покранными балками, а в зданиях без мостовых кранов и с подвесным транспортом — распорками, располагаемыми по вершине колонн. Выполняют связи из уголков или швеллеров и крепят к колоннам с помощью косынок на сварке (рис. X-8, б).

Железобетонные обвязочные балки и перемычки

Обвязочные балки служат для опирания кирпичных и мелкоблочных стен в местах перепада высот смежных пролетов, а также для повышения прочности и устойчивости высоких самонесущих стен. В последнем случае расстояние между балками по высоте определяют расчетом в зависимости от высоты, толщины и материала стены, наличия в стене проемов и их размеров.

Участки стены второго и последующего ярусов — навесные (нагруз-

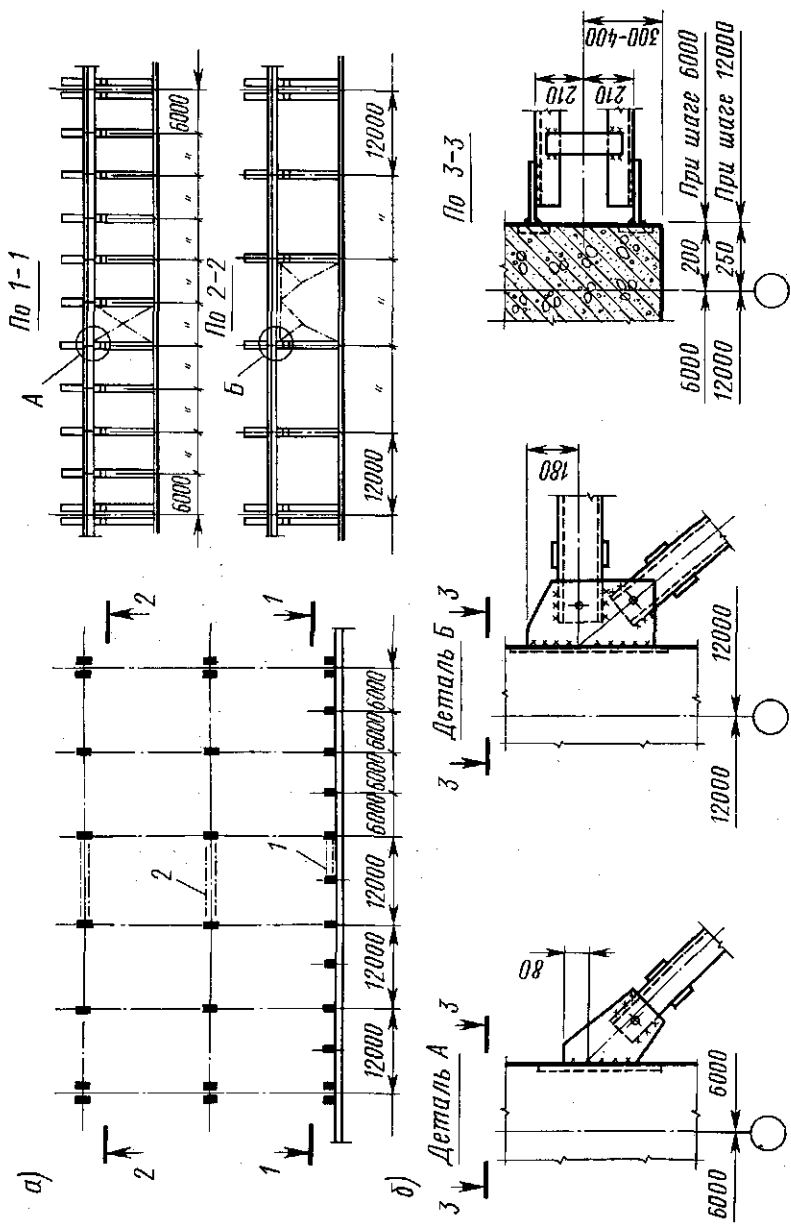


Рис. X-8. Связи между железобетонными колоннами: а — общий вид; б — детали крепления связей к колоннам; 1 — крестовые связи; 2 — порталные связи

ки от стены передаются на колонны), тогда как первый ярус стены, опирающийся на фундаментную балку, является самонесущим. Обычно обвязочные балки устанавливают над оконными проемами, и они служат тогда непрерывной перемычкой.

Обвязочные балки имеют длину 5950 мм, высоту сечения 585 мм и ширину 200, 250 и 380 мм. Балки укладывают на стальные столики-консоли со скрытым ребром жесткости и крепят к колоннам с помощью стальных планок, привариваемых к закладным элементам (рис. X-9, а).

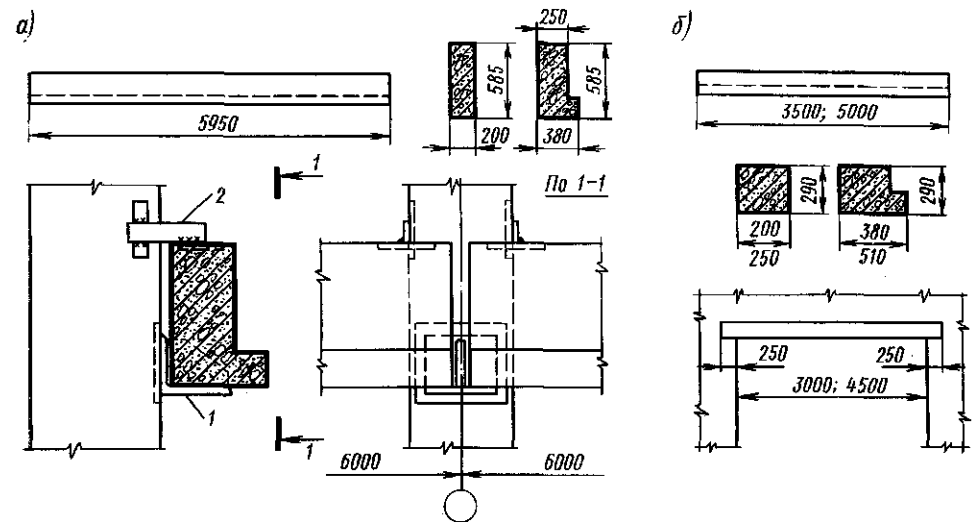


Рис. X-9. Обвязочные балки и перемычки:

а — общий вид и деталь опирания балки; б — то же, перемычки; 1 — стальной опорный столик; 2 — стальная планка

Железобетонные перемычки применяют для перекрытия отдельных проемов в стенах из кирпича и мелких блоков. Они имеют длину 3500 и 5000 мм (соответственно для проемов шириной 3,0 и 4,5 м), ширину сечения 200, 250, 380 и 510 мм и высоту 290 мм (рис. X-9, б).

Обвязочные балки и перемычки изготовляют из бетона марки 200 и армируют сварными каркасами с рабочей арматурой из стали класса А-III.

Подкрановые балки

Подкрановые балки с уложенными по ним рельсами образуют пути движения мостовых кранов и, прочно соединяясь с колоннами, придают каркасу здания дополнительную пространственную жесткость.

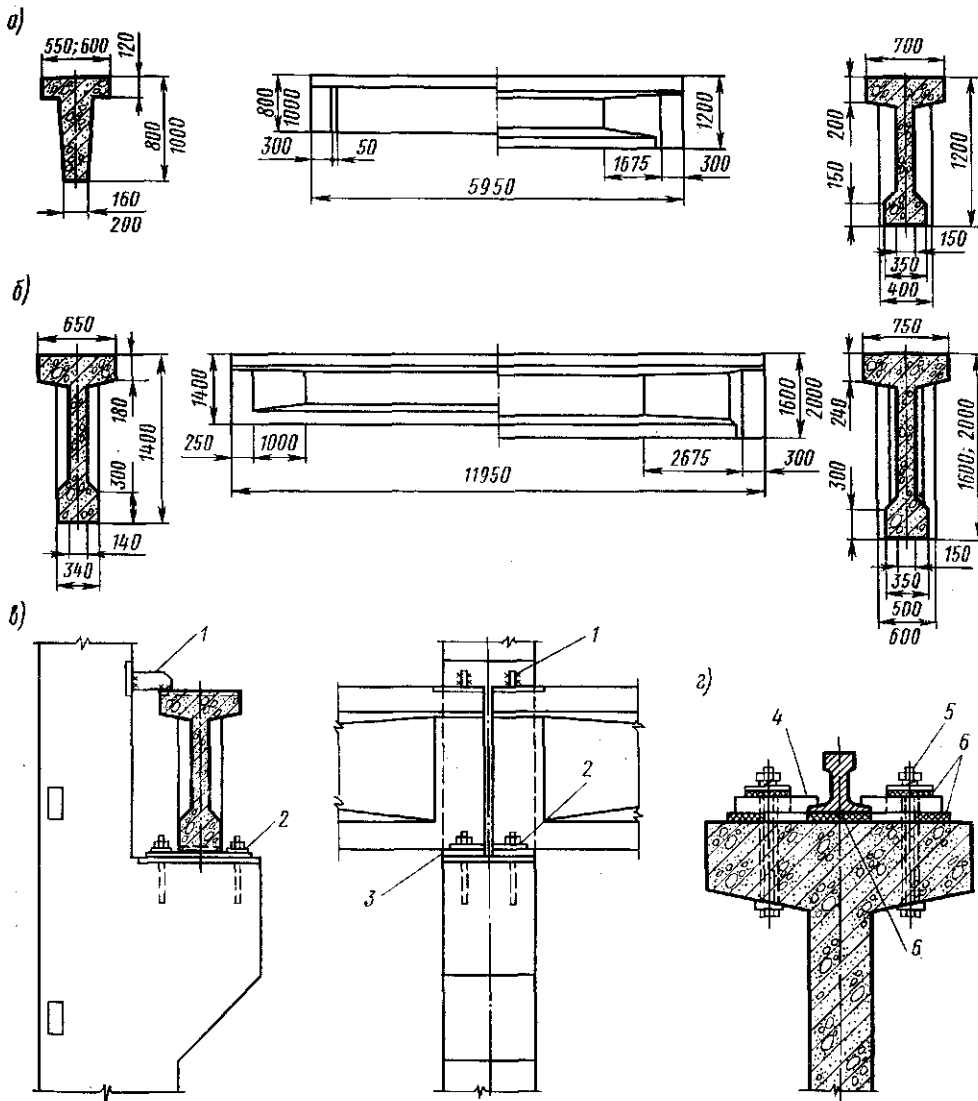


Рис. X-10. Железобетонные подкрановые балки:

а — пролетом 6 м; б — пролетом 12 м; в — крепление балок к колоннам; г — крепление кранового рельса; 1 — стальная планка; 2 — шайба; 3 — опорный лист; 4 — стальная лапка; 5 — болт; 6 — упругие прокладки (толщиной 8 мм)

Железобетонные подкрановые балки обладают большой массой и значительно дороже стальных; поэтому, несмотря на большой расход стали, преимущественно распространены стальные подкрановые балки. Применять железобетонные балки рекомендуется после тщательного технико-экономического обоснования в случаях, когда они могут быть экономически эффективны. Одним из таких случаев может быть, например, наличие сильноагрессивной среды для стальных конструкций и неагрессивной или малоагрессивной — для железобетона.

Железобетонные подкрановые балки имеют тавровое и двутавровое сечения с утолщением стенок на опорах (рис. X-10, а, б). Развитая в ширину полка балок обеспечивает усиление сжатой зоны, воспринимает поперечные горизонтальные крановые нагрузки, а также упрощает крепление крановых рельсов.

К колоннам балки крепят сваркой закладных элементов и анкерными болтами (рис. X-10, в). После выверки балок гайки заваривают. Рельсы с подкрановыми балками соединяют стальными лапками, располагаемыми через 750 мм (рис. X-10, г). В целях снижения шума при движении кранов и уменьшения динамических воздействий на балки под рельсы укладывают упругие прокладки, повышающие также долговечность крановых путей.

Во избежание ударов мостовых кранов о колонны торцового факелера здания на концах подкрановых путей устраивают стальные упоры, снабженные амортизаторами-буферами из деревянного бруса.

Стальной каркас одноэтажных зданий

Применять стальной каркас, как отмечалось, целесообразно в первую очередь для зданий с укрупненной сеткой колонн, большой высоты, с мостовыми кранами большой грузоподъемности, а также в тех случаях эксплуатации, когда железобетонный каркас не является надежным.

Требования дальнейшей индустриализации строительства и всемерного снижения массы зданий, а также освоение нашей промышленностью выпуска экономичных видов проката и гнутых профилей все меньше ограничивают применение стальных конструкций и в зданиях массового строительства.

Наиболее эффективны для каркаса легкие металлические конструкции, поставляемые на стройку с полной заводской готовностью. Ограниченность номенклатуры конструкций — важнейшее условие их экономичности.

Для одноэтажных зданий применяют типовые стальные конструкции следующих параметров: пролеты стропильных ферм — 18, 24, 30 и 36 м при длине панели верхнего пояса 3 м; уклон кровли 1,5% — для отапливаемых и 1:3,5 — для неотапливаемых зданий; шаг стропильных ферм 6 и 12 м; ширина светозащитных фонарей 6 м при пролете 18 м, а при пролетах 24, 30 и 36 м — 12 м; подкрановые балки разрезные про-

детами 6 и 12 м при грузоподъемности кранов 10—50 т с тяжелым и обычным режимом работы.

Стальной каркас одноэтажного здания включает в себя комплекс конструктивных элементов (колонны, стропильные и подстропильные фермы, подкрановые балки, прогоны, элементы фахверка и связи), сочлененных между собой и образующих пространственную геометрически неизменяемую систему.

Поперечные рамы, состоящие из шарнирно (или жестко) связанных между собой колонн и ригелей, являются основными несущими конструкциями здания, воспринимающими вертикальные и горизонтальные нагрузки. Колонны каркаса обычно жестко соединены с фундаментами.

Пространственная работа каркаса обеспечивается также вертикальными связями между колоннами, жестким диском покрытия (при крупноразмерных плитах) или горизонтальными связями. Последние следует располагать по нижним поясам ригелей (при мелкогабаритных плитах ограждения).

Современным способом соединения элементов стальных конструкций является сварка, позволяющая снизить трудоемкость и стоимость изготовления конструкций и дающая экономию металла от 10 до 20% (по сравнению с клепкой). Соединения на заклепках применяют при наличии знакопеременных и динамических нагрузок, а также в подкрановых балках тяжелого режима работы, при соединении толстых пакетов или в труднодоступных для сварки местах.

С целью снижения трудоемкости монтажа соединения элементов каркаса на стройке производят главным образом на черных, чистых и высокопрочных болтах, так как применение монтажной сварки во многих случаях оказывается трудоемким процессом. Кроме того, в построчных условиях затруднителен контроль качества сварных швов. При монтаже каркаса сварку применяют в основном для усиления жесткости узловых соединений.

Для элементов стального каркаса предусматривают малоуглеродистые, низколегированные и высокопрочные стали. Низколегированные строительные стали применяют с целью экономии материала, облегчения конструкций и упрощения конструктивной формы элементов. Большую экономию металла дают высокопрочные, особенно термоупрочненные стали. Более эффективно их применение в висячих и предварительнонапряженных конструкциях в виде тросов и пучков. Экономия металла достигается также в случае применения эффективных профилей (гнуемых, трубчатых и др.), предварительного напряжения конструкций и т. п.

Коррозионную стойкость стального каркаса можно повысить нанесением соответствующих защитных покрытий (масляных красок, битумных лаков, металлов, перхлорвиниловых пленок и др.). С этой же целью для работы в агрессивной среде следует применять круглые, гнутые, сплошнотелчатые конструктивные формы элементов, в которых отсутствуют места скопления влаги и пыли, являющихся источником развития коррозии.

Стальные колонны

Стальные колонны одноэтажных зданий могут иметь постоянное по высоте сечение и переменное; в последнем случае их называют ступенчатыми. Колонны подразделяют также на сплошные и сквозные. Широко распространены колонны смешанного типа, в которых надкрановая часть сплошная, а подкрановая — сквозная (рис. X-11, а—д).

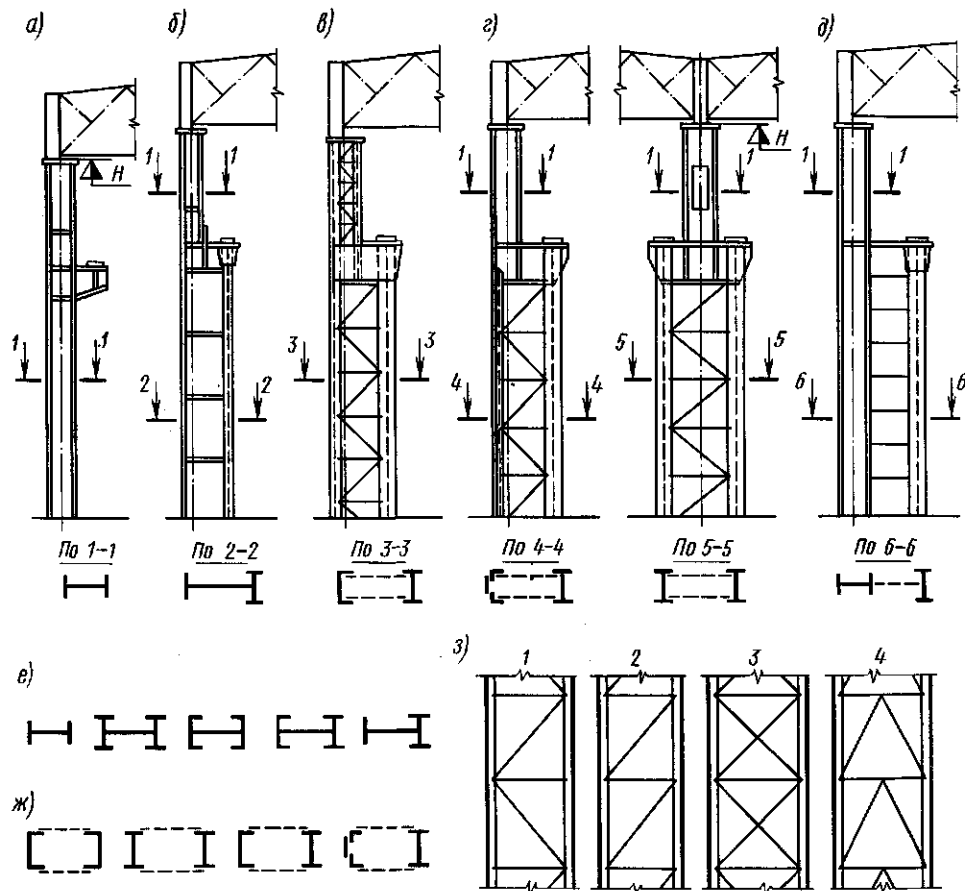


Рис. X-11. Основные типы стальных колонн:

а — постоянного сечения; б — в — переменного сечения; д — раздельного типа; е — сеченная сплошных колонн; ж — то же, сквозных; з — типы решеток (1 — треугольная с распоркой; 2 — раскосная; 3 — крестовая; 4 — полураскосная)

По конструктивной схеме сквозные колонны подразделяют на колонны с ветвями, соединенными связями, обеспечивающими их совместную работу (рис. X-11, в, г), и колонны раздельные, состоящие из работающих независимо шатровой и подкрановой ветвей (рис. X-11, д).

Колонны постоянного сечения применяют в зданиях с кранами небольшой грузоподъемности (до 20 т) и, как правило, с высотой до 9,6 м; в остальных случаях предусматривают ступенчатые колонны.

Колонны сплошного сечения целесообразно применять при центральной их сжатии или при малых эксцентриситетах продольной силы. Чаще применяют колонны сквозного сечения, требующие меньшего расхода металла, хотя они более трудоемки в изготовлении.

Раздельные колонны целесообразны в зданиях с тяжелыми мостовыми кранами (125 т и более), при двухъярусном расположении кранов, а также в пролетах, со стороны которых предусматривают расширение цеха. Раздельные колонны позволяют усиливать подкрановую ветвь (например, при увеличении грузоподъемности крана), не нарушая конструкции покрытия. По сравнению со ступенчатыми эти колонны тяжелее.

Сечения сплошных колонн проектируют в виде широкополочного прокатного или сварного двутавра (рис. X-11, е). Двутавры составляют из листовой и профильной стали. Колонны из одного прокатного профиля менее трудоемки в изготовлении, но вследствие относительно малой боковой жесткости их применяют редко. Сквозные колонны компонуется из двух ветвей, сечения которых принимают из прокатных и сварных двутавров, прокатных и холодногнутых швеллеров (рис. X-11, ж).

Применяемые для соединения ветвей решетки могут быть треугольные, раскосные, крестовые и полураскосные (рис. X-11, з). При больших расстояниях между ветвями принимают крестовую или полураскосную решетку. Элементы решетки можно располагать как снаружи, так и внутри ветвей. Внутренняя решетка уменьшает габариты колонн, облегчает их перевозку, но трудоемка в изготовлении.

Фундаменты и базы стальных колонн. Для увеличения площади опирания колонн и сопряжения с фундаментами в нижней части колонн предусматривают стальные базы (башмаки). Конструкция баз определяется типом колонн (сплошные, сквозные, раздельные), величиной и характером нагрузки (центральная, внецентренная) и способом опирания колонн (шарнирный, бесшарнирный). Наиболее распространены бесшарнирные базы, отличающиеся простотой конструкции и монтажа.

Базы центрально сжатых сплошных и сквозных колонн рекомендуются устраивать из одной плиты (рис. X-12, а) или из плиты, усиленной ребрами жесткости (рис. X-12, б). Увеличить ширину стержня колонны и усилить плиту можно постановкой поперечных траверс из листов (рис. X-12, в). Базы внецентренно сжатых колонн при небольших изгибающих моментах делают такие же, как и базы центрально сжатых колонн.

При малых расстояниях между ветвями и необходимости увеличения плеча анкерных болтов в сквозных колоннах разрешается применять общую базу на обе ветви (рис. X-12, з). В большинстве же случаев для сквозных внецентренно сжатых колонн устраивают раздельные базы, т. е. под каждую ветвь свою по типу баз центрально сжатых колонн (рис. X-12, д).

Основным способом соединения стержней колонн, траверс и ребер с опорными плитами является сварка. В базах предусматривают фрезерованный торец колонны и строганую поверхность опорной плиты.

Стальные колонны опирают на железобетонные фундаменты через слой цементно-песчаной подливки. В целях унификации колонн их ниж-

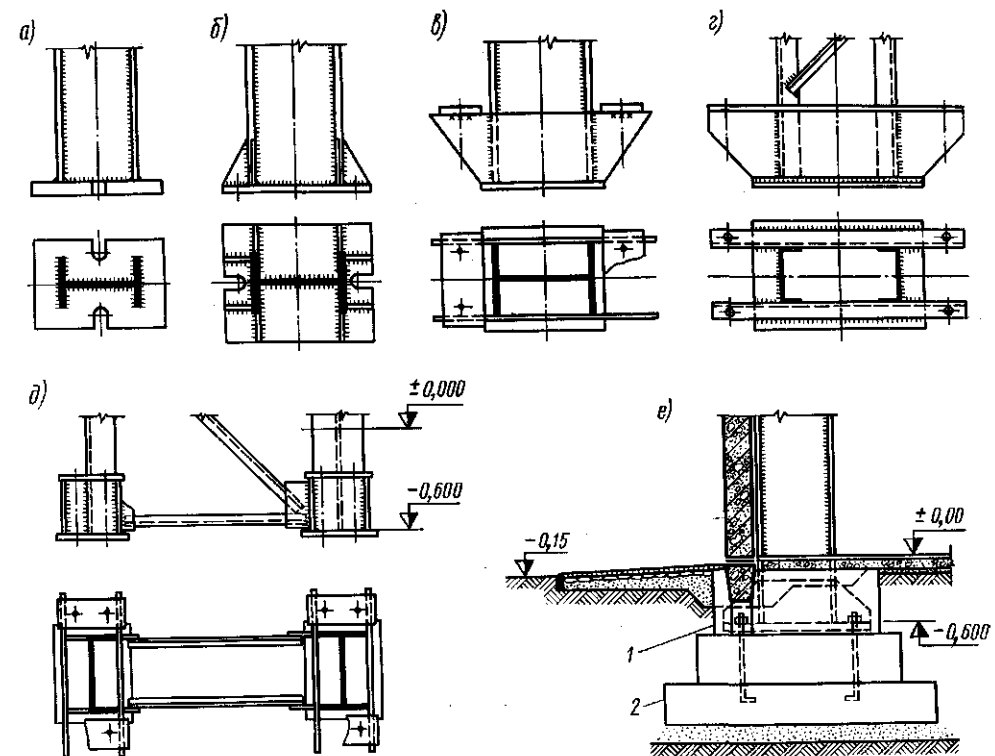


Рис. X-12. Базы стальных колонн:

а — из стальной плиты; б — то же, с дополнительными ребрами; в — то же, с траверсами; г — сплошная база из плиты и швеллеров; д — раздельные базы ветвей; е — опирание базы на фундамент; 1 — набетонка; 2 — фундамент

ние торцы нужно располагать на отметке $-0,6$ м. Базы к фундаментам крепят анкерными болтами, заделываемыми в фундаменты при их изготовлении.

Для защиты от коррозии подпольную часть колонн вместе с базой покрывают слоем бетона. Стены, как и при железобетонном каркасе, опирают на фундаментные балки, укладываемые на уступы фундаментов (рис. X-12, е).

Стальные подкрановые балки

Стальные подкрановые балки в зависимости от статической схемы подразделяют на разрезные и неразрезные. Преимущественное распространение имеют разрезные балки. Они более просты в конструктивном отношении, менее чувствительны к осадкам опор, несложны в изготовлении и монтаже, но по сравнению с неразрезными имеют большую высоту и осложняют условия эксплуатации подкрановых путей (при прогибах на опорах может получиться перелом балки) и требуют большего расхода стали.

По типу сечения подкрановые балки могут быть сплошными и сквозными (решетчатыми). Балки сплошного сечения при шаге колонн 6 м и небольшой грузоподъемности кранов изготавливают из прокатного двутавра с усилением верхнего пояса листом или уголками (рис. X-13, а). Более распространены сплошные подкрановые балки с сечением, составленным из трех стальных листов (рис. X-13, б). Для восприятия горизонтальных тормозных усилий от кранов верхний пояс таких балок делают более развитым или в плоскости его предусматривают тормозные фермы или балки из стального листа.

Элементы сечения балок соединяют сваркой. В зданиях, оборудованных кранами большой грузоподъемности с тяжелым режимом работы, подкрановые балки иногда допускается выполнять клепаными (рис. X-13, в).

Сквозные подкрановые балки в виде шпренгельных систем, позволяющие по сравнению со сплошными экономить до 20% стали, можно применять в зданиях с шагом колонн 12 м и более при кранах среднего и легкого режимов работы грузоподъемностью до 75 т (рис. X-13, г).

Высоту сечения сплошных балок принимают от 650 до 2050 мм с градацией через 200 мм (возможна и большая высота сечения). Стенки балок усиливают двусторонними поперечными ребрами жесткости, располагаемыми через 1,5 м. В балках пролетом 24 м предусматривают также продольные ребра жесткости, идущие параллельно поясам.

Подкрановые балки целиком или только их полки изготавливают из низколегированной и высокопрочной стали. В последнем случае для стенок применяют углеродистую сталь.

Балки опирают на консоли колонн через выступающие торцовые ребра и крепят анкерными болтами и планками (рис. X-13, д—ж). Между собой балки соединяют болтами, пропущенными через торцовые ребра. В уровне подкрановых путей пролетов с мостовыми кранами тяжелого режима работы предусматривают площадки для сквозных проходов. Площадки принимают шириной не менее 0,5 м, их устраивают с перилами и лестницами. В местах расположения колонн проходы устраивают сбоку или через проемы в них.

В зависимости от грузоподъемности кранов и типа ходовых колес для подкрановых путей применяют железнодорожные рельсы, рельсы профиля КР или брускового профиля. Крепление рельсов к балкам может быть неподвижным и подвижным.

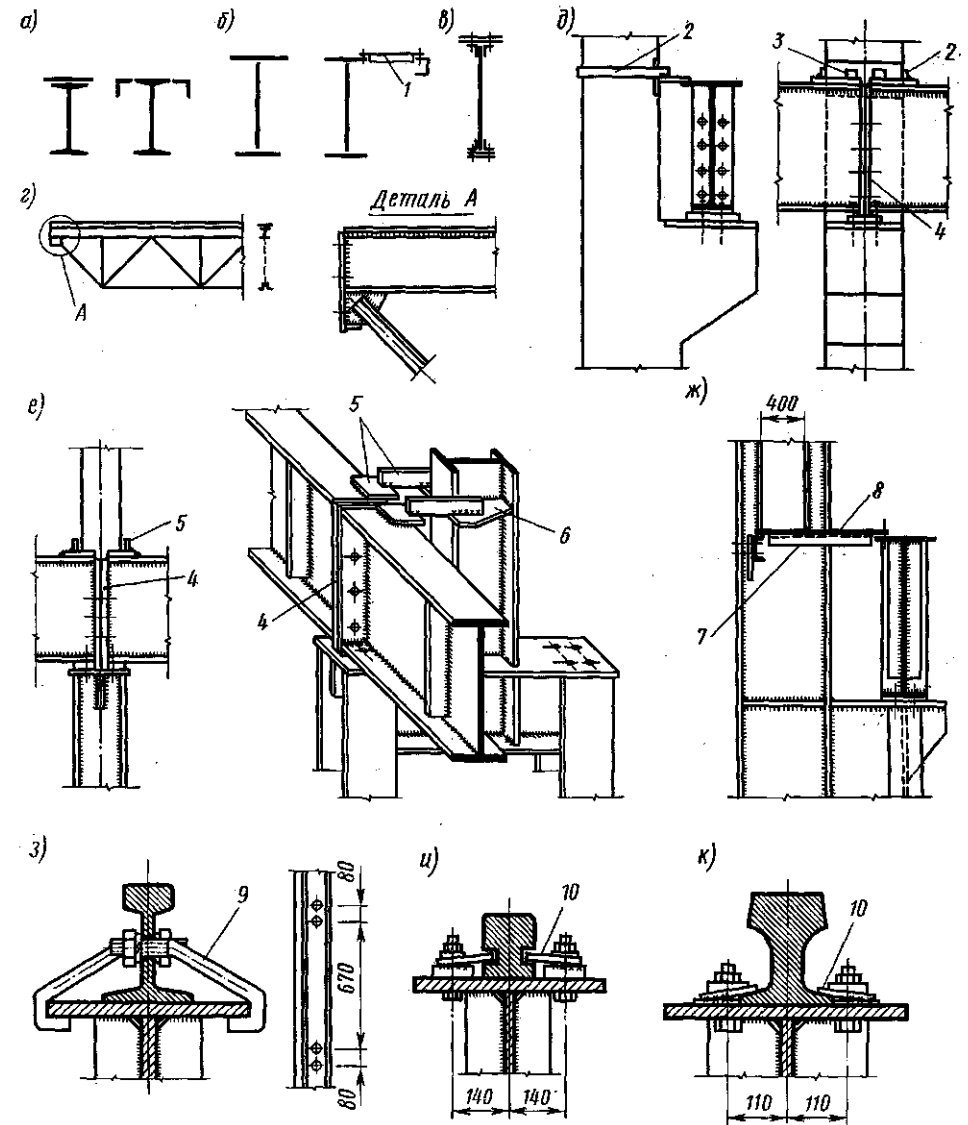


Рис. X-13. Стальные подкрановые балки:

а—в — сплошного сечения; г — сквозного сечения; д — крепление балок к железобетонной колонне; е, ж — то же, к стальным; з — крепление рельсов к балкам крюками; и, к — то же, лапками; 1 — тормозная балка; 2 — хомут из полосы 8×100 мм; 3 — упорные корытца из уголков; 4 — торцовое опорное ребро; 5 — крепежные планки; 6 — фасонка; 7 — ребра жесткости через 1,5 м; 8 — тормозная балка из рифленой стали; 9 — крюк; 10 — составные лапки через 0,6—0,75 м

Неподвижное крепление, допускаемое при легком режиме работы кранов грузоподъемностью до 30 т и среднем режиме грузоподъемностью до 15 т, обеспечивают приваркой рельса к балке. В большинстве случаев рельсы крепят к балкам подвижным способом, позволяющим производить рихтовку (выпрямление) рельсов (рис. X-13, з—к). На концах под-

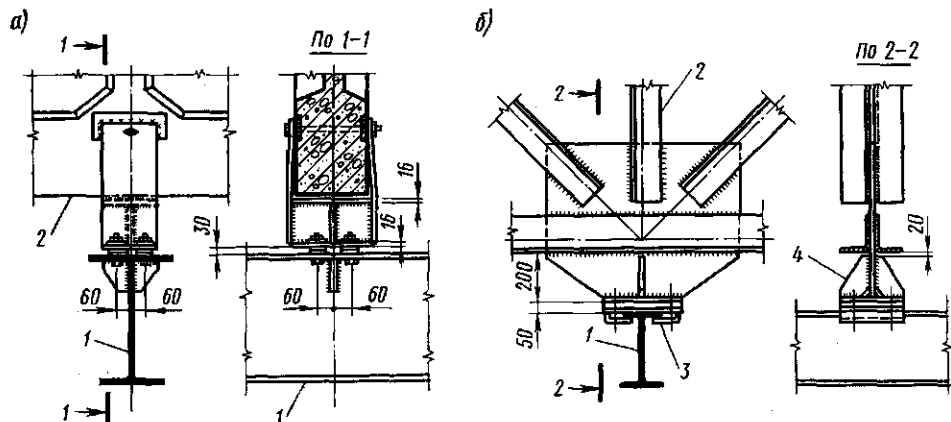


Рис. X-14. Крепление подвесных путей к стропильным конструкциям:

а — к железобетонной балке; б — к металлической ферме; 1 — подвесная балка; 2 — стропильные конструкции; 3 — лапка; 4 — стальное ребро толщиной 10 мм

крановых путей устраивают упоры-амортизаторы, исключающие удары кранов о торцовые стены здания.

Пути движения подвесных кранов монтируют из специальных или обычных двутавровых (реже тавровых) балок и крепят к несущим конструкциям покрытия или междуэтажным перекрытиям хомутами, сваркой закладных элементов, скобами, лапками и т. п. Пролеты подвесных путей принимают 6 и 12 м (допустимы пролеты 18 и 24 м). При компоновке путей подвесные балки следует крепить в узлах стропильных ферм (рис. X-14). Допускается и внеузловое крепление путей. В этом случае нижний пояс ферм в местах подвески путей усиливают металлическими подвесками.

Фахверк и связи между стальными колоннами

Фахверк (или дополнительный каркас) располагают в плоскости продольных и торцовых стен; он необходим для восприятия массы стенового заполнения, оконных переплетов и ветровых нагрузок и передачи их на основной каркас.

Устраивают фахверки в следующих случаях: при стенах из асбестоцементных и металлических листов и панелей, панельных стенах (при шаге колонн 12 м и длине панелей 6 м), в зданиях высотой более 30 м независимо от конструкции стены, в зданиях с тяжелым режимом рабо-

ты кранов при кирпичных стенах, в сборно-разборных зданиях, для временных переносных торцовых стен при строительстве здания в несколько очередей.

Обычно фахверк состоит из ригелей и стоек. Их количество и местоположение определяются шагом колонн, высотой здания, конструкцией стенового заполнения, характером и величиной нагрузок. Расположение стоек и ригелей увязывают с проемами окон и ворот.

При шаге колонн крайних рядов в 6 м фахверк монтируют из ригелей, располагаемых над оконными проемами или между ними (рис.

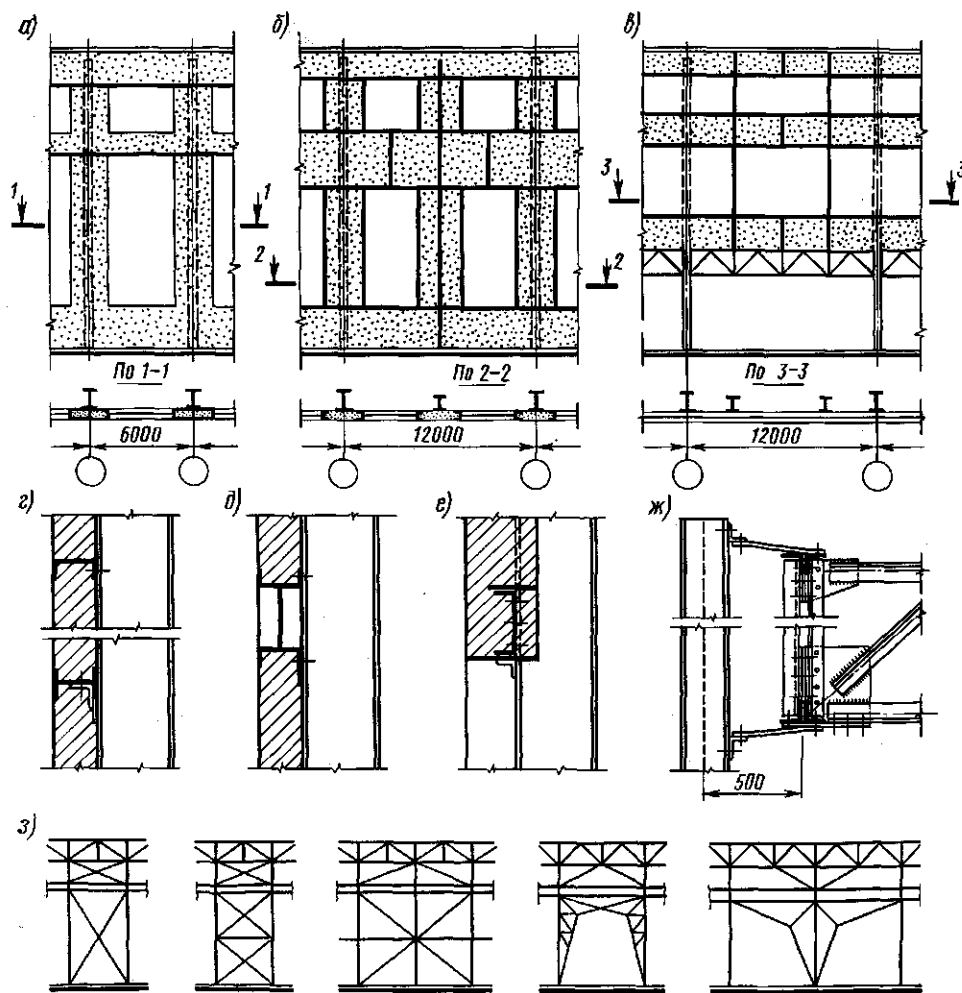


Рис. X-15. Элементы стального фахверка и связи между колоннами:

а — схема фахверка при шаге колонн 6 м; б, в — то же, при шаге колонн более 6 м; д — е — детали крепления ригелей; ж — крепление стойки к подстропильной ферме; з — типы вертикальных связей между колоннами

Х-15, а). Иногда предусматривают стойки, разделяющие поверхность стены на отдельные панели или ограничивающие проемы по бокам. Опирают такие стойки на ригели фахверка.

При шаге колонн более 6 м в фахверк вводят дополнительные несущие стойки с собственными фундаментами (рис. Х-15, б). Если в нижней части стены необходимы ворота больших размеров, дополнительные стойки опирают на ригели, имеющие в пределах ширины проема развитое сплошное или сквозное сечение (рис. Х-15, в). Ригели и стойки фахверка изготавливают из прокатных и составных профилей (рис. Х-15, г—е).

Верхние концы стоек фахверка крепят к фермам покрытия или связям с помощью слегка изогнутых пластин (листовых шарниров). Листовой шарнир обеспечивает передачу ветровых нагрузок на основной каркас и устраняет вертикальные воздействия покрытия на стойки фахверка. Шарнир представляет собой стальной лист толщиной 8—10 и шириной 150—200 мм (рис. Х-15, ж).

Вертикальные связи между стальными колоннами, предусматриваемые по каждому продольному ряду колонн, подразделяют на основные и верхние. Основные связи, обеспечивающие неизменяемость каркаса в продольном направлении, располагают по высоте подкрановой части колонн в середине здания или температурного отсека.

В зависимости от шага колонн, ширины поперечных проездов и габаритов технологического оборудования эти связи проектируют крестовыми, порталными или полупортальными (рис. Х-15, з).

Верхние связи, обеспечивающие правильность установки оголовков колонн в период монтажа и передачу продольных усилий с верхних участков торцовых стен на основные связи, размещают в пределах надкрановой части колонн по краям температурного отсека. Кроме того, эти связи устраивают в тех панелях, где расположены вертикальные и поперечные горизонтальные связи между фермами покрытия. Их проектируют в виде подкосов, крестов, распорок и ферм.

Изготавливают связи из уголков и швеллеров и крепят к колоннам черными болтами, а в зданиях с кранами большой грузоподъемности тяжелого режима работы — монтажной сваркой, чистыми болтами и иногда заклепками.

Железобетонные и стальные несущие конструкции покрытий рассмотрены в гл. XIV.

Г Л А В А

ХІ КАРКАСЫ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

Многоэтажные промышленные здания подразделяют на три основные группы:

здания массового типа, имеющие простое объемно-планировочное решение — с одной высотой по длине не более шести этажей, с сеткой колонн $(6 \times n) \times 6$, $(9 \times n) \times 6$, $(6+3+6) \times 6$, $(9+3+9) \times 6$ и 12×6 м;

сблокированные здания — одноэтажные заблокированы с многоэтажными; к этой группе относят и здания с верхним крановым этажом;

здания смешанной этажности, характеризующиеся сложным объемно-планировочным решением, сооружают их в угольной, коксохимической, горнорудной промышленности и на предприятиях цветной металлургии (число этажей может достигать 10).

Здания, на верхних этажах которых имеются мостовые или подвесные краны, характерны для химической промышленности. Верхний этаж имеет укрупненную сетку колонн 12×6 , 18×6 или 24×6 м и краны грузоподъемностью 5 и 10 т.

Наряду с многоэтажными полнокаркасными зданиями иногда сооружают здания с неполным каркасом, в которых отсутствуют крайние ряды колонн, а наружные стены являются несущими.

Каркасы выполняют преимущественно из железобетона, а также из стали. Наиболее долговечны, огнестойки и экономичны по расходу металла железобетонные каркасы.

Применять стальные каркасы допускается в многоэтажных зданиях и этажерках под оборудование с полезной нагрузкой на перекрытия, превышающей 3000, 1500 и 1000 кг/м² (30, 15 и 10 кН/м²) при сетке колонн соответственно 6×6 , 6×9 и 6×12 м; при особых производственных и технологических требованиях к зданиям (сжатые сроки возведения, труднодоступные пункты строительства, неунифицированные параметры здания, минимальные габариты колонн, наличие агрессивной среды и др.).

В укрупненных пролетах (18 м и более) верхнего этажа трех- и более этажных зданий допускается применять стальные стропильные конструкции.

Железобетонный каркас

По способу возведения железобетонные каркасы могут быть сборные и монолитные. В большинстве случаев применяют сборные каркасы, хотя по многим технико-экономическим показателям они уступают пока монолитным.

Как видно из табл. XI-1, устройство монолитных каркасов по сравнению со сборными позволяет снизить стоимость зданий на 25% и приведенные затраты на 28%, сократить расход бетона на 23% и стали на 53%.

Монолитные каркасы, рамные в обоих направлениях, придают зданию большую жесткость и устойчивость. Они позволяют строить здания разнообразных архитектурных форм. Многоэтажные здания с монолитными конструкциями особенно целесообразны в южных районах при большой продолжительности теплого времени года, а также в случае использования неунифицированных сеток колонн.

Поэтому, несмотря на высокую трудоемкость и большую длительность возведения, высокий расход лесоматериалов на опалубку, приме-

Таблица XI-1

Технико-экономические показатели сборных и монолитных железобетонных каркасов многоэтажных зданий

Показатели	Единица измерения	Сборные конструкции		Монолитные конструкции	
		полезная нагрузка, кг/м ² (кН/м ²)			
		500 (5)	2000 (20)	500 (5)	2000 (20)
Стоимость в деле:					
при возведении летом	руб.	19,7	21,5	11,3	15,5
при возведении зимой	руб.	20,5	22,4	15,4	21,6
среднегодовая	руб.	20,1	21,9	13,3	18,5
Приведенные затраты:					
при возведении летом	руб.	21,6	23,6	12,0	16,5
при возведении зимой	руб.	22,4	24,5	16,1	22,6
среднегодовые	руб.	22,0	24,1	14,1	19,5
Объем бетона:					
физический	м ³	0,187	0,188	0,154	0,194
приведенный к бетону М 200	м ³	0,214	0,236	0,154	0,194
Расход стали:					
в физической массе	кг	27,5	32,2	12,3	20,3
приведенный к стали А-1	кг	33,1	39,1	13,1	21,0
Расход цемента	кг	83,5	96,0	45,5	58,5
Затраты труда:					
на изготовление	чел-дн	0,316	0,34	0,091	0,121
на возведение	чел-дн	0,151	0,155	0,368	0,433

Примечание. Расчеты произведены на 1 м² для секции трехэтажного трехпролетного здания с сеткой колонн 6×6 м, площадью 18×60 м².

нение монолитных каркасов в многоэтажных зданиях следует расширять. В зарубежной практике монолитные конструкции распространены широко.

Из вышеприведенных технико-экономических расчетов следует также, что внимание проектировщиков должно быть обращено на разработку более совершенных сборных конструкций многоэтажных зданий.

Основными схемами каркасов из монолитного железобетона являются: каркасы с поперечными рамами и продольными второстепенными балками, с продольными главными и поперечными второстепенными балками, с балками, расположенными по колоннам в обоих направлениях, и оперты по контуру плитами, с безбалочными перекрытиями (рис. XI-1).

Наибольшей поперечной жесткостью обладает первая схема. Однако высокие ригели рам загромаздают верх помещений, а часто расположенные второстепенные балки затеняют потолок и являются причиной застоя загрязненного воздуха и газов.

Схема с безбалочными перекрытиями наименее жестка, но при ней можно получить наименьшую высоту этажей при заданной высоте помещений и создать лучшее естественное освещение. Разница в высотах эта-

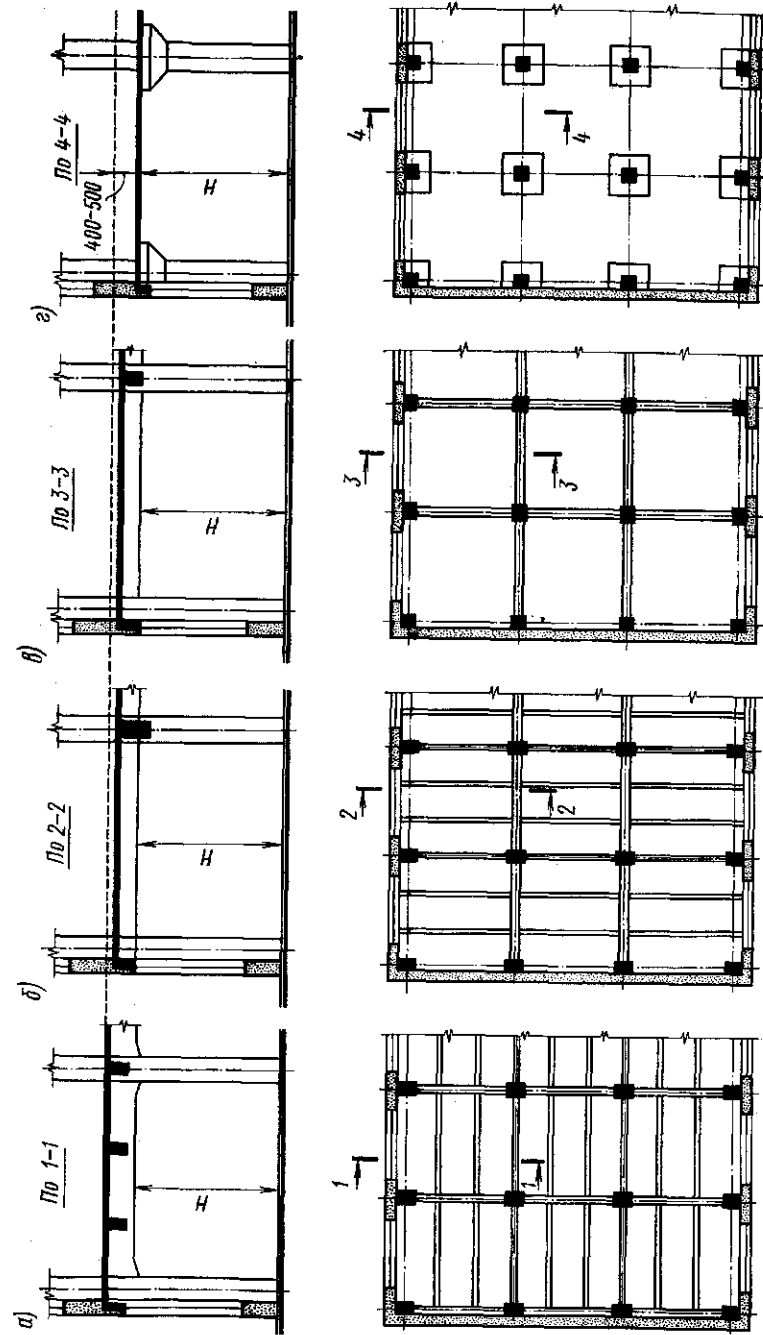


Рис. XI-1. Схемы монолитных железобетонных каркасов:

а — с поперечными главными рамами; б — то же, продольными; в — с плитами, оперты по контуру; 1 — с безбалочными перекрытиями

жей зданий, возведенных по первой и последней схемам, может достигать 0,5 м.

В целях широкого применения стандартной инвентарной опалубки для возведения монолитных конструкций унифицированы размеры монолитных фундаментов, колонн, балок и плит.

Фундаменты имеют размеры подошв от $1,5 \times 1,5$ до $6,6 \times 7,2$ м (через 0,3 м), высоту 1,5 и от 1,8 до 4,2 м (через 0,6 м). Размеры подколонников в плане кратны 0,3 м и приняты от $0,9 \times 0,9$ до $1,2 \times 2,7$ м. Высота ступеней 0,3; 0,45 и 0,6 м.

Сечения колонн в интервале от $0,3 \times 0,3$ до $0,6 \times 1,2$ м изменяются по ширине через 100 и по высоте через 100 и 200 мм. Если необходимо принять большие сечения колонн, их ширина должна быть кратной 200 мм, а высота — 300 мм.

Для балок рекомендуются следующие размеры: ширина — 150, 200, 300, 400, 500 мм и далее кратно 10 мм; высота — от 300 до 800 (кратная 100 мм), 1000, 1200 мм и далее кратно 300 мм. Отношение высоты сечения балки к ее ширине выбирают в пределах от 2 до 3.

Толщина плит до 100 мм кратна 10 мм; толщина их от 100 до 200 мм кратна 20 мм, толщина от 200 до 300 мм — 50 мм, а большая толщина плит кратна 100 мм.

Элементы монолитного каркаса изготавливают из бетона марок 150, 200 и 300 и армируют сварными каркасами и сетками. Целесообразнее применять предварительно-напряженные монолитные конструкции.

Следует шире использовать монолитные железобетонные конструкции с несущей жесткой арматурой, способствующей индустриализации возведения каркасов. В процессе производства работ к несущей арматуре подвешивают опалубку и надобность в лесах отпадает. В качестве жесткой арматуры применяют прокатные, сварные и тонкостенные холодноотянутые профили (швеллеры, двутавры). Последние позволяют сократить расход металла по сравнению с прокатными профилями до 40%.

Сборные балочные и безбалочные каркасы

Сборные железобетонные каркасы подразделяют на балочные и безбалочные. Балочные каркасы, обеспечивающие зданию большую пространственную жесткость и устойчивость, более распространены.

Сборный каркас многоэтажных зданий с балочными перекрытиями и конструируют в поперечном направлении по рамной схеме, а в продольном — по рамной или связевой схемам.

В первом случае жесткость каркаса в продольном направлении обеспечивают однопролетными продольными рамами, располагаемыми по крайним осям или дополнительно по нескольким промежуточным осям каждого температурного блока здания. Однопролетную раму образуют две соседние колонны и продольный ригель, соединяемые сваркой выпусков арматуры и закладных деталей, а также замоноличиванием стыков.

Во втором случае для обеспечения жесткости каркаса в продольном направлении предусматривают вертикальные связи portalного типа, устанавливаемые в середине температурного блока в каждом продольном ряду или через 1—2 ряда. Ветровые нагрузки, действующие на тор-

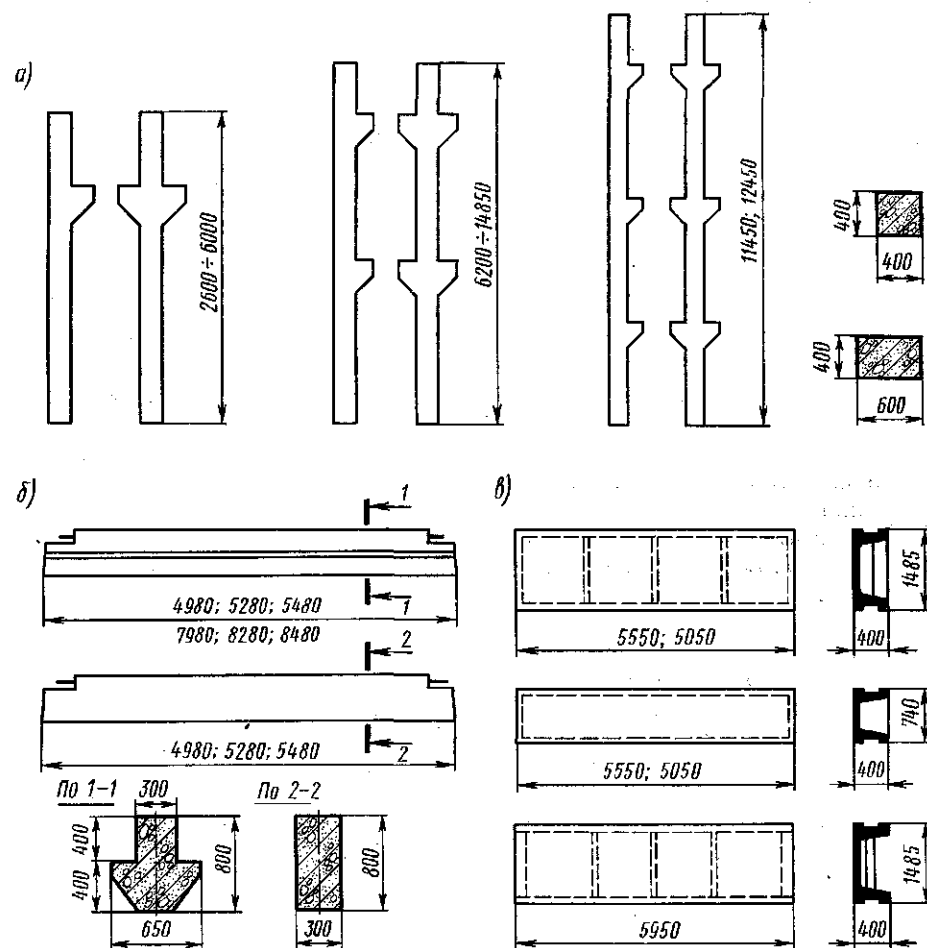


Рис. XI-2. Элементы балочного железобетонного каркаса при опирании ригелей на консоли колонн:

а — колонны; б — ригели; в — плиты перекрытий

цовые стены здания, передаются на рамы или связи через жесткие диафрагмы — диски перекрытий.

Предпочтение отдают рамным конструктивным схемам, которые вследствие способности каждой рамы работать независимо друг от друга допускают устройство в перекрытиях любого количества отверстий.

Это особенно ценно для производств с вертикальным технологическим процессом, когда междуэтажные перекрытия прорезают технологические установки, санитарно-технические и транспортные коммуникации.

Балочный каркас состоит из фундаментов, фундаментных балок, колонн, ригелей, плит перекрытий и связей (при связевой схеме в продольном направлении).

Фундаменты под колонны, как и в одноэтажных зданиях, устраивают столбчатые с подколонниками стаканного типа. Колонны первого этажа устанавливают в стаканы фундаментов, верх которых располагают на отметке — 0,15 м. Цокольные стеновые панели опирают на фундаментные балки, укладываемые на уступы фундаментов.

Для сокращения числа монтажных единиц и повышения эксплуатационной надежности зданий основные колонны приняты высотой на 2 и 3 этажа (рис. XI-2, а). Сечения колонн 400×400 и 400×600 мм. Рекомендуется предусматривать колонны постоянного сечения для всех этажей (кроме подвального), а также для крайних и средних рядов. Необходимую несущую способность колонн обеспечивают изменением количества арматуры и марки бетона в соответствии с нагрузкой. Колонны изготовляют из бетона марок 200—500 и армируют сварными каркасами.

Стыки колонн должны быть на 600—1000 мм выше перекрытия. Устанавливают колонны на центрирующие прокладки и соединяют между собой приваркой стержней-накладок к оголовкам колонн, образуемым уголками и пластинами. Зазор между торцами колонн зачеканивают жестким раствором марки 300 и после установки сеток по периметру замоноличивают бетоном.

В зависимости от вида опирания плит перекрытий (на полку ригелей или по верху) ригели имеют прямоугольное сечение с полками или без них (рис. XI-2, б). В первом варианте ригели имеют ширину в уровне полки 650 и высоту 800 мм; во втором, применяемом при больших нагрузках от крупногабаритного провисящего оборудования, — сечение 300×800 мм. Для сеток колонн 6×6 и 6×9 м сечения ригелей одинаковы.

Длину ригелей с учетом пролета, высоты сечения колонн и величины зазора между ригелями и колоннами принимают в 4980, 5280, 5480, 7980, 8280 и 8480 мм. Ригели изготовляют из бетона марок 200—400 с обычной и предварительно-напряженной арматурой.

Сопряжение ригелей с колоннами может быть консольным и бесконсольным (рис. XI-3, а, б). В первом случае ригели опирают на железобетонные консоли и соединяют с колоннами сваркой закладных элементов и выпусков арматуры, а также замоноличиванием (рис. XI-3, в).

Бесконсольное сопряжение ригелей значительно улучшает интерьер помещений, сокращает расход стали и трудовые затраты. Применяют несколько типов бесконсольных стыков ригелей с колоннами. На рис. XI-3, г ригель с колонной соединен посредством ванной сварки выпусков арматуры, бетонных шпонок и омоноличивания бетоном. Бетон стыка армируют.

На рис. XI-3, д показан вариант опирания ригелей на торец колонны,

частично освобожденный в результате боковых скосов верхней колонны. Соединяют ригель с колонной сваркой закладных деталей, горизонтальных и вертикальных выпусков арматуры и омоноличиванием бетоном. Согласно рис. XI-3, е соединение ригелей с колонной производят сваркой

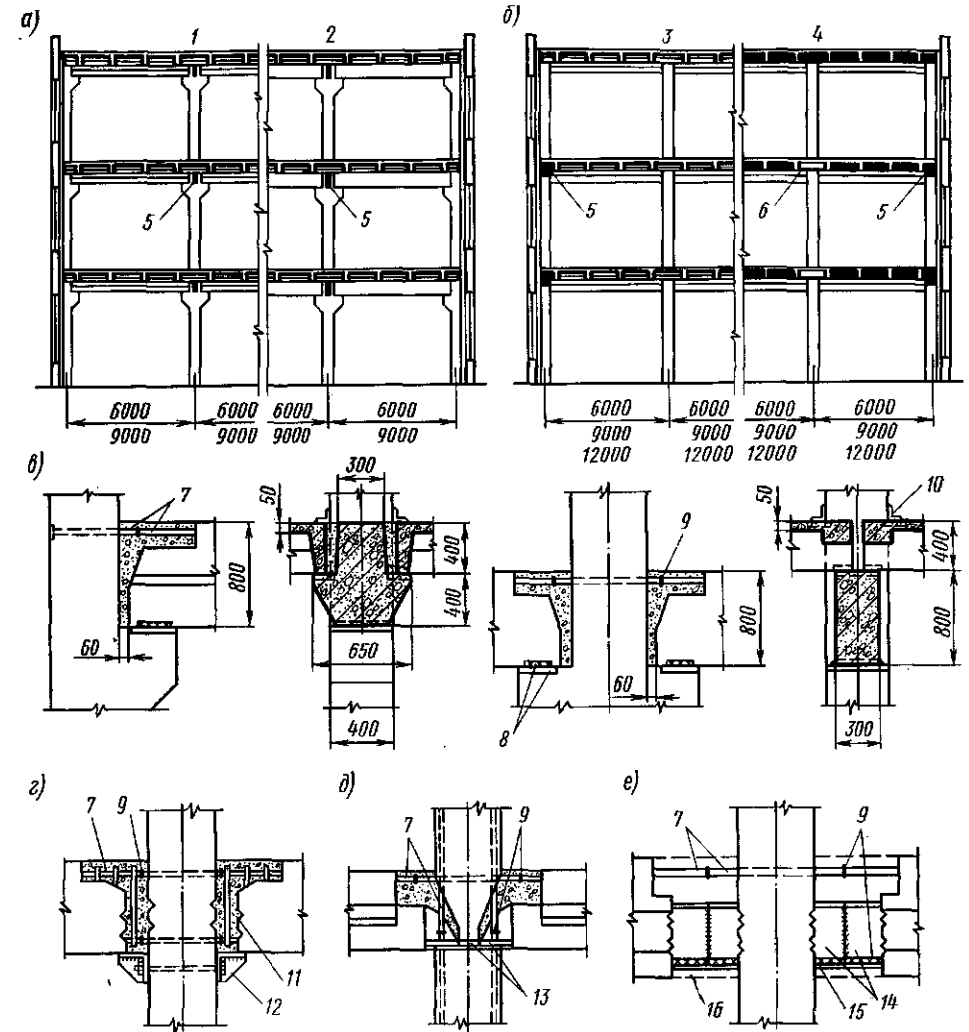


Рис. XI-3. Многоэтажные здания со сборным балочным каркасом:

а — при опирании ригелей на консоли колонн (1 — вариант перекрытий с опиранием ребристых плит на полки ригелей; 2 — то же, с опиранием плит по верху ригелей); б — при бесконсольном опирании ригелей (3 — перекрытия с ребристыми плитами; 4 — то же, с многоспустыми); в — детали перекрытий по колоннам с консолями; г — варианты бесконсольного опирания ригелей на колонны; 5 — ригель продольной рамы жесткости; 6 — санитарная панель; 7 — выпуски арматуры; 8 — закладные элементы; 9 — ванная сварка; 10 — упорный уголок; 11 — бетонная шпонка; 12 — монтажный столик; 13 — опорные стальные листы колонны и ригеля; 14 — закладные швеллеры; 15 — монтажный столик из листа; 16 — граница обетонирования

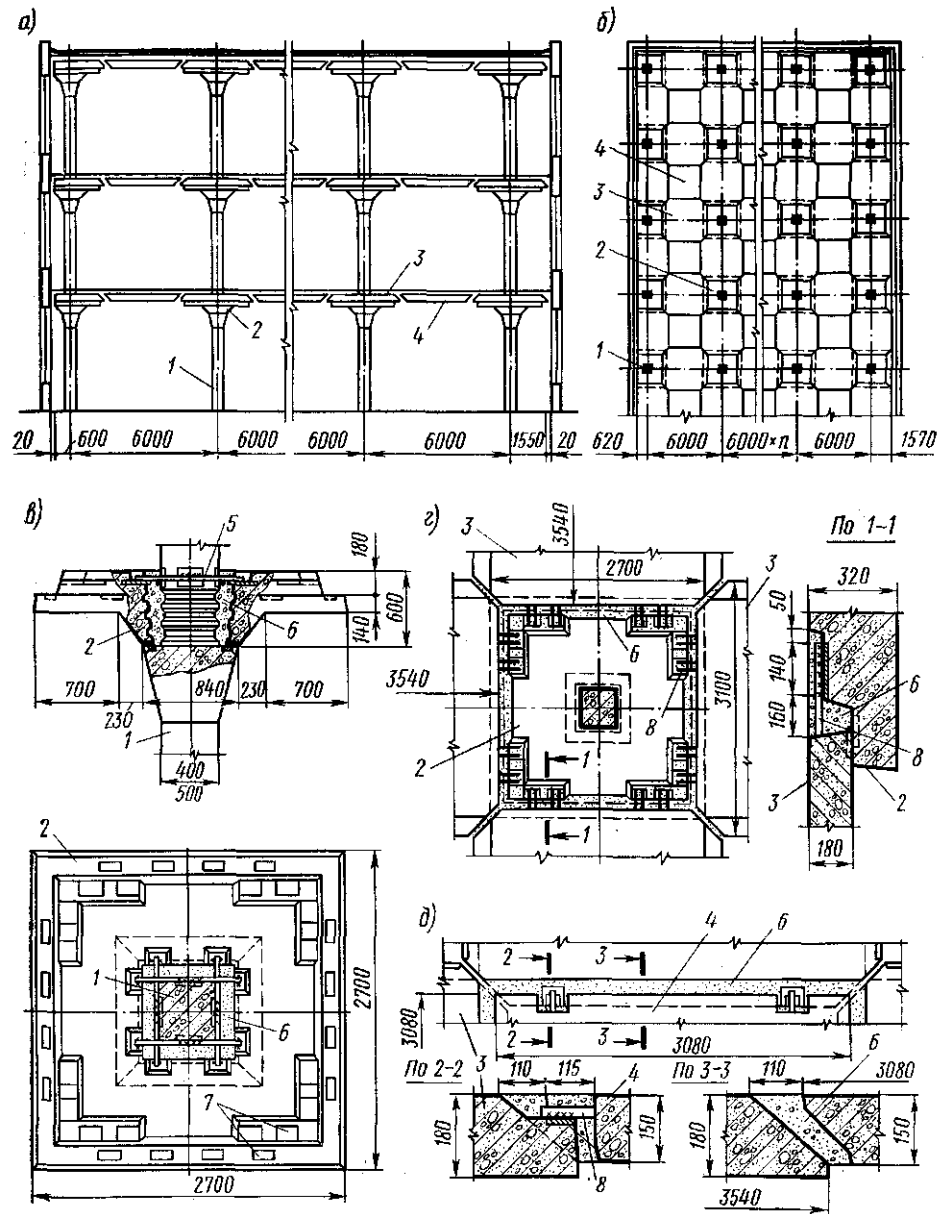


Рис. XI-4. Многоэтажное здание с безбалочным каркасом:

а — поперечный разрез; б — план междуэтажного перекрытия; в — соединение капители с колонной; г — соединение надколонных плит с капителью; д — соединение пролетной плиты с надколонной; 1 — колонна; 2 — капитель; 3 — надколонная плита; 4 — пролетная плита; б — стержни диаметром 22 мм; б — бетон М 300 на мелком гравии; 7 — закладные элементы; 8 — выпуски арматуры из плит

двутаковых и стержневых выпусков и последующей заделкой стыка бетоном.

Плиты перекрытий приняты двух типов: *основные* шириной 1485 мм и *доборные* шириной 740 мм (рис. XI-2, в). Высота плит 400 мм, а толщина полки 50 мм. Для варианта опирания на полки ригеля плиты имеют длину 5550 и 5050 мм, а при опирании по верху ригелей — 5950 мм. Изготавливают плиты из бетона марок 200—400 с обычной или предварительно-напряженной арматурой. Крепят плиты к ригелям сваркой закладных элементов, а швы заполняют бетоном.

Конструкция верхних этажей, имеющих пролеты 12, 18 и 24 м и оборудованных краями, не отличается от одноэтажных зданий (сопряжение ригелей покрытия с колоннами принято шарнирное).

Многоэтажные здания с безбалочным каркасом сооружают на предприятиях пищевой промышленности, холодильниках и других производствах с повышенными требованиями к чистоте. Сборные безбалочные каркасы по сравнению с балочными имеют в основном те же преимущества и недостатки, что и монолитные варианты.

Сетка колонн в таких зданиях принята 6×6 м, высота этажей 4,8 и 6,0 м (подвал может иметь высоту 3,6 м). Безбалочный каркас состоит из фундаментов, фундаментных балок, колонн, капителей, надколонных и пролетных плит, связей (рис. XI-4, а, б).

Колонны принимают высотой на этаж (позатяжная разрезка). Их сечения 400×400 и 500×500 мм. Для опирания капителей на колоннах предусмотрены четырехсторонние консоли размерами в плане 800×800 мм. Соединяют торцы колонн накладками, привариваемыми к стальным оголовкам колонн. Стыки располагают на высоте 1 м от пола. Колонны первого этажа или подвала заделывают в стаканы фундаментов.

Капители, имеющие размеры в плане 2700×2700 и 1950×2700 мм, высоту 600 мм, закрепляют на колоннах сваркой закладных элементов. На колонне и капители предусмотрены горизонтальные пазы, образующие после замоноличивания сопряжения бетонные шпонки (рис. XI-4, в).

В обоих направлениях на капители укладывают надколонные плиты толщиной 180 мм, размерами в плане: средняя плита 3100×3540 и крайняя — 2150×3540 мм. Выпуски арматуры плит соединяют сваркой с закладными элементами капителей (рис. XI-4, г). Пролетные плиты размером 3080×3080×150 мм опирают на надколонные и крепят к ним приваркой выпусков арматуры к закладным деталям (рис. XI-4, д).

Элементы безбалочного каркаса изготавливают из бетона марок 200—500 и армируют пространственными сварными каркасами. Стыки элементов каркаса заделывают бетоном марки 300. Сварка закладных элементов конструкций и последующее замоноличивание сопряжений (с устройством бетонных шпонок) обеспечивают рамность каркаса в продольном и поперечном направлениях.

Многоэтажные здания особенно с железобетонными балочными конструкциями каркаса относятся к материалоемким сооружениям, имеющим большую массу. Несущие конструкции этих зданий целесообразно изготавливать из высокопрочных легких бетонов с обычной или предварительно-напряженной арматурой.

Каркасные здания, возводимые такими методами, позволяют изготовлять и монтировать конструкции на уровне пола первого или подвального этажа. Объемно-планировочные параметры и конфигурацию здания в плане при этом можно выбирать в зависимости только от характера технологического процесса или с учетом создания высокоуниверсального здания. Гладкие или кессонированные потолки, устраиваемые в таких зданиях, значительно улучшают вид интерьеров помещений.

Здания, возводимые способом подъема перекрытий и этажей, целесообразны в следующих случаях:

при неунифицированных сетках колонн, для которых требуется в случае применения сборного железобетона большое число типоразмеров нетиповых сборных элементов;

в случаях размещения зданий на затесненных участках (в условиях городской застройки, при реконструкции и расширении действующих предприятий и т. п.);

для зданий с временными нагрузками на перекрытия не более 2000 кг/м^2 (20 кН/м^2), в которых по технологическим, эстетическим и другим требованиям необходимы гладкие потолки, а применение безбалочных перекрытий с малой строительной высотой вместо обычных конструкций обеспечивает снижение стоимости строительства.

Расстояния между колоннами в одном направлении рекомендуется принимать одинаковыми (в пределах от 6 до 18 м), а соотношение пролета и шага колонн — близким к квадрату, но не более 1,5 : 1. Высоту помещений в этом случае можно принимать любую, в том числе различную на разных этажах.

Такие здания, как правило, проектируют со связевыми каркасами, при которых неразрезные плиты перекрытий шарнирно опираются на колонны, воспринимающие в основном вертикальные нагрузки. Все горизонтальные нагрузки воспринимают ядра или диафрагмы жесткости. Ядра жесткости выполняют в виде лестнично-лифтовых или коммуникационных шахт из бетона, железобетона или каменной кладки. Диафрагмы жесткости выполняют из тех же материалов, но в виде стен.

Колонны в таких зданиях устанавливают железобетонные или стальные. Стальные колонны после подъема перекрытий (этажей) в целях защиты от коррозии и обеспечения требуемого предела огнестойкости покрывают бетоном. Наружные габариты поперечного сечения колонн следует принимать одинаковыми на всю высоту здания. Число стыков колонн по высоте должно быть возможно меньшим.

В зависимости от пролетов и величины нагрузок плиты междуэтажных перекрытий применяют плоские или кессонированные с одинаковой высотой ребер. В местах опирания перекрытия на колонны в толще плиты устанавливают стальные воротники, необходимые для соединения плит с колоннами и закрепления грузовых тросов подъемников. Воротники выполняют сварными из листовой или профильной стали. Зазор между

воротником и железобетонной колонной принимают равным 10—15 мм с каждой стороны, а при стальных колоннах — 25 мм.

Плиты выполняют обычно неразрезными размером на один температурный блок. Армируют плиты плоскими сварными каркасами и сетками. Плиты перекрытий для всех этажей изготовляют на уровне пола подвала или первого этажа. Между плитами предусматривают разделительные

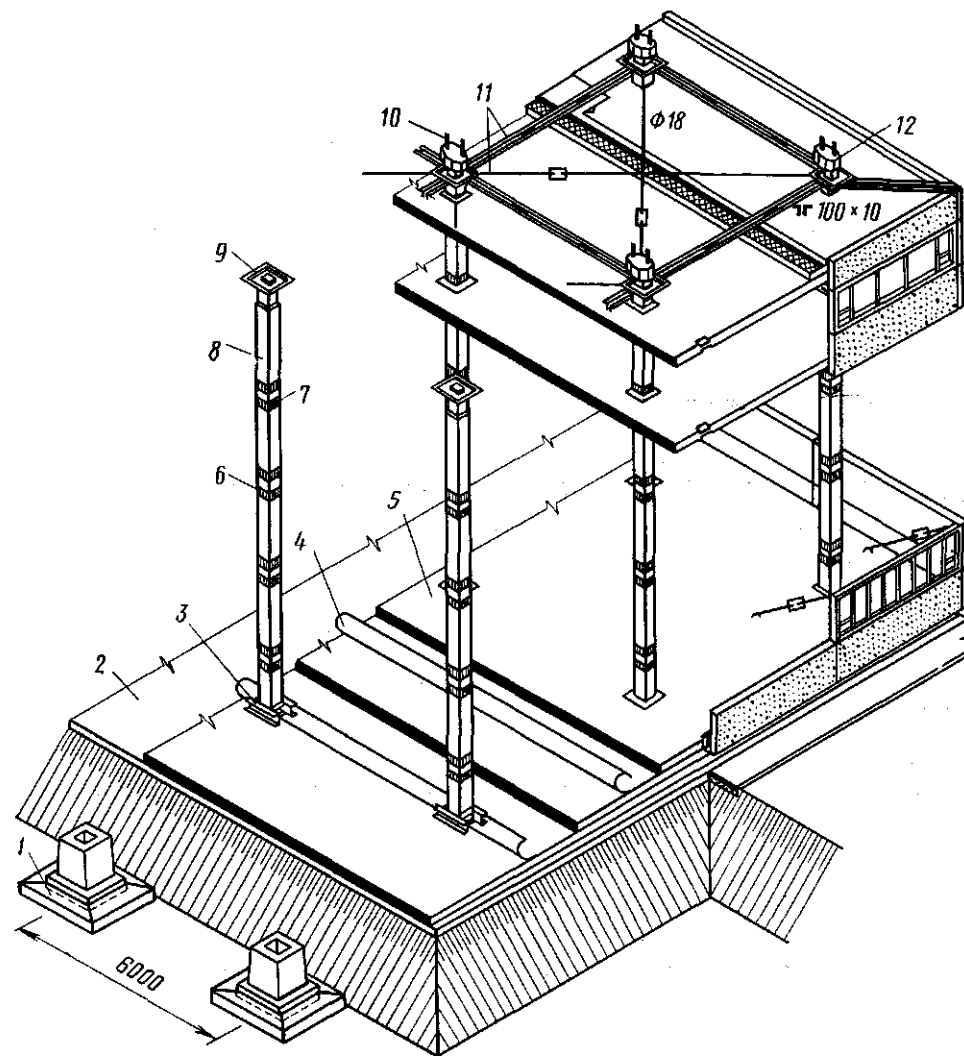


Рис. XI-5. Многоэтажное здание, возводимое методом подъема этажей:

1 — фундамент; 2 — пол 1-го этажа; 3 — воротник; 4 — разделительная прокладка; 5 — изготовленная плита; 6 — обойма колонны; 7 — отверстие 120×80 мм для закладного стержня; 8 — колонна; 9 — оголовок; 10 — винтовая тяга диаметром 50 мм; 11 — система монтажных связей; 12 — габаритная схема гидродъемника

тельные прокладки. По периметру плиты блока рекомендуется делать консольные участки с выносом 2—3 м, облегчающие устройство температурных и монтажных швов и выравнивающие опорные и пролетные моменты.

Конструктивное решение здания, возводимого методом подъема этажей, показано на рис. XI-5. Плиты перекрытий (этажи) поднимают электромеханическими или гидравлическими подъемниками, каждый из которых имеет две тяги, соединяемые с воротником плиты. Закрепляют подъемники на оголовках колонн.

Шарнирное крепление перекрытия к колоннам при связевой схеме каркаса получается при опирании плиты на вставляемые в отверстия стальные штыри или на стальные столики. Жестко соединить плиты с колоннами можно приваркой верхней и нижней полок воротника к колонне (через прокладки).

Конструкции зданий, возводимых методом подъема перекрытий (этажей), позволяют снизить высоту этажей, уменьшить расход материалов и эксплуатационные затраты, сократить сроки и стоимость строительства.

Стальной каркас

Основными элементами стального каркаса многоэтажных зданий являются колонны и ригели, связанные между собой в двух направлениях в неизменяемую пространственную систему.

В зависимости от способа обеспечения пространственной жесткости и характера восприятия горизонтальных нагрузок стальные каркасы зданий могут иметь связевую, рамную или комбинированную конструкцию. Характерной для многоэтажных зданий со стальным каркасом является рамная схема, при которой пространственная жесткость каркаса обеспечивается жесткостью колонн, ригелей и узлов их сопряжения.

При рамной схеме каркаса в узлах возникают усилия одного порядка. Кроме того, можно унифицировать узлы и их элементы, обеспечить плавность деформаций и равномерное нагружение фундаментов, а также применять однотипные решения колонн, ригелей, баз и анкеров.

Шаг колонн принимают кратным 6 м, пролеты — шириной 6, 9, 12 м и более. В целях использования для стен унифицированных панелей высоту этажей рекомендуется принимать кратной 600 мм.

Колонны выполняют, как правило, сплошного двутаврового сечения — из одного прокатного профиля или составленного из листов. Для больших нагрузок применяют колонны крестового сечения. Иногда допускают колонны сквозного сечения (рис. XI-6, а).

Длину монтажных единиц колонн назначают с учетом жесткости сечения, характеристики подъемных механизмов, условий изготовления и транспортировки; чаще ее принимают равной 8—15 м, т. е. на высоту 2—3 этажей.

Стыки колонн проектируют с фрезерованными торцами; монтажные элементы соединяют болтами (рис. XI-6, б). Такие стыки держатся силами трения (при больших нормальных силах). В верхних, а иногда и в средних этажах при малой величине нормальной силы стыки колонн об-

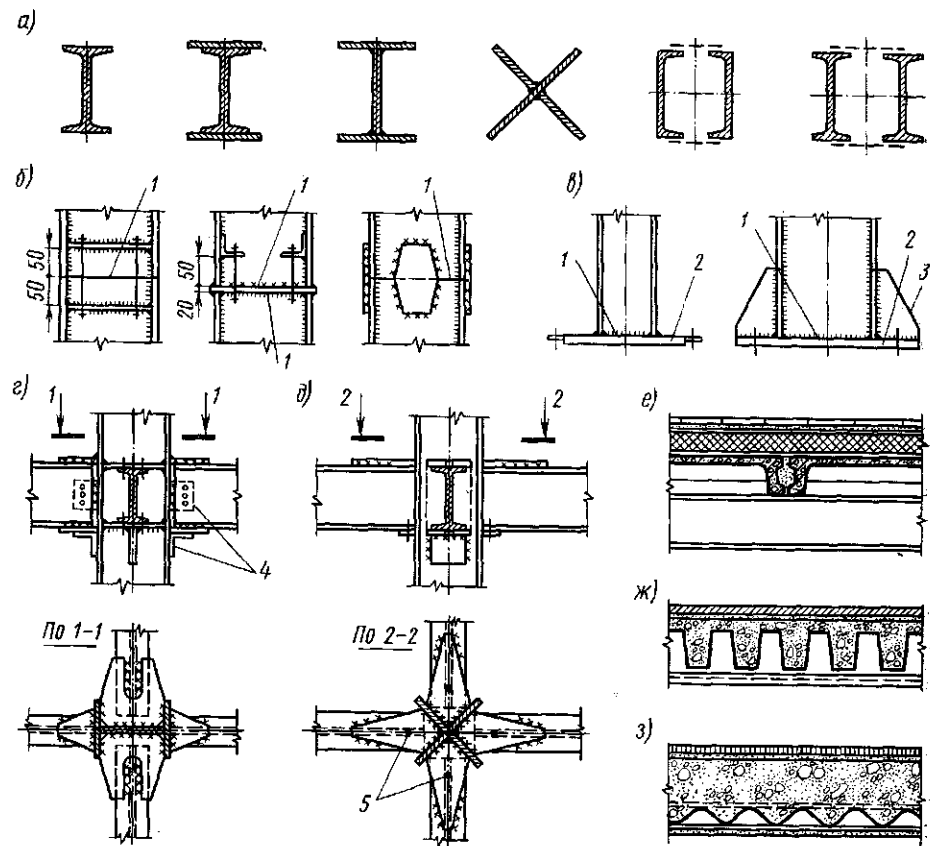


Рис. XI-6. Стальной каркас многоэтажного здания:

а — сечения колонн; б — стыки колонн; в — башмаки колонн; г — крепление балок к колонне двутаврового сечения; д — то же, крестового сечения; е — перекрытие из крупноразмерных панелей; ж, з — перекрытия по стальным настилам; 1 — торцы колонн (фрезерованные); 2 — опорная стальная плита; 3 — ребро жесткости; 4 — уголки; 5 — электрозаклепки

варивают по контуру. Устраивают также стыки, перекрытые накладками на сварке.

Башмаки колонн многоэтажных зданий работают под действием больших нормальных сил при незначительных эксцентриситетах и поперечных силах. С учетом этого башмакам придают простую форму и выполняют их из стальной плиты толщиной 100—200 мм. Давление от колонн на башмаки передается через фрезерованные поверхности торцов

колонн и верха плит (рис. XI-6, в). Поперечные силы в местах сопряжений воспринимаются трением. Колонны соединяют с плитами сваркой.

Колонну опорной плитой устанавливают на подливку из цементного раствора толщиной слоя не менее 50 мм. Анкерные болты, заделываемые в железобетонные фундаменты, рассчитывают только на монтажные нагрузки.

Ригели междуэтажных перекрытий, имеющие в большинстве случаев двутавровое сечение, выполняют из прокатных или сварных профилей. С колоннами ригели соединяют сваркой с помощью горизонтальных накладок (рис. XI-6, г, д).

Перекрытия в многоэтажных зданиях наряду с высокой несущей способностью должны удовлетворять требованиям звуко- и виброизоляции, а также обладать достаточной жесткостью. Применяют несколько типов перекрытий.

По стальным ригелям укладывают железобетонные крупноразмерные или мелкие плиты (рис. XI-6, е); в последнем случае к ригелям крепят стальные балки с шагом 2—3 м. Применяют также обычные монолитные железобетонные перекрытия.

Хорошие технико-экономические показатели имеют перекрытия по стальным настилам коробчатого, ребристого или волнистого профиля, по которым укладывают слой бетона (рис. XI-6, ж, з). Стальные настилы выполняют одновременно функции арматуры и несъемной опалубки плит.

Г Л А В А

ХII СТЕНЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Требования к стенам. В общей стоимости промышленных зданий на стены приходится в одноэтажных зданиях около 10% и в многоэтажных — до 20%.

Предъявляемые к наружным стенам требования весьма разнообразны. К главным из них относятся:

сохранение в помещениях без больших дополнительных затрат нормального температурно-влажностного режима, заданного технологическим процессом и с учетом обеспечения комфортных условий труда;

прочность и устойчивость под воздействием статических и динамических нагрузок (веса конструкций, усилий от ветра, температурных и вибрационных воздействий);

огнестойкость и долговечность, степень которых зависит от капитальности здания; надежность в эксплуатации;

индустриальность возведения, удобства транспортировки элементов, монтажа и ремонта;

соответствие эстетическим требованиям советского общества;

экономичность, небольшой вес и возможность использования местных строительных материалов.

Выбор материала стен в большой степени зависит от температурно-влажностного режима помещений и климатических условий района строительства. Например, для стен цехов с нормальным режимом и при сухом климате с мягкой и устойчивой зимой можно применять материалы с пониженной морозостойкостью. Наоборот, в районах с влажным климатом и при суровой неустойчивой зиме стены необходимо выполнять из материалов с повышенной морозостойкостью. При наличии в цехах химической агрессии стены нужно сооружать из коррозионноустойчивых материалов или защищать антикоррозионными покрытиями.

Внутренний температурно-влажностный режим помещений и климатические факторы определяют также степень утепления стен. Так, цехи с избыточными выделениями тепла строят с «холодными» ограждениями не только в южных, но нередко и в средних районах страны. Здания с нормальным режимом или с повышенной влажностью, возводимые в средних и северных районах, должны иметь утепленные стены.

Влажностный режим ограждений зданий зависит от температуры и влажности наружного и внутреннего воздуха, величины сопротивления теплопередаче, конструктивной схемы, продолжительности холодного периода, паропроницаемости материала и т. д.

Ограждения следует проектировать с таким расчетом, чтобы влага, конденсирующаяся в их толще в холодный период года, полностью испарялась в течение теплых месяцев, а увеличение влажности материала ограждения к концу периода конденсации водяного пара не превышало допустимую для данного материала величину.

При проектировании необходимо учитывать характерные особенности района строительства. Так, если при строительстве на Севере основной заботой является надежная защита помещений от переохлаждения, то в районах с жарким климатом — защита от перегрева.

Наружные стены зданий с взрывопожароопасными производствами (категории А, Б и Е), как правило, устраивают легкосбрасываемые от воздействия взрывной волны. К легкосбрасываемым относят ограждения стен из асбестоцементных, алюминиевых и стальных листов или из указанных листов с легким утеплителем.

Типы стен по конструктивной схеме

Стены промышленных зданий подразделяют на ненесущие (навесные и подвесные), самонесущие и несущие.

Ненесущие (навесные) стены выполняют в основном ограждающие функции, и свой вес они полностью передают на колонны каркаса, за исключением нижнего подоконного яруса, опирающегося на фундаментные балки. Вес ненесущих стен колонны воспринимают через обвязочные балки в стенах из мелких изделий и через опорные стальные столики в панельных стенах. Каждая из панелей в навесных стенах не-

сет только собственную массу или дополнительно массу 2—3 вышерасположенных панелей.

В промышленных зданиях распространена навесная конструкция стен, хотя она и не лишена таких существенных недостатков, как утяжеление колонн, повышенный расход стали, наличие опорных стальных столиков, недоступных для осмотра с целью своевременной защиты от коррозии. Наиболее эффективны несущие стены из легких крупноразмерных панелей.

Конструктивная схема навесных стен позволяет выполнять их из асбестоцементных и металлических листов и панелей, имеющих распространение в зданиях с избыточными тепловыделениями, неотопливаемых и с большими динамическими нагрузками.

Ненесущие (подвесные) стены, выполняющие ограждающие функции, состоят из стального фахверка и заполнения. Подвесные стены монтируют главным образом в зданиях с покрытием, имеющим консольные участки по периметру (например, при покрытии типа «Модуль»). Стены подвешивают к концам консолей покрытия, разгружая тем самым несущие конструкции средних участков покрытия здания. Фахверк подвесных стен заполняют из легких листовых или панельных элементов.

Самонесущие стены несут собственную массу в пределах полной высоты здания и передают ее на фундаментные балки. Панельные самонесущие стены применяют при большой массе и большой толщине панелей (не менее 300 мм), имеющих сплошное сечение. Связь заполнения с каркасом осуществляется гибкими или скользящими анкерами, не препятствующими осадке стен. Высота самонесущих стен ограничивается и зависит от прочности материала и толщины стены, шага колонн, величины ветровой нагрузки и т. д.

Самонесущие панельные стены на всю высоту здания наиболее эффективны для производств с влажными и мокрыми процессами, а также с химически агрессивной средой. Наличие в таких стенах простеночных панелей, предназначенных для опирания надоконных участков стен, позволяет отказаться от стальных опорных столиков.

Заслуживает внимания конструкция самонесущих стен, нижняя часть которых состоит из панелей, а верхняя — полностью остекленная (до плит покрытия). Нижнюю границу остекления назначают из условия естественной освещенности. В зданиях с такими стенами увеличивается глубина бокового освещения, уменьшается охлаждение пристенной рабочей зоны, снижается число типоразмеров панелей (панели-перемычки отсутствуют) и отпадает надобность в опорных столиках колонн.

Несущие стены применяют в зданиях бескаркасных и с неполным каркасом и выполняют из кирпича и блоков. Являясь одновременно несущей и ограждающей конструкцией, несущие стены воспринимают вес покрытия, ветровые усилия и иногда транспортные нагрузки. Повысить устойчивость несущих стен можно устройством пилястр с наружной или внутренней стороны.

Торцовые стены зданий по конструктивной схеме и материалу не отличаются от продольных. Однако из-за большого расстояния между

продольными рядами колонн в торцах зданий, имеющих каркасную конструкцию, предусматривают дополнительные (фахверковые) колонны с шагом 6 и 12 м, которые обеспечивают необходимую устойчивость торцовых стен, а в панельных зданиях, кроме того, являются основанием для крепления стеновых панелей.

В бескаркасных зданиях торцовые кирпичные (или блочные) стены усиливают пилястрами либо выполняют криволинейного или ломаного

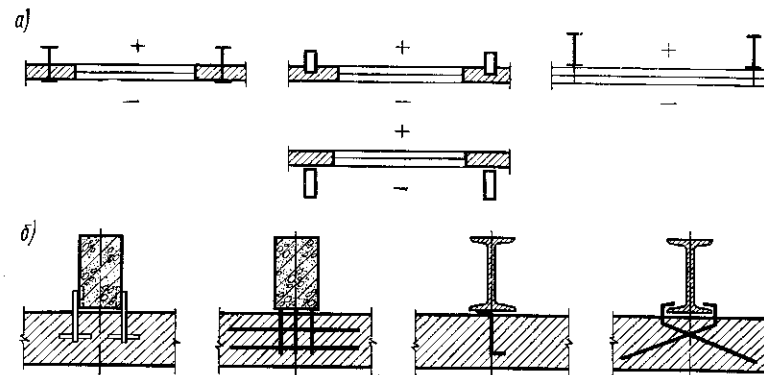


Рис. XII-1. Стены с применением кирпича:

а — расположение стен по отношению к колоннам; б — схемы крепления стен к колоннам

очертания в плане. На случай предполагаемого расширения здания или при строительстве его в две очереди торцовые стены делают со стальным каркасом (независимо от материала основного каркаса), заполняя его облегченными ограждающими элементами сборно-разборной конструкции.

Стены можно возводить между колоннами, частично или полностью выносить за наружную грань колонн, а иногда и за внутреннюю грань (например, при сильно агрессивной среде по отношению к каркасу, рис. XII-1, а).

Лучшим решением, отвечающим требованиям унификации и привязки, является полный вынос стенового заполнения за наружную грань колонн. При этом упрощается конструкция стены, облегчается устройство ленточного остекления, уменьшается число типоразмеров панелей, а элементы каркаса хорошо защищаются от атмосферного влияния.

Стеновое заполнение с внутренней стороны колонн каркаса в отечественной практике строительства размещают редко, хотя этот прием позволяет упростить работы по антикоррозионной защите и пароизоляции конструкций, сократить строительный объем здания, улучшить санитарно-гигиенические качества интерьера. Кроме того, значительно обогащается архитектура здания (выступающие несущие конструкции используются в качестве композиционных элементов), повышается долговечность и надежность здания в эксплуатации.

Стены из кирпича и мелких блоков

Стены из таких материалов целесообразно выкладывать для зданий небольших размеров, с влажной и агрессивной средой производства, с большим числом ворот, дверей и технологических проемов.

В промышленном строительстве эти стены возводят аналогично стенам гражданских зданий. Кладка может быть сплошной и облегченной, с эффективным утеплителем. Стены для лучшей устойчивости крепят к колоннам анкерами, клямерами или хомутами (рис. XII-1, б), которые ставят по высоте через 70—100 см.

Крепежные детали заделывают в кладку и надежно прикрепляют к колоннам каркаса. Прочность креплений, обеспечивающих устойчивость стен при возведении и в период эксплуатации, определяют расчетом на ветровую нагрузку.

Оконные, дверные и другие проемы в указанных стенах перекрывают железобетонными перемычками, которые опирают непосредственно на кладку (см. рис. X-9, б). В высоких стенах или при наличии в них ленточных проемов в каркас вводят обвязочные балки, размещаемые над проемами и служащие сплошными перемычками.

Кирпичная (и мелкоблочная) кладка обладает большой трудоемкостью производства, особенно в зимних условиях.

Кирпичные блоки для стен промышленных зданий применяют сравнительно редко. Однако они имеют преимущество перед стенами из штучного кирпича: ускоряется возведение, улучшается качество, снижаются отходы кирпича. Блоки изготовляют длиной до 3 м (кратно 500 мм), высотой 585 и 1185 мм и толщиной от 250 до 640 мм. Кладка из блоков ведется на цементном растворе с перевязкой швов. В углах здания в горизонтальные швы через 1—2 ряда закладывают стальные стержни. На боковых сторонах блоки имеют пазы, которые после крепления заливают бетоном. Блоки крепят к колоннам Т-образными анкерами.

Стены из крупных бетонных блоков

По сравнению с кирпичными стены из крупных бетонных блоков имеют значительно лучшие технико-экономические показатели. Изготавливают их из различных легких бетонов с объемной массой 900—1600 кг/м³.

В зависимости от места расположения в стене блоки подразделяют на рядовые, угловые и перемычечные (рис. XII-2, а). Рядовые блоки имеют длину от 750 до 3250 мм, угловые — увеличенную на толщину стены и блоки-перемычки — 6000 мм. Высота рядовых и угловых блоков принята 1200 и 1800 мм, перемычечных — 600, 900 и 1200 мм. Толщина блоков 400 и 500 мм. Пример разрезки стены на блоки показан на рис. XII-2, б.

Рядовые и угловые бетонные блоки не армируют; арматура необходима только для блоков-перемычек. Наружную поверхность блоков покрывают слоем декоративного бетона толщиной 30—50 мм. Стены из блоков являются самонесущими, проемы в них имеют ширину 3 и 4,5 м.

Кладку блоков ведут на цементном растворе марки не ниже 25 с расшивкой швов. Вертикальные пазы заполняют легким бетоном. При монтаже блоков необходимо соблюдать правила перевязки швов. В местах совпадения вертикальных швов смежных рядов в горизонтальные швы

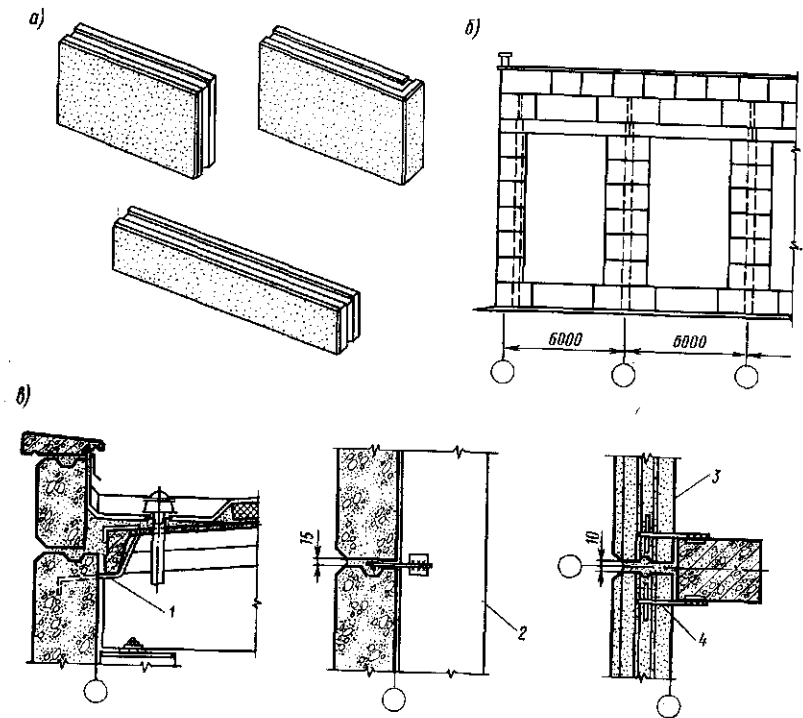


Рис. XII-2. Стены из крупных бетонных блоков:

а — типы блоков; б — пример разрезки стены; в — детали крепления блоков к колоннам; 1 — анкер; 2 — колонна; 3 — блок; 4 — Т-образный анкер

закладывают стальные стержни диаметром 8—10 мм. Такую же арматуру предусматривают в углах здания.

Крепят стены из блоков к колоннам гибкими Т-образными анкерами из стержней диаметром 10 мм. Одни концы анкеров закладывают в горизонтальные пазы блоков, а другие приваривают к закладным элементам колонн (рис. XII-2, в).

Стены из железобетонных и легкобетонных панелей

Стены из крупноразмерных панелей, изготовляемых из обычного или легкого бетона, индустриальны. Применение таких стен позволяет улучшить качество и снизить массу зданий, а по сравнению с кирпичными

фахверковыми требуется в 2—3 раза меньше металла, и такие стены на 30—40% менее трудоемки.

Панельными стенами ограждают отапливаемые и неотапливаемые здания независимо от материала и конструкции каркаса при шаге колонн 6 и 12 м. Высоту панелей в большинстве случаев принимают размером 1,2 и 1,8 м. Рекомендуются также панели высотой 0,9 и 1,5 м.

Низ первой по высоте панели совмещают, как правило, с отметкой пола здания. По конструктивным и монтажным условиям верхний ряд па-

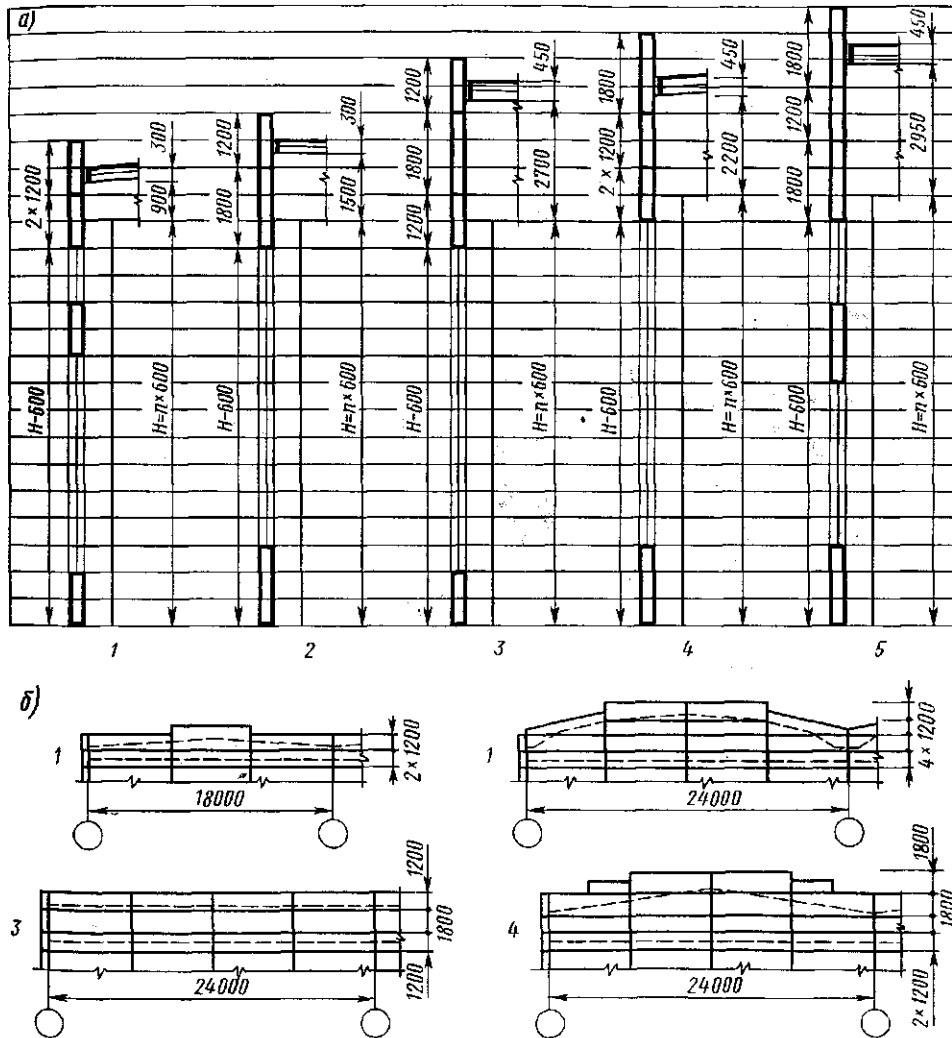


Рис. XII-3. Схемы раскладки панелей в стенах одноэтажных зданий:
 а — в продольных стенах; б — в торцовых; 1-3 — при железобетонных балках и фермах покрытия; 4-5 — при стальных фермах покрытия

нелей в пределах высоты помещения рекомендуется устанавливать ниже ферм на 0,6 м, а верхний ряд панелей в пределах высоты ферм — ниже верхнего пояса на 0,3 м. Схемы раскладки панелей в стенах показаны на рис. XII-3.

Стены неотапливаемых зданий при шаге колонн 6 м возводят из железобетонных ребристых, часторебристых и плоских

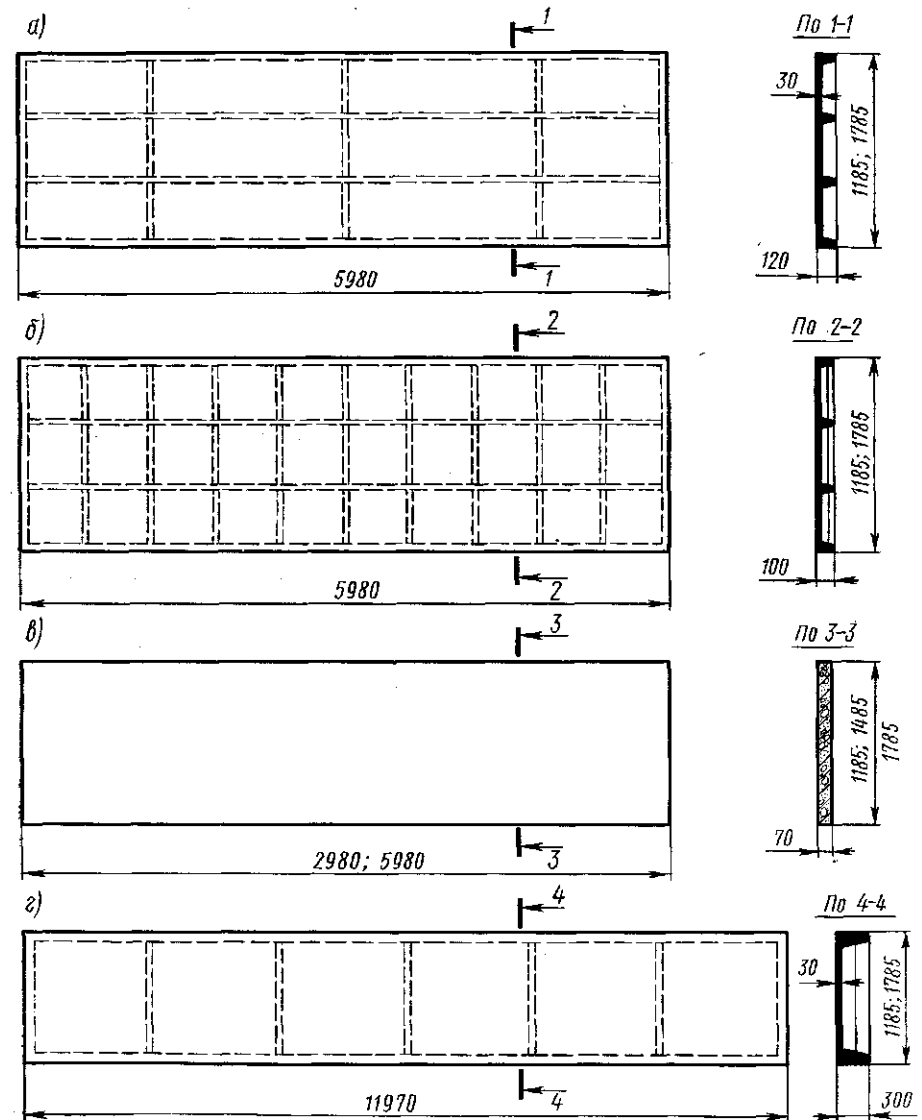


Рис. XII-4. Железобетонные панели для стен неотапливаемых зданий:

а — ребристые длиной 6 м; б — часторебристые длиной 6 м; в — плоские длиной 6 м; г — ребристые длиной 12 м

панелей (рис. XII-4, а—в). Длина панелей 5980 мм, ширина 1185 и 1785 мм. Плоские панели изготавливают также длиной 2980 и шириной 1485 мм. Стены неотапливаемых зданий с шагом колонн 12 м монтируют из ребристых панелей размером 11970×(1185 и 1785) мм (рис. XII-4, г). Панели изготавливают из бетона марок 200—400 с обычной и преднапряженной арматурой.

Стены отапливаемых зданий возводят из многослойных и сплошных панелей. Многослойная панель состоит из двух железобетонных ребристых плит, расположенного между ними утеплителя и пароизоляции (рис. XII-5, а). Панели имеют длину 5980 мм, ширину 1185 и 1785 мм и толщину 280 и 300 мм. Плиты панелей соединяют между собой сваркой закладных элементов.

Панели сплошного сечения (рис. XII-5, б) делают из ячеистых бетонов объемной массой 600—1000 кг/м³ марки не ниже 35 и легких бетонов объемной массы 900—1200 кг/м³ марки не ниже 50. Длина панелей 5980, 2980 и 1480 мм, ширина 885, 1185, 1485 и 1785 мм, толщина 160, 200, 240 и 300 мм. Армируют панели пространственными каркасами. Панели изготавливают с фактурными слоями из цементно-песчаного раствора марки 100.

Панели сплошного сечения применяют и при шаге колонн 12 м. На рис. XII-5, в показаны керамзитобетонные панели длиной 11970 мм, шириной 1185 и 1785 мм, толщиной 250 и 300 мм. Внешние слои панели состоят из керамзитобетона марки 250 объемной массой 1800 кг/м³ (толщина слоев по 40 мм), а средний — из крупнопористого керамзитобетона марки 50 объемной массой 1000 кг/м³. Панели армируют сварными сетками и каркасами, собранными в армоблоки.

Для промышленных зданий применяют и комплексные панели, состоящие из продольных ребер, выполненных из бетона марки 400, стенки и поперечных ребер из легкого бетона (рис. XII-5, г). Длина таких панелей 11970, ширина 1185, 1785 и 2385 и толщина стенки 140 мм. Ребра плиты армируют высокопрочной преднапряженной проволокой, а стенку — сетками из холоднотянутой проволоки.

Наружные поверхности панелей иногда отделывают мраморной или гранитной крошкой, слюдой и т. п. Однако создаваемая при этом шероховатая поверхность стен загрязняется пылью и трудно очищается. Целесообразнее облицовывать стеновые панели коврово-мозаичной стеклянной или керамической плиткой. Кроме красивого внешнего вида такие панели имеют высокие эксплуатационные качества и долговечны.

Стены из рассмотренных панелей могут быть навесными с ленточным остеклением или с проемами, расположенными через шаг колонн, а также самонесущими с простенками шириной 1,5 и 3 м. Высоту самонесущих стен определяют расчетом на смятие панелей в местах опирания на фундаментные балки. В случае устройства цоколя из ячеистобетонных панелей последние защищают влаго- и морозостойкими материалами.

Углы зданий со стенами из железобетонных панелей монтируют из специальных угловых элементов, а со стенами из панелей сплошного сечения — с помощью панелей, удлиненных на толщину стены и располагаемых со стороны продольных стен.

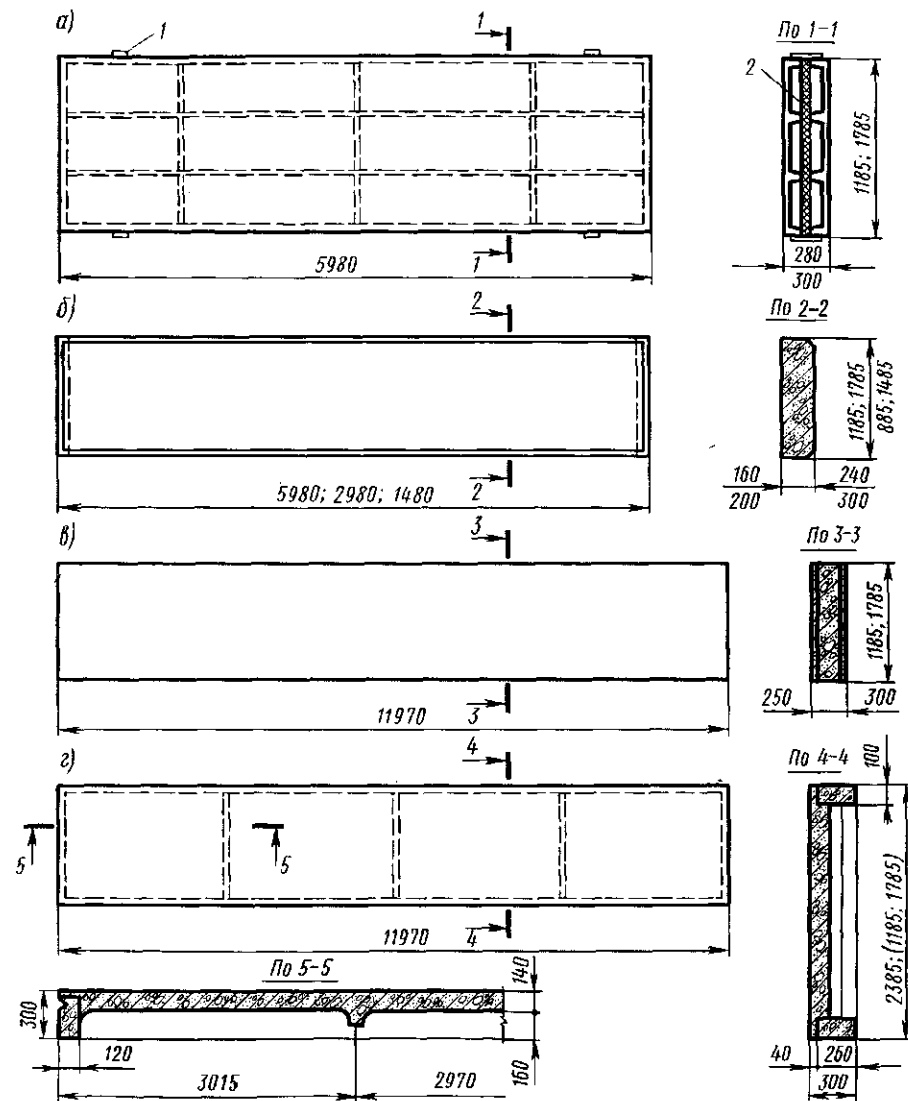


Рис. XII-5. Панели для стен отапливаемых зданий:

а — трехслойная железобетонная длиной 6 м; б — сплошная из легкого бетона длиной 12 м; в — керамзитобетонная длиной 12 м; г — комплексная длиной 12 м; 1 — соединительная планка 30×10×160 мм; 2 — пароизоляция

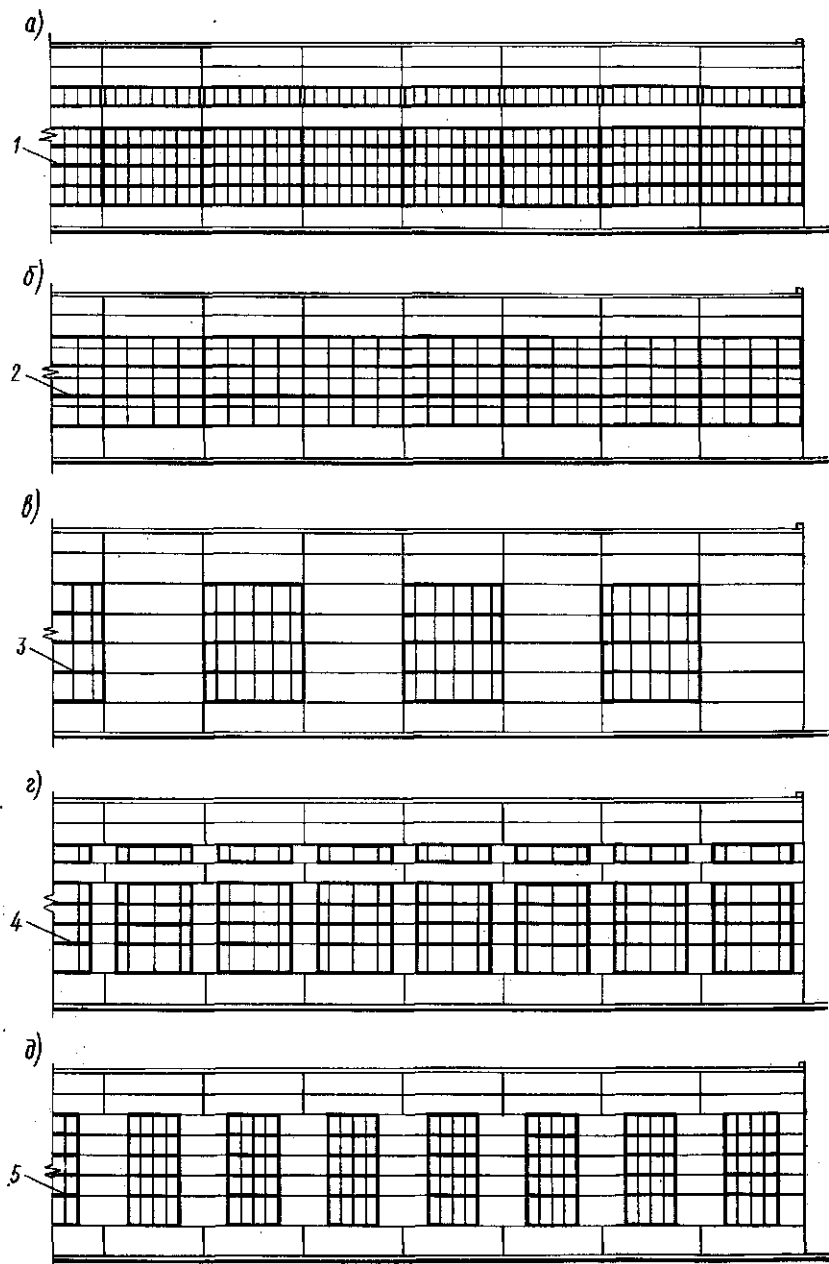


Рис. XII-6. Варианты разрезки стен одноэтажных зданий:

a — при ленточном остеклении; *б* — то же, сплошном; *в-д* — при отдельных проемах; *1* — деревянные оконные панели размером 1,2×6 м; *2* — оконные панели из труб 1,8×6 м; *3* — то же, из гнутых профилей; *4* — деревянные переплеты-блоки 1,2(1,8)×4,5 м; *5* — деревянные оконные панели 1,2(1,8)×3 м

Варианты разбивки продольных стен на панели predeterminedляются характером остекления, которое может быть ленточным или в виде отдельных проемов (рис. XII-6). Чаще всего предусматривают двухъярусное остекление, размещая между ярусами один или два ряда панелей, являющихся перемычками. При двухъярусных проемах обеспечивается более эффективная аэрация помещений.

Наибольшая высота проема зависит от прочности оконных панелей. С целью ограничения ветровых нагрузок на импосты и панели-перемычки при шаге колонн 6 м она не должна превышать 12 м для первого яруса остекления и 5,4 м для последующих ярусов.

Толщину горизонтальных швов между панелями принимают равной 15 мм, вертикальных — 20 мм при длине панелей 6 м и 30 мм — при панелях длиной 12 м.

Особое внимание при устройстве панельных стен необходимо обращать на качество заделки швов. Надежная герметизация швов является залогом длительной сохранности как панелей, так и деталей их крепления к колоннам.

В результате температурных и усадочных деформаций панелей толщина швов периодически изменяется, а поэтому материал шва должен быть упругим и эластичным, а также плотным, водонепроницаемым, атмосферостойким и с требуемыми теплотехническими качествами. В противном случае возможно продувание, увлажнение и промерзание швов, что может вызвать разрушение кромок панелей, материала заполнения швов и коррозию деталей крепления панелей к колоннам.

Всем этим требованиям в наибольшей мере удовлетворяют упругие синтетические профильные прокладки из поропласта, пенополиуретана, гернита, а также герметизирующие мастики УМ-40, УМС-50 и др. Цементно-песчаный раствор в качестве материала швов применять не рекомендуется.

Навесные панели стен, размещаемые над оконными проемами, устанавливают на стальные столики, привариваемые к колоннам. Такие столики предусматривают и на глухих участках стен. В последнем случае расстояние между столиками по вертикали принимают из условия неразрушения панелей от вышележащего участка стены. В самонесущих стенах надоконные панели опирают на простенки.

Крепление панелей к колоннам должно быть прочным и податливым, учитывающим подвижность панелей в результате температурных деформаций и неравномерной осадки каркаса. Детали крепления панелей в зданиях с повышенной влажностью воздуха размещают так, чтобы имелся доступ для их осмотра и ремонта.

Применяют несколько типов креплений панелей к колоннам. На рис. XII-7, *a* показано крепление из уголков, расположенных в разных плоскостях; один уголок приваривают к колонне, другой — к панели. При заполнении швов упругими материалами уголок, привариваемый к панели, заменяют скобой, фиксирующей толщину шва (рис. XII-7, *б*).

Менее металлоемким является крепление посредством анкера и пластины (рис. XII-7, *в*). В зданиях с повышенными требованиями к ин-

терьеру применяют крепление скрытого типа (к наружной грани колонн). Оно состоит из двух пластин с вырезами в виде скобы и крюка (рис. XII-7, *г*). Скобу крепят к колонне, а крюк — к панели. Между собой панели соединяют арматурными стержнями.

Некоторые детали панельных стен приведены на рис. XII-8.

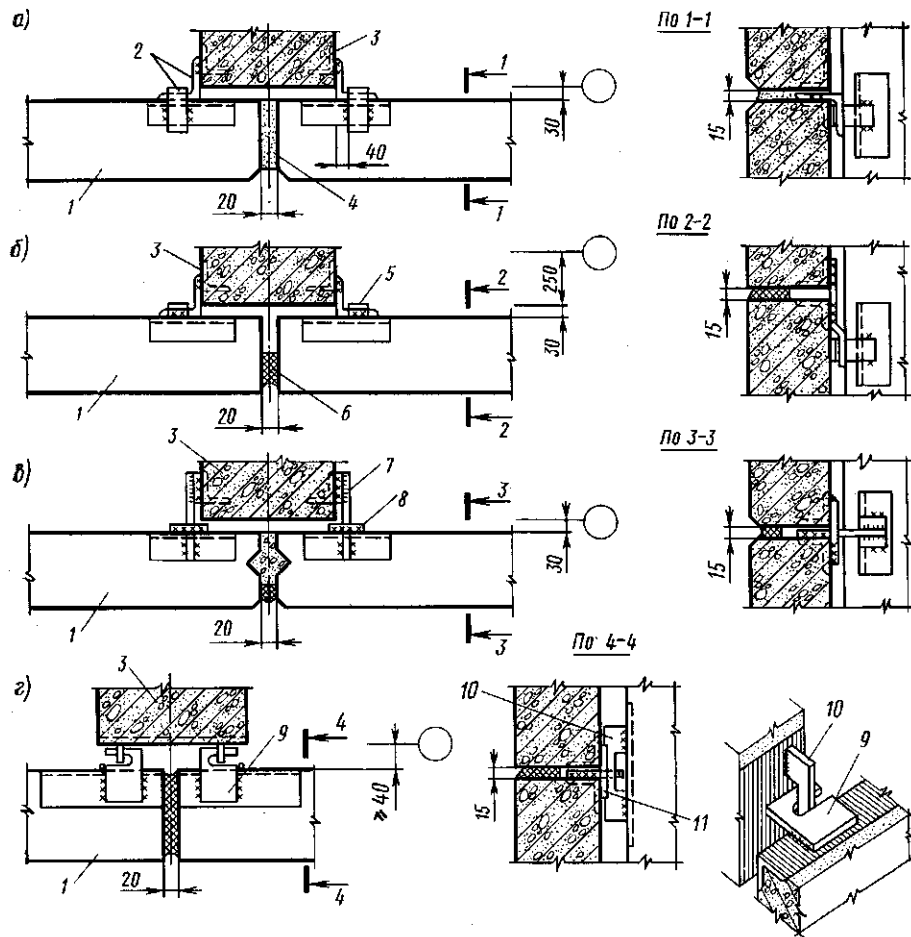


Рис. XII-7. Детали крепления стеновых панелей к колоннам:

а — посредством двух уголков; *б* — при помощи уголка и скобы; *в* — посредством анкеров; *г* — скрытое посредством скобы и крюка; 1 — стеновая панель; 2 — уголки 125×14 мм; 3 — колонна; 4 — цементный раствор М 50; 5 — скоба из полосы 60×16 мм; 6 — упругий материал; 7 — стержень диаметром 14 мм; 8 — пластинка 100×50×6 мм; 9 — пластинка 80×55×14 мм; 10 — пластинка 120×34×12 мм; 11 — стержень диаметром 14 мм

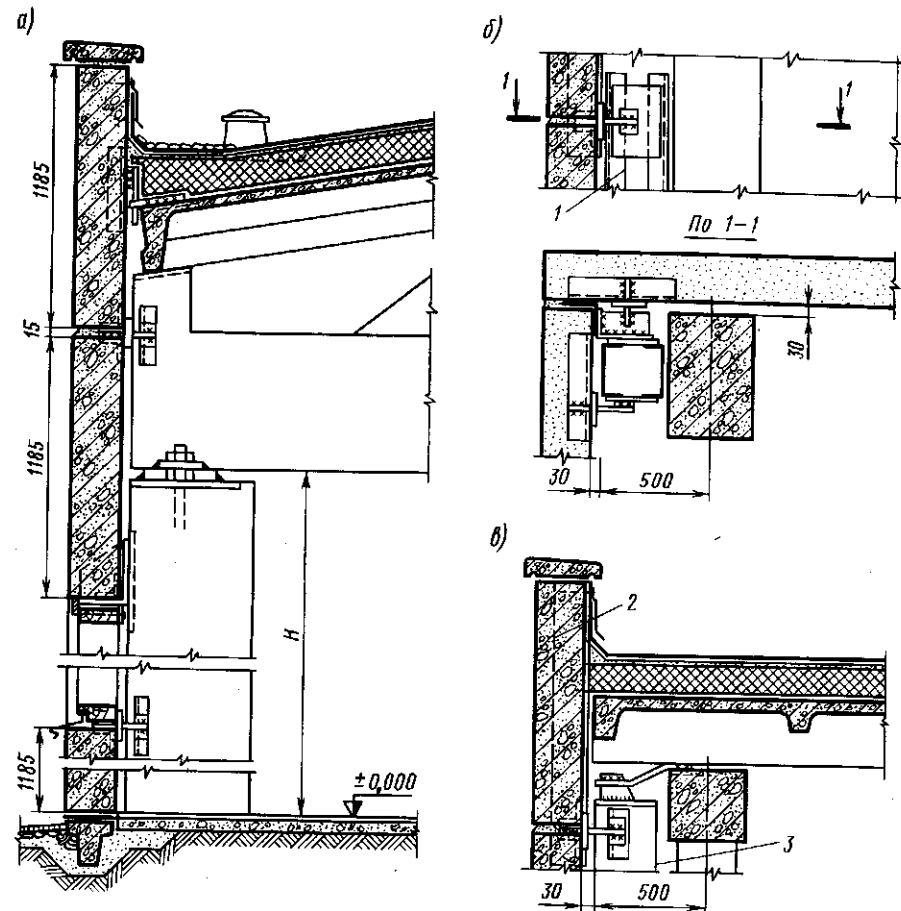


Рис. XII-8. Некоторые конструктивные детали панельных стен:

а — разрез продольной стены; *б* — крепление угловых панелей к фахверковой стойке; *в* — крепление рядовых парапетных панелей к стальной насадке; 1 — фахверковая колонна; 2 — стальная насадка; 3 — стальная надставка

Стены из асбестоцементных листов и панелей

Асбестоцементные листы применяют для монтажа стен зданий неотапливаемых и с избыточными тепловыделениями, а также для ограждения взрывоопасных производств. Нижние участки стен, подвергающиеся механическим воздействиям и интенсивному увлажнению, на высоту не менее 1,2 м рекомендуется выполнять из других материалов (кирпича, железобетонных панелей или блоков).

Для таких облегченных стен используют несколько типов асбестоцементных листов:

волнистые усиленного профиля (ВУ-С) длиной 1200 и 2500, шириной 994, высотой волны 50 и толщиной 8 мм;

волнистые унифицированного профиля (УВ-6 и УВ-7,5) длиной от 1750 до 2500, шириной 1125, высотой волны 54 и толщиной 6 и 7,5 мм;

волнистые с профилем периодического сечения длиной от 1750 до 2500, шириной 1095, 1150 и 1154, высотой волны 32, 50 и 54 и переменной толщины — от 6 до 8 мм.

Листы при обшивке стен навешивают рядами в направлении от потолка к карнизу на стальные или деревянные ригели, размещаемые на расстоянии, кратном 0,6 м. Размер продольной нахлестки принимают не менее 100 мм, поперечной — равной ширине одной волны. К ригелям листы крепят крюками или шурупами (рис. XII-9, а, б). Крюки ставят на втором и пятом гребнях волн, шурупы — во второй или первой и пятой впадинах (в зависимости от типа листов).

Водонепроницаемость и эластичность креплений листов к ригелям обеспечивают постановкой под гайки крюков и головки шурупов упругих и жестких шайб.

В стенах из асбестоцементных волнистых листов предусматривают температурные швы, обеспечивающие некоторую подвижку листов и предотвращающие продольные трещины в листах при их усадке.

В зданиях с нормальным температурно-влажностным режимом стены можно возводить из многослойных асбестопенопластовых и других видов панелей.

Асбестопенопластовые панели (рис. XII-9, в), имеющие линейные размеры 1180×5980 и толщину 136 мм, состоят из плоских асбестоцементных листов, обрамляющего профиля и пенопласта с воздушной прослойкой. Места соединений элементов панели, осуществляемых на клею и винтах, промазывают водостойкой мастикой.

Панели ставят на опорные столики и крепят к колоннам анкерами. Швы заполняют герметиком и закрывают сливами и нащельниками из оцинкованной стали или алюминия. Для повышения долговечности панелей поверхность асбестоцемента рекомендуется гидрофобизировать или покрывать стеклопластиком способом напыления. Панели можно окрашивать в любой цвет.

Асбестодеревянные панели состоят из деревянного каркаса, асбестоцементных обшивок, утеплителя и пароизоляции, располагаемой со стороны помещения. Размеры панели 5980×1185×170 мм (рис. XII-9, г). Листы с каркасом панели соединяют шурупами.

Асбестометаллические панели (рис. XII-9, д) имеют размеры 5980×1190×147 мм. Панель состоит из алюминиевого каркаса, выполненного из гнутых профилей, асбестоцементных плоских обшивок, утеплителя из минераловатных полужестких плит и пленочной полиэтиленовой пароизоляции. Обшивку соединяют с каркасом самонарезающими болтами.

Стены из асбестоцементных листов и панелей являются навесными. Они обладают небольшой массой, высокой индустриальностью, стойки к динамическим воздействиям, сравнительно недороги, имеют хорошие архитектурно-художественные качества.

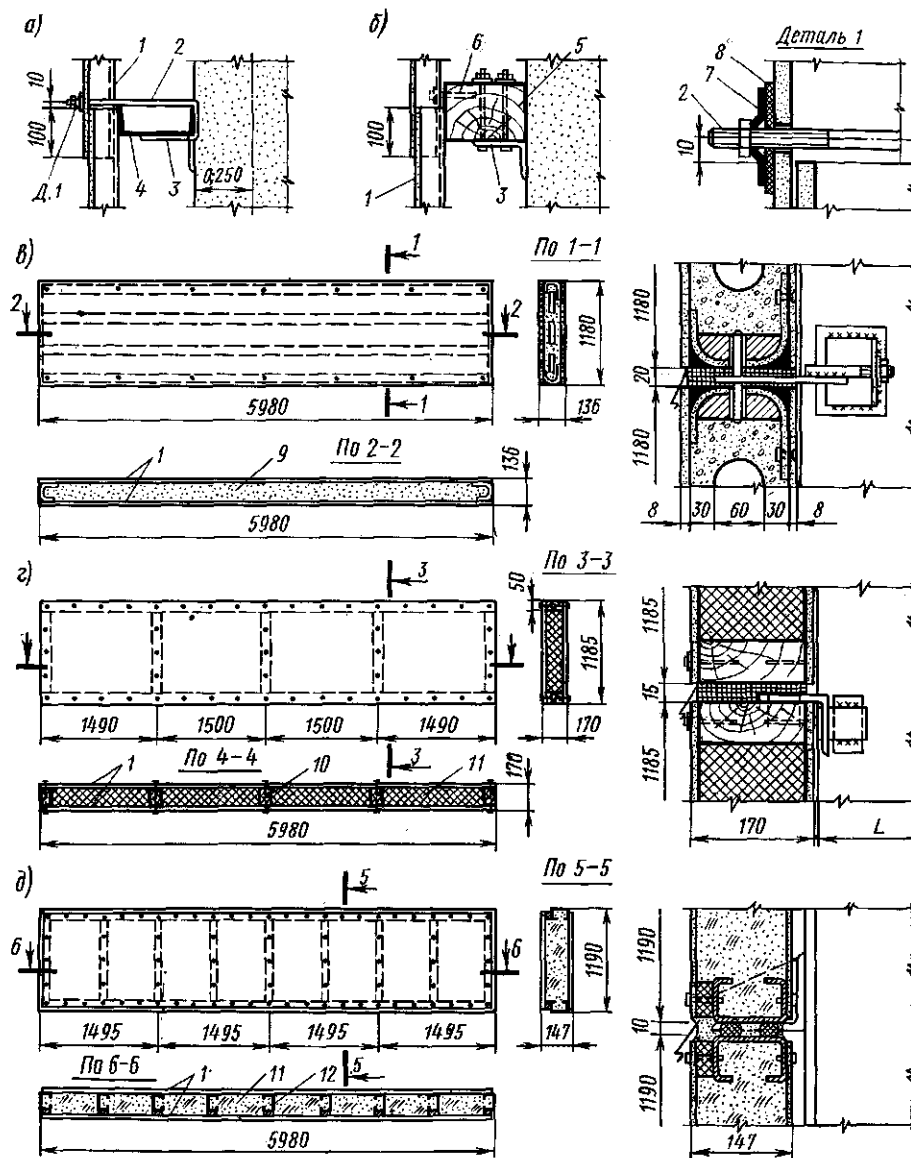


Рис. XII-9. Стены из асбестоцементных листов и панелей:

а — крепление листов к стальным ригелям; б — то же, к деревянным; в — общий вид и крепление асбестопенопластовых панелей; г — то же, асбестодеревянных; д — то же, асбестометаллических; 1 — асбестоцементные листы; 2 — крюк; 3 — столик; 4 — стальной ригель; 5 — деревянный ригель; 6 — шуруп; 7 — жесткая и мягкая шайбы; 9 — пенопласт; 10 — деревянный каркас; 11 — минераловатные полужесткие плиты; 12 — каркас из стальных гнутых профилей

Стены из металлических листов и панелей

Неутепленные стены выполняют из волнистых, ребристых и плоских алюминиевых и стальных листов толщиной 0,7—1,8 мм и шириной до 1,5 м. Длина листов составляет 2—4 м, иногда 10—12 м. К элементам каркаса такие листы крепят аналогично асбестоцементным, а также самонарезающими винтами.

На рис. XII-10, а показана стена из тонких рулонированных стальных или алюминиевых листов толщиной 1 мм. Ленты шириной около 1200 мм располагают горизонтально и опирают на ригели из уголков, смонтированные через 1,2 м. После предварительного натяжения, повышающего жесткость стен, ленты крепят к фахверку болтами или заклепками (рис. XII-10, б). Места примыкания нижней ленты к фундаментной балке заделывают цементно-песчаным раствором.

Усилия от натяжения лент, ветровые нагрузки и температурные воздействия воспринимаются вертикальными связями, которые размещают

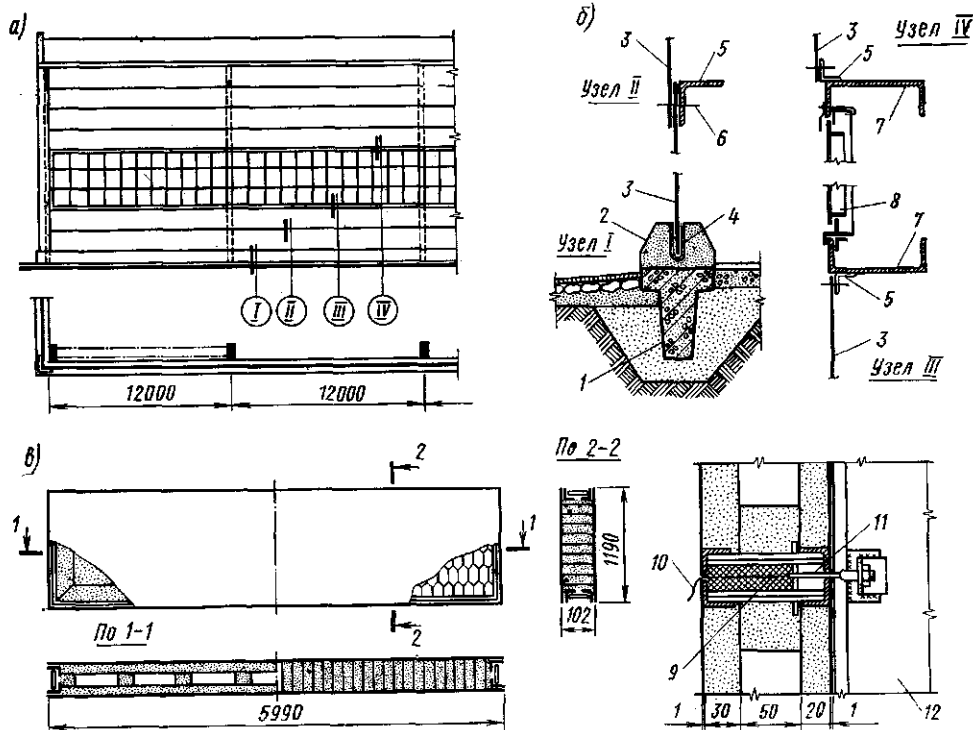


Рис. XII-10. Стены из металлических листов и панелей:

а, б — из тонких листов; в — алюминиевая панель; 1 — фундаментная балка (цоколь); 2 — цементно-песчаный раствор; 3 — алюминиевый или стальной лист; 4 — руберонная прокладка; 5 — элементы фахверка; 6 — болт (заклепка); 7 — ветровой ригель; 8 — оконный переплет; 9 — пенополистирол или поризол; 10 — слив; 11 — анкер; 12 — стальная колонна

в крайних пролетах температурных блоков. Вес тонколистовых стен в 8—23 раза меньше железобетонных, а стоимость их ниже на 17—20% (из алюминиевых листов) и на 45—50% (из стальных оцинкованных листов).

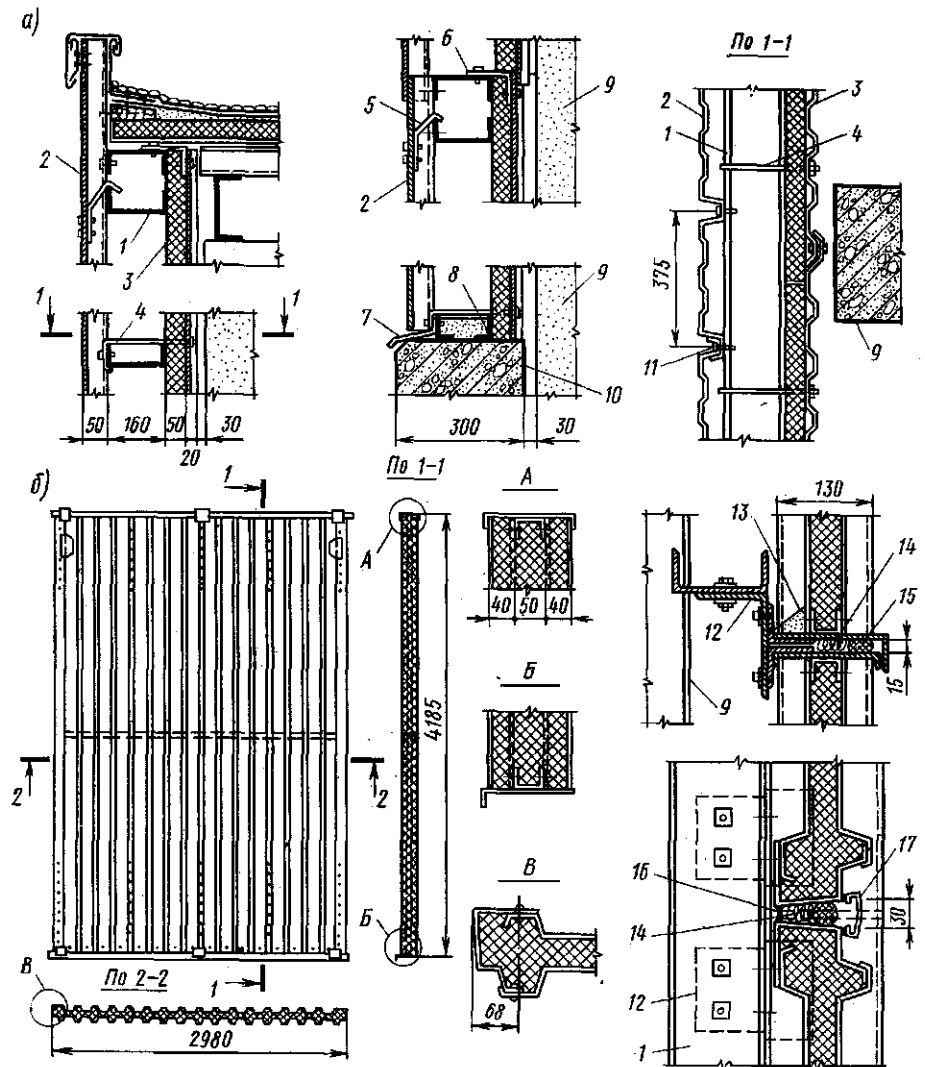


Рис. XII-11. Утепленные стены из стальных профилированных листов:

а — из отдельных листов; б — из панелей; 1 — ригель; 2 — наружная обшивка из листов; 3 — внутренние утепленные панели; 4 — анкер диаметром 10 мм; 5 — полосовая сталь толщиной 2 мм; 6 — то же, толщиной 5 мм; 7 — стальной сляк; 8 — уголок 65×40×5; 9 — колонна; 10 — цоколь; 11 — самонарезающие болты; 12 — опорный столб; 13 — цементно-песчаная подливка; 14 — смоляная пакля; 15 — гермитовый шнур; 16 — герметик; 17 — нащельник

Ориентировочные технико-экономические показатели наружных стен промышленных зданий (на 1 м²)

Типы стен	Расход материалов			Масса стены, кг	Затраты труда на площадь, чел-ч	Стоимость в деле, руб.
	сталь, кг	легкий бетон, м ³	утеплитель, кг			
Из красного кирпича	0,80	0,12*	205**	1031	3,0	16,6
Из керамзитобетонных панелей с облицовкой керамической плиткой	4,4	0,20	—	307	1,25	20,5
Из двух слоев профилированной стали с утеплителем из пенопласта (полистовая сборка)	19,2	0,02	2,1	50,8	1,76	19,3
Из трехслойных панелей со стальной облицовкой и утеплителем из пенопласта	16,2	0,02	1,8	47,6	1,09	17,1
Из каркасных асбестоцементных панелей с утеплителем из минераловатных плит	1,0	—	13,7	80,2	1,96	11,5

* Расход раствора, м³.

** Расход кирпича, шт.

Стены многоэтажных зданий

В многоэтажных зданиях, как и в одноэтажных, стены могут быть несущими, самонесущими и навесными. В первом случае здание является бескаркасным или с неполным каркасом. Под несущие стены (как правило, кирпичные или крупноблочные) предусматривают ленточные фундаменты по типу гражданских зданий. Ригели междуэтажных перекрытий опирают на бетонные подушки, устраиваемые в гнездах стен.

Самонесущие стены многоэтажных зданий возводят редко — при большой толщине стен, назначаемой по климатическим или технологическим условиям. Цокольные панели в таких стенах опирают на фундаментные балки, а в последующих рядах — друг на друга. К колоннам стены крепят гибкими анкерами.

Остекление в самонесущих стенах может быть в форме отдельных проемов или ленточное. В первом случае наряду с поясными элементами стены имеют простенки. Устраивать ленточные проемы нужно из несущих оконных панелей.

Наиболее распространены в современных многоэтажных зданиях навесные стены из панелей, аналогичных применяемым в одноэтажных зданиях (в том числе из эффективных материалов). В навесных стенах устраивают ленточное остекление или предусматривают отдельные проемы окон. Примеры раскладки панелей в стенах многоэтажных зданий показаны на рис. XII-12, а.

Для отапливаемых зданий, особенно располагаемых в отдаленных и сейсмических районах или на просадочных грунтах, стены целесообразно возводить из алюминиевых панелей, отличающихся легкостью, высокими теплотехническими и эстетическими качествами.

Алюминиевые панели, имеющие размеры 1190×5990×102 мм, состоят из периметральной рамы, плоских облицовочных листов толщиной 1 мм и эффективного утеплителя (рис. XII-10, в). Стены из таких панелей проектируют навесными и крепят к колоннам анкерами. Швы между панелями заполняют поризолом, промазывают мастикой и закрывают нащельниками.

Хорошими технико-экономическими показателями обладают утепленные стены из профилированных листов. Их монтируют из отдельных листов (полистовая сборка) и вертикальных каркасных панелей.

На рис. XII-11, а показана стена полистовой сборки. Листы внутренней обшивки с укрепленной на них теплоизоляцией (клеем или штырями) соединяют с ригелями фахверка крюками, а наружные листы — самонарезающими винтами. Между собой в каждой обшивке листы соединяют комбинированными заклепками.

Гнутые ригели швеллерного профиля располагают по высоте колонн через 2,4 м. Цокольную часть стен можно выполнять из других материалов. При прочном плитном утеплителе, имеющем хорошую фактуру, внутреннюю листовую обшивку можно не предусматривать.

Каркасные панели шириной 3 и длиной 3—12 м состоят из стальной рамы, наружной и внутренней обшивок и утеплителя (рис. XII-11, б). Раму выполняют из гнутых профилей, обшивки — из профилированных листов. Утеплителем служит пенопласт, вспенивающийся внутри панели.

Стены из указанных панелей имеют навесную конструкцию. К ригелям фахверка их крепят болтами с помощью уголков. Швы заделывают мастикой, смоленой паклей и гермитовым шнуром. Вертикальные швы снаружи и со стороны помещения закрывают нащельниками.

В практике строительства применяют также бескаркасные панели типа «сэндвич», состоящие из наружной и внутренней обшивок, соединенных между собой эффективным утеплителем (например, пенопластом). Обшивку делают из профилированных листов. Панели крепят к ригелям болтами за внутреннюю обшивку. Стыки уплотняют неопределенными прокладками. Расстояние между ригелями принимают от 3 до 6 м.

Перспективны для ограждений зданий металлопласты — стальные или алюминиевые листы, покрытые полимерными составами. Они обладают хорошими эстетическими качествами, большой стойкостью против агрессивных сред и механических воздействий.

Металлические ограждения стен имеют незначительный вес, возводятся быстро и без мокрых процессов, а фасады не требуются дополнительно отделывать.

Технико-экономические показатели некоторых типов наружных стен промышленных зданий приведены в табл. XII-1.

Стеновые и оконные панели в навесных стенах опирают на стальные столики и крепят к колоннам, как в одноэтажных зданиях. При расположении стен с откосом от колонн (зазор оставляют для размещения коммуникаций) панели крепят к колоннам распорными болтами (рис. XII-12, б). Это крепление является скрытым и не требует монтажной сварки.

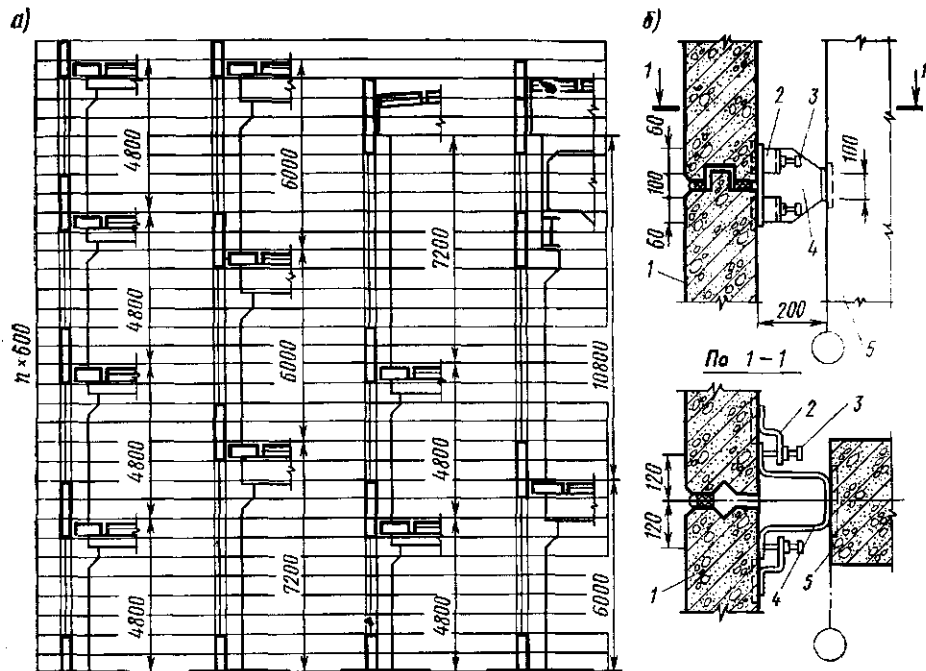


Рис. XII-12. Стены многоэтажных зданий:

а — примеры раскладки панелей; б — крепление стеновых панелей; 1 — стеновая панель; 2 — кронштейн распорного болта; 3 — распорный болт с контргайкой; 4 — упор стеновых панелей; 5 — колонна

ГЛАВА

XIII ОКНА ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Виды и расположение оконных проемов в стенах. Форму, размеры и места расположения оконных проемов выбирают на основании светотехнического расчета, исходя из условий обеспечения более благоприятного освещения для работающих и данного технологического процесса.

Световые проемы в стенах могут иметь вид отдельных окон и лент (одна или несколько лент по высоте стены). Для одноэтажных зданий иногда применяют сплошное остекление.

Проемы в виде отдельных небольших окон характерны для складских зданий, а также для тех зданий, где производится грубая обработка изделий. Если необходимо иметь хорошее естественное освещение на большую глубину помещений, остекление предусматривают ленточное или сплошное.

В целях уменьшения прямой и отраженной блескости в помещениях, ухудшающей видимость, снижающей производительность труда и качество продукции, рекомендуется располагать нижнюю грань оконных проемов на возможно большем расстоянии от пола цеха.

При проектировании оконных проемов необходимо обязательно учитывать, что чрезмерно большая площадь остекления вызывает перегрев помещений летом, переохладение зимой и приводит к удорожанию строительства.

Следует учитывать и специфические особенности производства. Например, в металлургических цехах с наличием раскаленного металла высокой яркости световая обстановка должна способствовать наилучшей видимости рабочих поверхностей, а цвет внутренних поверхностей не должен резко контрастировать с раскаленным металлом. Поэтому необходимо создавать в таких помещениях достаточно интенсивное естественное освещение.

Таблица XIII-1

Виды заполнения окон промышленных зданий

Вид зданий и помещений	Расчетные перепады температур наружного и внутреннего воздуха, °С	Вид заполнения
Отапливаемые производственные помещения с влажностью воздуха не более 60%	Менее 35	Одинарное при отсутствии рабочих мест у проемов При наличии рабочих мест у проемов, как для перепада от 35 до 50°
	От 35 до 50	Двойное на высоте до 2,4 м от пола; одинарное на высоте более 2,4 м от пола
	Более 50	Двойное на всю высоту, за исключением случаев, когда имеются обоснования для изменения этого указания, согласованные с инстанцией, утверждающей проект
Отапливаемые производственные помещения с влажностью воздуха более 60%	Менее 30	Одинарное
	От 30 и более	Двойное
Производственные помещения с избыточными выделениями тепла, превышающими расчетные теплопотери на 50% и более, а также неотапливаемые	Любые	Одинарное
Административно-канторские и прочие вспомогательные помещения	Менее 30 От 30 и более	Одинарное Двойное

Сплошное остекление целесообразно в основном для зданий с избыточными тепловыделениями и взрывоопасными производствами.

В зависимости от назначения здания, расчетного перепада температур наружного и внутреннего воздуха и особенностей климата района строительства заполнение оконных проемов может быть одинарным и двойным (табл. XIII-1). В условиях сурового климата Севера возможно и тройное остекление.

Вместо двойных переплетов рекомендуется устраивать более экономичные спаренные или одинарные с двойным остеклением. Номинальные размеры оконных проемов по ширине и высоте принимают кратными 600 мм. Расстояние от пола до низа проема (подоконника) назначают равным 1,2; 1,8 м и более. Заполняют проемы отдельными переплетами и оконными панелями.

По материалу оконные переплеты и панели могут быть деревянными, железобетонными и металлическими.

Оконные переплеты и панели

Деревянные переплеты и панели рекомендуется применять в зданиях временных и с нормальным температурно-влажностным режимом.

Отдельные переплеты-блоки состоят из коробок и створок (одинарных и спаренных). Створки, открывающиеся наружу, делают без напlava, а внутрь — с наплавом (рис. XIII-1, а—г). Предусмотрены оконные блоки нескольких типоразмеров, позволяющих заполнять проемы всех унифицированных размеров.

Такие блоки располагают в один или несколько ярусов, а при высоте проема более 7,2 м между ярусами блоков укладывают деревянные ригели. Эти ригели и деревянные импосты, устанавливаемые через 3 м по ширине проема, воспринимают ветровые усилия. Крепят оконные блоки к откосам, перемычкам, ригелям и импостам гвоздями и ершами; стыки конопатят паклей и закрывают нащельниками.

В стенах из крупных панелей ленточные и сплошные световые проемы целесообразно заполнять деревянными панелями. Панели имеют номинальные размеры 1,2×6 и 1,8×6 м; они могут быть глухими и с открывающимися створками (рис. XIII-1, д-ж). Применяют панели и других размеров.

Обвязки панелей выполняют из брусков 144×47 и 174×72 мм (в зависимости от ветрового района и размера панелей). Импосты в панелях имеют сечение 44×54 мм. Наружные переплеты изготовляют из брусков 54×67, внутренние — из заготовок 44×44 мм. Все элементы панелей соединяют между собой шипами и склеивают.

Оконные панели крепят к колоннам коротышами из уголков, а между собой гвоздями, забиваемыми в местах установки деревянных прокладок, фиксирующих толщину швов. Зазоры между панелями заполняют смоленой паклей или упругими материалами и с обеих сторон закрывают нащельниками.

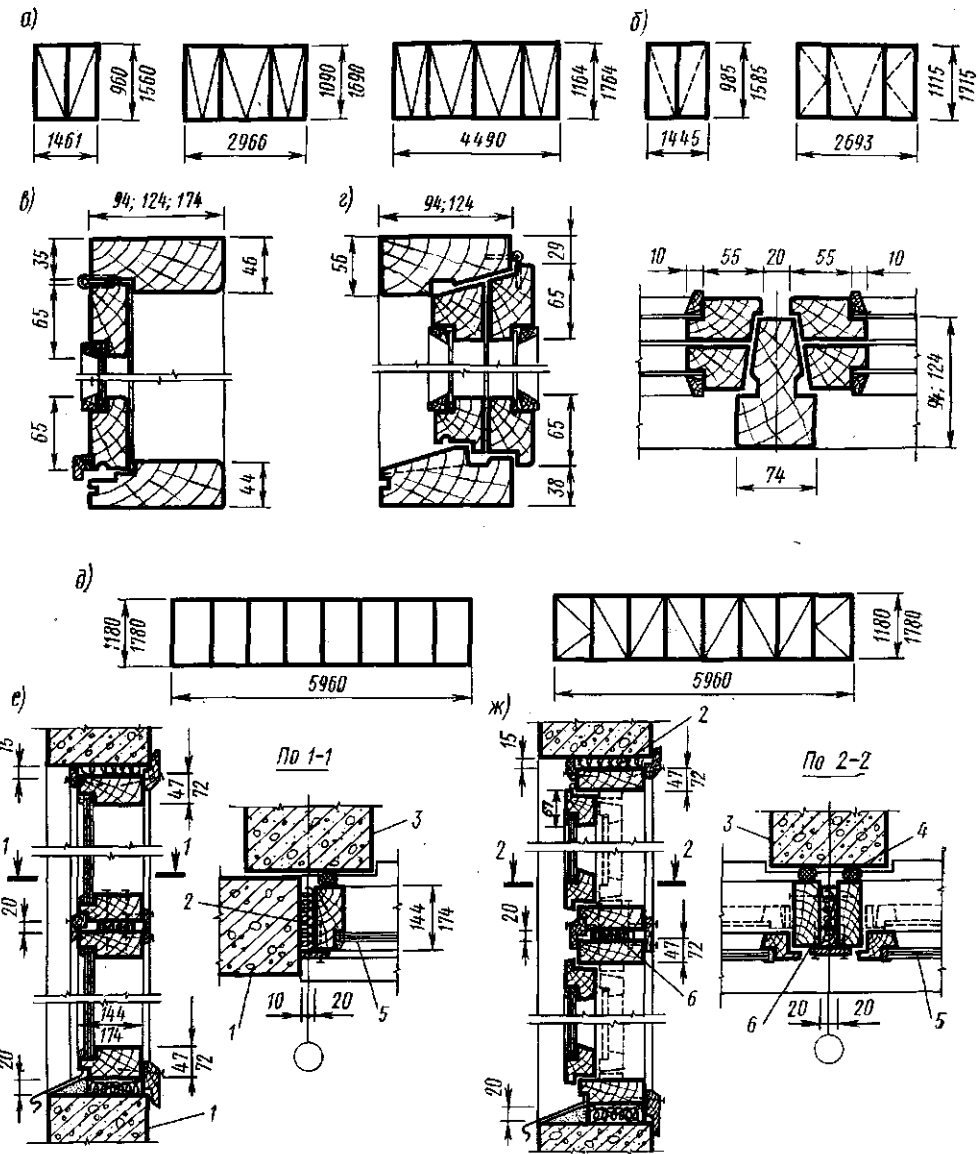


Рис. XIII-1. Деревянные оконные блоки и панели:

а — схемы переплетов-блоков с наружным открыванием створок; б — то же, с внутренним; в — сечение блока без напlava с одинарными переплетами и наружным открыванием створок; г — сечения блока с наплавом со спаренными переплетами и внутренним открыванием створок; д — глухая и створная оконные панели; е — заполнение проема глухими панелями; ж — то же, с открывающимися створками; з — стенная панель; 2 — просмоленная пакля; 3 — колонна; 4 — упругая прокладка; 5 — остекление; 6 — деревянная прокладка

Деревянное заполнение оконных проемов нетрудоемко в изготовлении, имеет небольшой вес, но возгораемо, подвергается короблению и загниванию. Кроме того, деревянные переплеты по сравнению с другими менее прочны и светоактивны.

Железобетонные переплеты целесообразно устанавливать в зданиях с повышенной и высокой влажностью воздуха, а также в цехах с нормальным температурно-влажностным режимом.

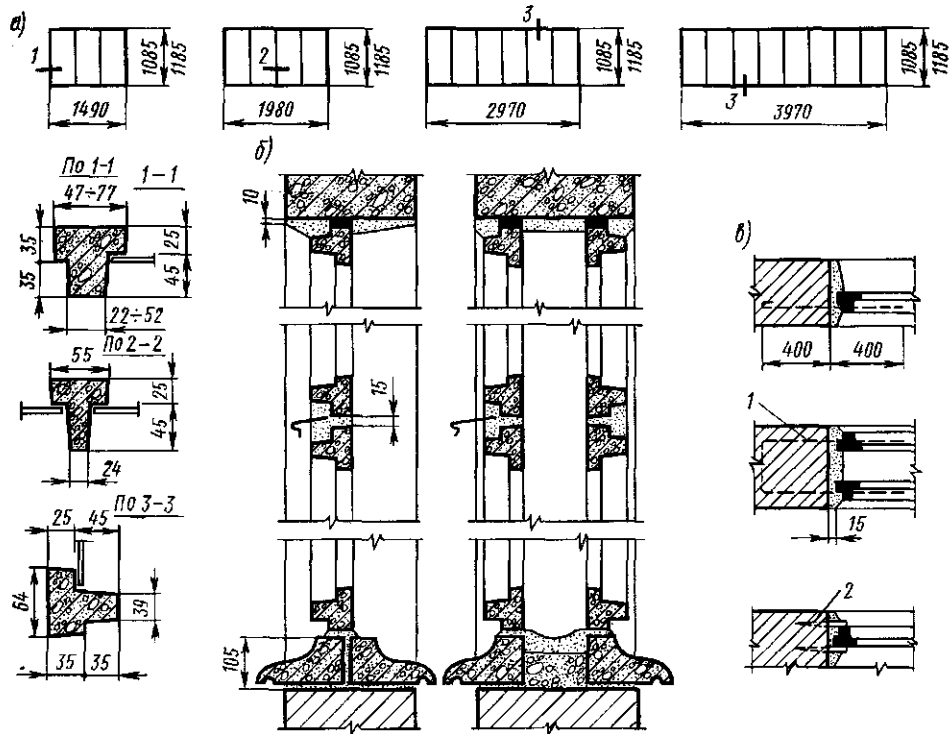


Рис. XIII-2. Железобетонные переплеты:

а — схемы переплетов; б — вертикальные разрезы заполнения проемов; в — то же, горизонтальные; 1 — стержень диаметром 8 мм; 2 — закрепы

Предусмотрено несколько типоразмеров железобетонных переплетов: высотой 1185 и 1085 мм, шириной 1490, 1980, 2970 и 3970 мм (рис. XIII-2). Железобетонными могут быть и оконные панели длиной 6 м.

Изготавливают переплеты из бетона марки 200 и проволочной арматуры. Толщина защитного слоя бетона для рабочей арматуры должна быть не менее 10 мм.

Железобетонные переплеты стыкуют по высоте без оконных коробок, соединяя между собой цементно-песчаным раствором. Крепят переплеты к откосам проемов посредством выпусков арматуры, размещенных на уровне стыков переплетов. Переплеты верхнего яруса крепят ершами.

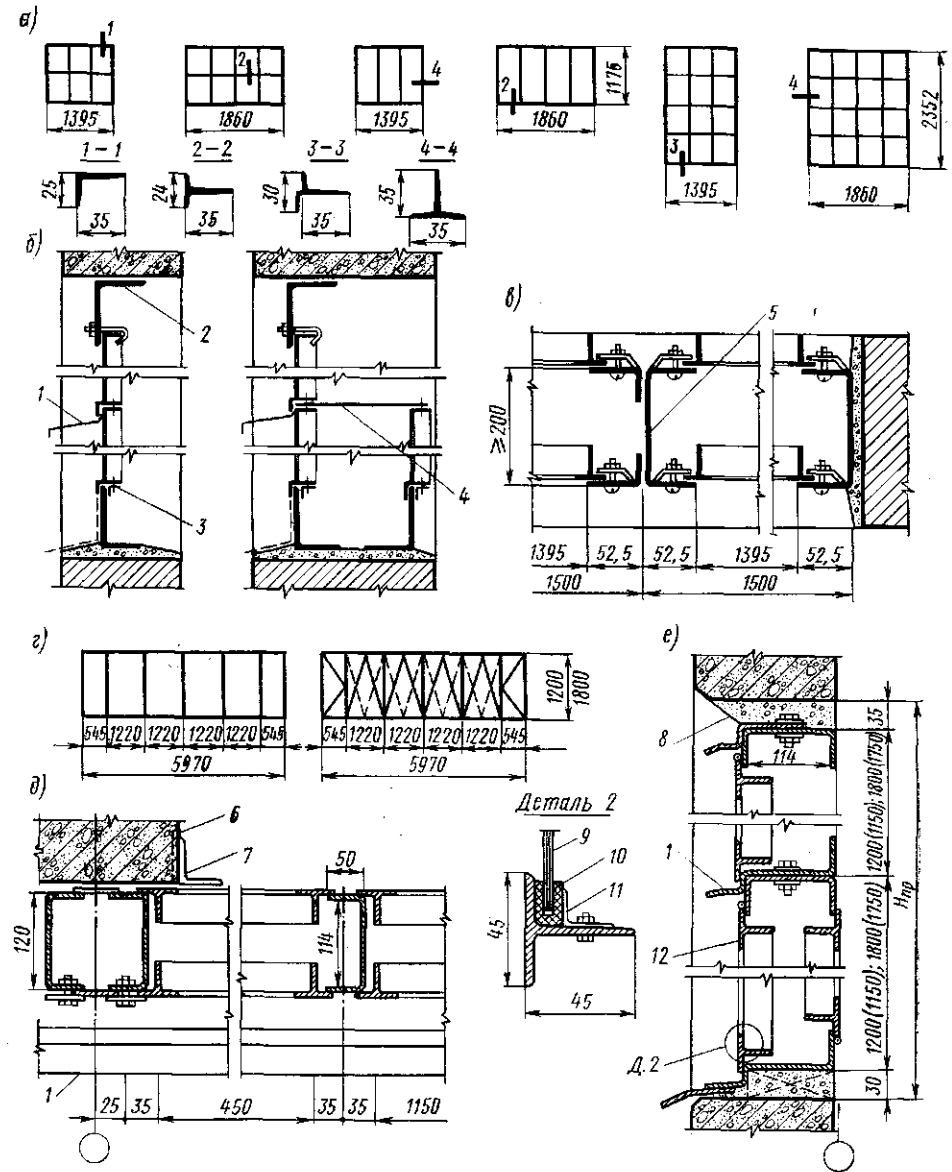


Рис. XIII-3. Стальные переплеты из прокатных и гнутых профилей:

а — схемы переплетов; б — вертикальные разрезы заполнения проемов; в — горизонтальный разрез при 3-стекольном переплете; г — оконные панели из гнутых профилей; д, е — горизонтальный и вертикальный разрезы проема с панельным заполнением; 1 — слив; 2 — уголок 75×50×5; 3 — уголок 30×4 длиной 30 мм; 4 — стальной лист; 5 — стойка-ямост; 6 — колонна; 7 — крепежный уголок (панели к колонне); 8 — раствор; 9 — стекло; 10 — резиновый профиль; 11 — клямера; 12 — створка

Швы между переплетами и стеной заделывают раствором, а зазор между перемычкой и переплетом (10 мм) — эластичным материалом.

Железобетонные переплеты не подвергаются загниванию и коррозии, обладают хорошими эксплуатационными качествами, но они трудоемки в изготовлении, тяжелы и сложны в устройстве.

Стальные оконные переплеты и панели. Стальное заполнение оконных проемов применяют в зданиях повышенной капитальности, в горячих цехах, а также в зданиях с нормальным температурно-влажностным режимом и с повышенной влажностью воздуха.

Переплеты имеют высоту 1176 и 2352 мм и ширину 1395 и 1860 мм. Изготавливают их из специальных прокатных профилей (рис. XIII-3, а), соединяя между собой сваркой.

Оконные коробки при стальных переплетах отсутствуют; при заполнении проема переплеты устанавливают один на другой. Жесткость заполнения обеспечивают уголки, обрамляющие проем по периметру, и импосты, располагаемые между переплетами (рис. XIII-3, б, в). При высоте проемов 8,4 м и более предусматривают ветровые ригели из швеллеров или уголков.

Соединяют стальные переплеты между собой, с импостами и ригелями с помощью болтов. Обрамляющие элементы крепят к откосам проемов завершенными глухарями. Зазоры между откосами и обвязкой переплетов заделывают раствором или эластичными прокладками.

Стальные оконные панели из специальных гнутых профилей имеют номинальные размеры 1,2×6 и 1,8×6 м (рис. XIII-3, г—е). Разработаны типовые глухие и створные панели с одинарным и двойным остеклением.

Между собой панели соединяют стальными планками и болтами, а с колоннами — аналогично соединению стеновых панелей. Панели нижнего яруса устанавливают на слой цементно-песчаного раствора. Вертикальные швы обделывают нащельниками, горизонтальные заполняют мастикой и защищают стальными сливами. Стекла к переплетам крепят резиновыми профилями или алюминиевыми штапиками.

Хорошие технико-экономические показатели дает заполнение проемов отдельными переплетами и оконными панелями из спаренных тонкостенных труб (рис. XIII-4, а—г). Применяют переплеты размерами от 1130×1515 до 3530×5970 мм. В проемах высотой более 3,6 м в заполнение вводят ветровые ригели, которые крепят к колоннам каркаса или простеночным панелям.

Переплеты крепят к закладным элементам стеновых панелей и ветровым ригелям через 1,5 м. Швы между панелями заполняют резиновыми профилями, гермитовыми шнурами, тиоколовой мастикой и снаружи закрывают алюминиевыми нащельниками. Заполняют переплеты стеклом или стеклопакетами толщиной 32 мм.

На рис. XIII-4, д—ж показаны типы переплетов из одиночных тонкостенных труб и пример заполнения ими оконного проема.

Стальные переплеты и панели обладают достаточной прочностью и хорошей светоактивностью, но для защиты от коррозии их требуется часто красить. Такие переплеты относят к металлоемким конструкциям.

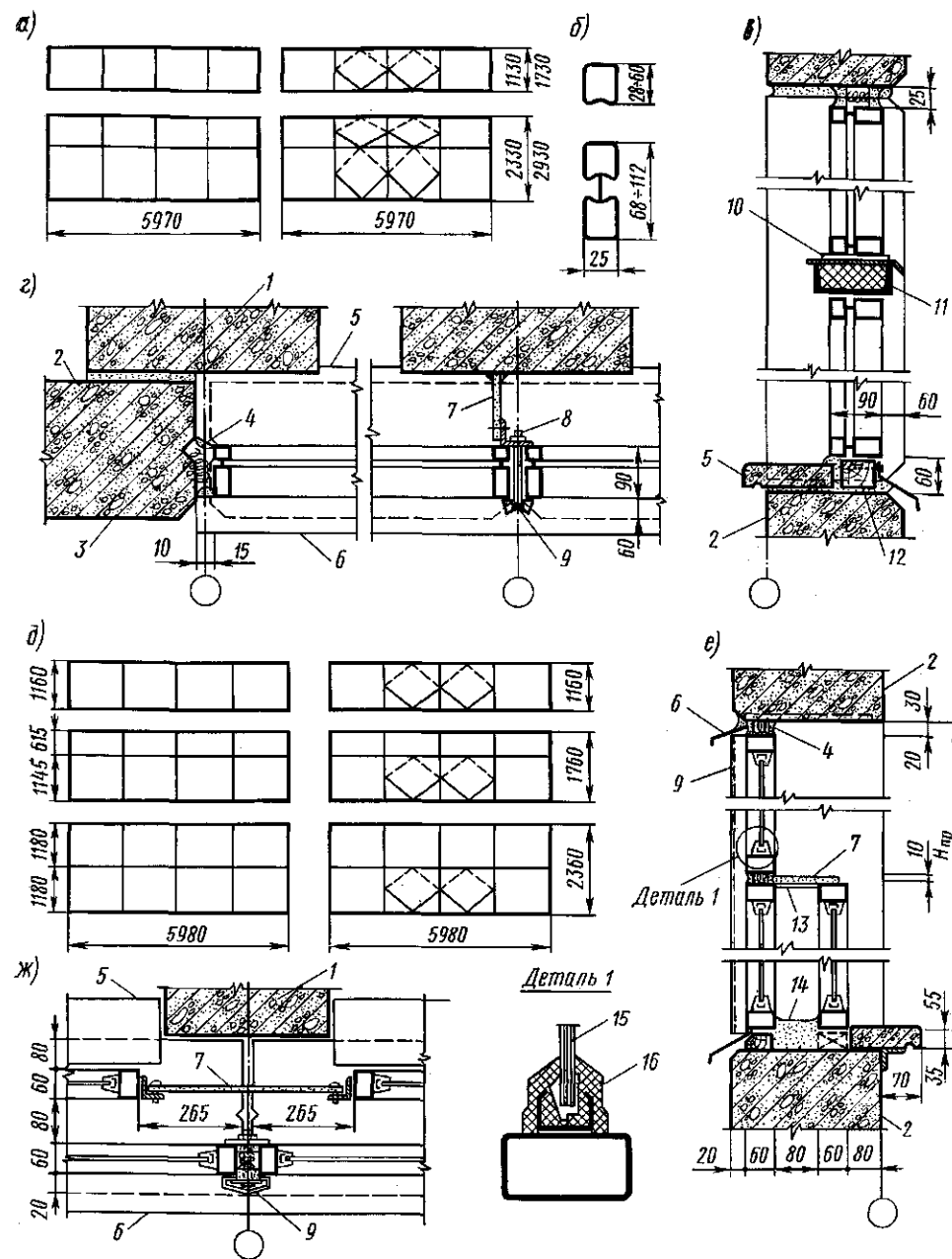


Рис. XIII-4. Стальные окна из тонкостенных труб:

а—г — спаренных; д—ж — одиночных; 1 — колонна; 2 — стеновая панель; 3 — смоленая пакля; 4 — мастика УМС-50; 5 — подоконник; 6 — слив; 7 — древесностружечная плита или плоский асбестоцементный лист; 8 — болт; 9 — алюминиевый нащельник; 10 — прокладка из резины; 11 — ветровой ригель; 12 — деревянный брусок 60×60 мм; 13 — пластик; 14 — раствор; 15 — стекло; 16 — резиновый профиль

Навеска створных переплетов. Остекление. Для аэрации помещений и очистки остекления часть переплетов в оконных проемах делают открывающимися. Площадь таких створок принимают с учетом требуемой кратности воздухообмена в помещениях и климатических характеристик района строительства.

Створные переплеты размещают так, чтобы расстояние от пола до низа открытого проема летом было не более 1,8 м, а зимой — не менее 3,6—4,8 м. Открывают створки с помощью механических приборов.

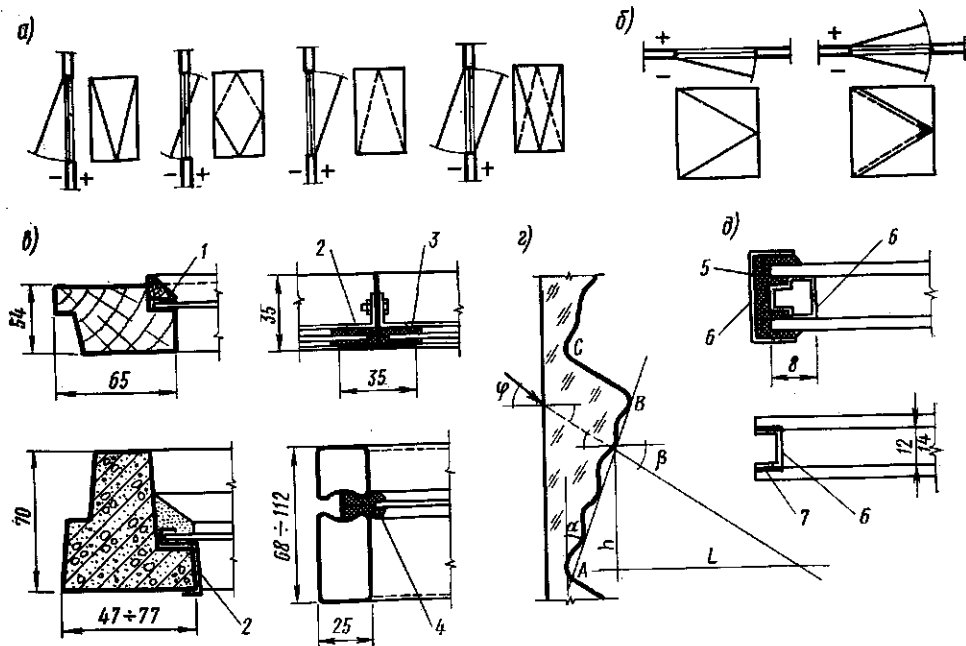


Рис. XIII-5. Навеска створных переплетов и остекление:

а — горизонтальноподвесные створки; б — вертикальнонавесные створки; в — крепление стекол в переплетах; г — профиль светонаправляющего стекла; д — стеклопакет; 1 — деревянный штапик; 2 — клямера из полосовой стали; 3 — резиновый ободок; 4 — резиновый профиль; 5 — мастика или резиновый уплотнитель; 6 — алюминиевые или стальные профили; 7 — металлизация стекла

По способу навески различают горизонтально-подвесные и вертикально-навесные створки (рис. XIII-5, а, б). Створки, открывающиеся наружу, подвешивают сверху, а открывающиеся внутрь — снизу. В проекте способ навески створок показывают двумя наклонными линиями, сходящимися у стороны притвора. Створки, открывающиеся наружу, обозначают сплошными линиями, а внутрь — пунктирными.

Для остекления переплетов применяют листовое стекло толщиной не менее 3 мм. В целях солнцезащиты и маскировки видимости иногда применяют матовые и рифленые стекла. Способы крепления стекол в переплетах показаны на рис. XIII-5, в.

В широких зданиях без фонарей для улучшения естественной освещенности в наружных стенах устраивают сплошное остекление. Однако и в этом случае не всегда удается создать в помещении нормальное освещение. Кроме того, сплошное остекление имеет высокую стоимость, а также способствует перегреву помещений летом и переохлаждению зимой.

Значительно увеличить (в 1,5—2 раза) глубину проникания естественного света в помещение и тем самым улучшить освещенность рабочих мест, удаленных от окон, можно применением специального светонаправляющего стекла.

Светонаправляющее стекло (рис. XIII-5, г) снаружи ограничено плоской поверхностью, а внутри — двумя поверхностями: наклонной синусоидального профиля и наклонной плоской с обратным уклоном.

Углы наклона внутренних поверхностей определяют расчетом. Сторона ВС всегда наклонена к вертикали под углом 61° ; она параллельна направлению луча света (внутри стекла), упавшего на стекло под углом 45° . Глубина освещения $L : h$ зависит от величины углов α и φ и показателя преломления стекла.

Целесообразно применять светонаправляющие стекла, увеличивающие глубину освещения помещений от луча, падающего под углом 45° , в 1,5; 1,75 и 2 раза. У этих стекол углы наклона α соответственно равны 17° , 25° и 31° . Светонаправляющие стекла позволяют также обеспечить более равномерную освещенность, устранить блики на рабочих поверхностях, уменьшить инсоляцию помещений. Стоимость этого стекла примерно равна стоимости узорчатого.

В зарубежном строительстве начали применять призматические стекла, отбрасывающие свет на потолок помещения для дальнейшего отражения его к рабочим местам. При заполнении проемов призматическими стеклами потолок помещений должен быть гладким (без выступающих ребер).

В современных зданиях, имеющих большие площади остекления, борьба с перегревом помещений приобретает особую важность. Так, через стену, остекленную на 90%, тепла поступает в 3,2 раза больше, чем через стену с остеклением на 15%.

Одним из эффективных способов борьбы с перегревом помещений следует считать заполнение проемов теплоизолирующим стеклом. Эти стекла снижают сквозное проникание солнечной радиации. Теплоизолирующая способность стекол создается покрытием их различными металлическими составами (вакуумным путем или пульверизацией). Для этого применяют хромовые, олово-сурьмяные, кобальтовые и другие составы и сплавы. Иногда используют специальные добавки в стекло при его варке. При хорошо подобранных составах светопрозрачность стекла сохраняется или снижается незначительно.

Особенно эффективны теплоизолирующие прозрачные ограждения в сочетании с кондиционирующими установками в зданиях для производств с повышенными требованиями к освещенности и со строго заданным температурно-влажностным режимом.

В последние годы часто заполняют проемы стеклопакетами, которые успешно заменяют двойные переплеты. Стеклопакеты обладают хорошей теплоизолирующей способностью (увеличивает ее замкнутая воздушная прослойка толщиной 12—13 мм). Стеклопакеты можно применять со всеми типами переплетов. Контурные рамки пакетов выполняют из алюминиевых или стальных профилей (рис. XIII-5, д).

Беспереплетные заполнения световых проемов в стенах

К беспереплетным заполнениям относят стеклоблоки, листы из стеклопластика и профильное стекло.

Остекленные поверхности с переплетами, заполненными обычным стеклом, имеют существенные недостатки: невысокую теплоизолирующую способность, относительно малый срок службы, высокую стоимость очистки и текущего ремонта, пониженную стойкость к агрессивной среде и др. Эти недостатки частично или полностью устраняются при заполнении оконных проемов пустотелыми стеклоблоками.

Стеклоблочные ограждения, обладая хорошими светотехническими качествами, позволяют получать мягкий рассеянный свет, имеют достаточную прочность, огнестойкость, звукоизолирующую способность и долговечность. Стеклоблоки обеспечивают герметичность ограждений, снижают проникающую тепловою радиацию, повышают сопротивление теплопередаче. Они гигиеничны, облегчают уход за ограждением и имеют пониженные по сравнению с обычными окнами эксплуатационные расходы.

Особенно эффективны ограждения из стеклоблоков в производственных зданиях с кондиционированным воздухом и вакуумной гигиеной (приборостроение, радиоэлектроника и др.). Их применяют также для освещения зданий с повышенными гигиеническими требованиями (пищевая, часовая промышленности, оптическое приборостроение и др.), легкой промышленности (швейные, обувные фабрики и др.).

Существенный недостаток стекложелезобетонных ограждений — частое разрушение стеклоблоков. Причинами разрушения являются действующие на стеклоблоки усилия, обусловленные усадочными и термоупругими деформациями от неравномерного во времени прогрева и разностью коэффициентов линейного расширения стекла и материалов швов (бетона, раствора).

Повысить долговечность и эксплуатационную надежность стекложелезобетонных ограждений можно устройством в местах контакта блоков и швов эластичного гидроизоляционного слоя. Наличие по периметру блоков эластичного слоя полностью или частично исключает их из статической работы, так как деформации материала швов воспринимает упругий слой без нарушения герметичности.

В ограждениях применяют пустотелые стеклоблоки размерами 194×194×98 (60), 294×294×98 и 394×394×60 мм. Торцовые поверх-

ности блоков покрывают эластичным слоем (мастикой изол толщиной не менее 1 мм) по экранировающей обмазке из белой нитроэмали или белил.

Стеклоблочные ограждения с эластичным слоем рекомендуется устраивать в виде крупноразмерных панелей. Можно заполнять оконные проемы и отдельными блоками.

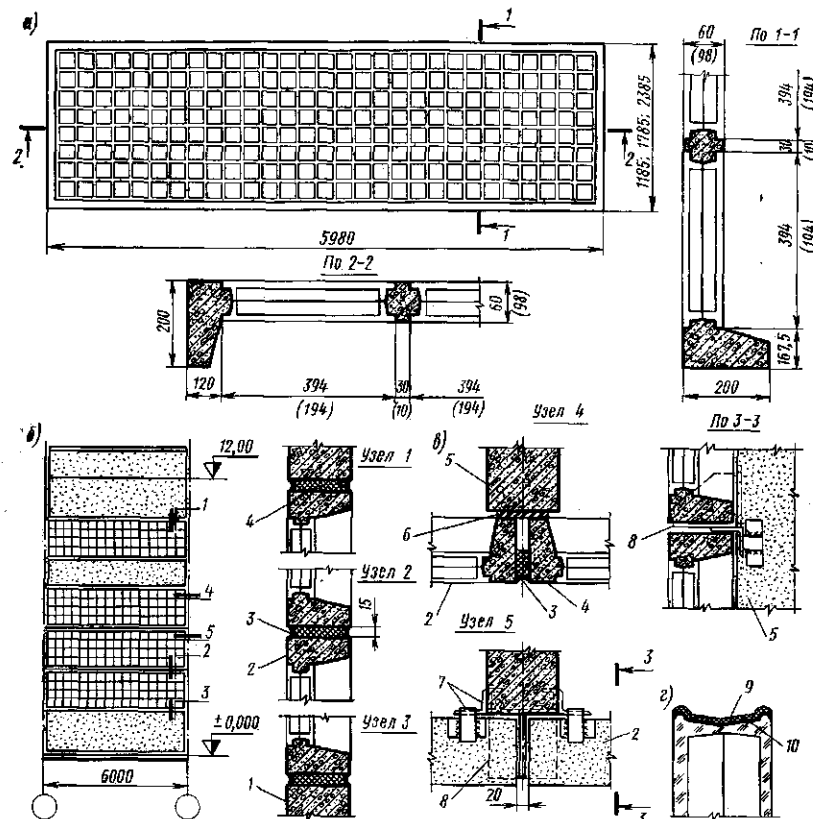


Рис. XIII-6. Стекложелезобетонные оконные панели:

а — общий вид панели; б — схема заполнения стены; в — детали; 1 — стеклоблок с эластичным слоем; 2 — стеновые панели; 3 — оконные панели; 4 — гидроизоляционная мастика; 5 — поризол или гервит; 6 — колонна; 7 — морозостойкая резина; 8 — крепежные уголки; 9 — опорный столлик; 10 — эластичный гидроизоляционный слой; 11 — экранировающая обмазка

Стекложелезобетонные панели имеют длину 5980, ширину 1185, 1785 и 2385 мм; состоят они из железобетонной рамы и стеклоблоков (рис. XIII-6, а). Бетон рамы и швов изготовляют с заполнителем из гранитной, базальтовой или мраморной крошки. В швы между блоками укладывают проволоку диаметром 4—6 мм для повышения прочности панели.

Панели каждого яруса ставят на стальные столлики и крепят к колоннам аналогично стеновым панелям (рис. XIII-6, б, в). Между колон-

нами и панелями предусматривают упругие прокладки из морозостойкой резины. Швы между панелями заполняют жгутами из поризола или гернита и промазывают гидроизоляционной мастикой.

По сравнению с проемом, имеющим двойное остекление по стальным панельным переплетам, стоимость 1 м² стекложелезобетонного заполнения ниже на 40—60%. Приведенный расход металла снижается при глущем остеклении на 81% и при створных переплетах на 40%. Соответственно на 68 и 30% снижаются трудовые затраты на устройство заполнения.

В отечественном и зарубежном строительстве все шире применяют светопрозрачные ограждения из полимерных материалов (полиэфирные стеклопластики, органическое стекло и поливинилхлорид), обладающие высокой механической прочностью, небольшой массой, хорошей светопрозрачностью (до 90%) и способностью окрашиваться в любой цвет. Изделия из указанных материалов в виде плоских и волнистых листов и полутеплых панелей, обладающие высокой индустриальностью, позволяют отказаться от трудоемкого заполнения оконных проемов переплетами.

В зданиях со стенами из асбестоцементных и алюминиевых волнистых листов целесообразны светопрозрачные ограждения из волнистых стеклопластиковых листов в виде отдельных включений в стены. Иногда же стены полностью или на больших площадях заполняют листами стеклопластика.

Волнистые стеклопластиковые листы по размерам и профилю соответствуют асбестоцементным и алюминиевым листам, так как в большинстве случаев их применяют в сочетании. Толщина листов 1,5—2,5 мм.

Крепят стеклопластиковые листы к ригелям теми же болтовыми и винтовыми приборами, которыми крепят асбестоцементные и алюминиевые листы (рис. XIII-7, а). Приборы ставят на каждой третьей волне. В местах крепления под листы кладут деревянные подкладки, препятствующие оседанию волн на опоре. Под крепежные болты и винты ставят стальные шайбы с мягкой гидроизоляционной прокладкой.

Более индустриальны светопрозрачные панельные конструкции с номинальными размерами 1,2×6 м. Рама панели выполнена из алюминиевых профилей, а заполнение — из листов стеклопластика в один или два слоя. Неплотности в сопряжениях заполняют мастикой (рис. XIII-7, б). Крепят панели к колоннам по типу стеновых панелей, а швы между ними заделывают эластичным материалом.

В строительстве США применяют панели фирмы «Коуолл», состоящие из алюминиевой решетки и наклеенных на нее с обеих сторон листов стеклопластика (рис. XIII-7, в). Ребра решетки имеют шаг 200 мм, по высоте — 500 мм. Панели изготовляют длиной от 2,4 до 6, шириной 1,2 м и толщиной от 40 до 70 мм. Вес панелей от 8 до 9 кГ/м². К колоннам и ригелям панели крепят потайными приборами. Стыки панелей усиливают алюминиевыми полосовыми накладками.

Применяют также светопрозрачные стеклопластиковые панели с решеткой из стеклопластика, имеющей ячейки 100×150 мм. Решетку с обеих сторон оклеивают плоскими листами толщиной 1,2 мм.

Светопрозрачные панели являются, как правило, навесными, и устанавливают их в зданиях с железобетонным или металлическим каркасом. Обладая высокими тепло- и звукоизоляционными свойствами, панели в то же время имеют хорошие художественно-декоративные качества

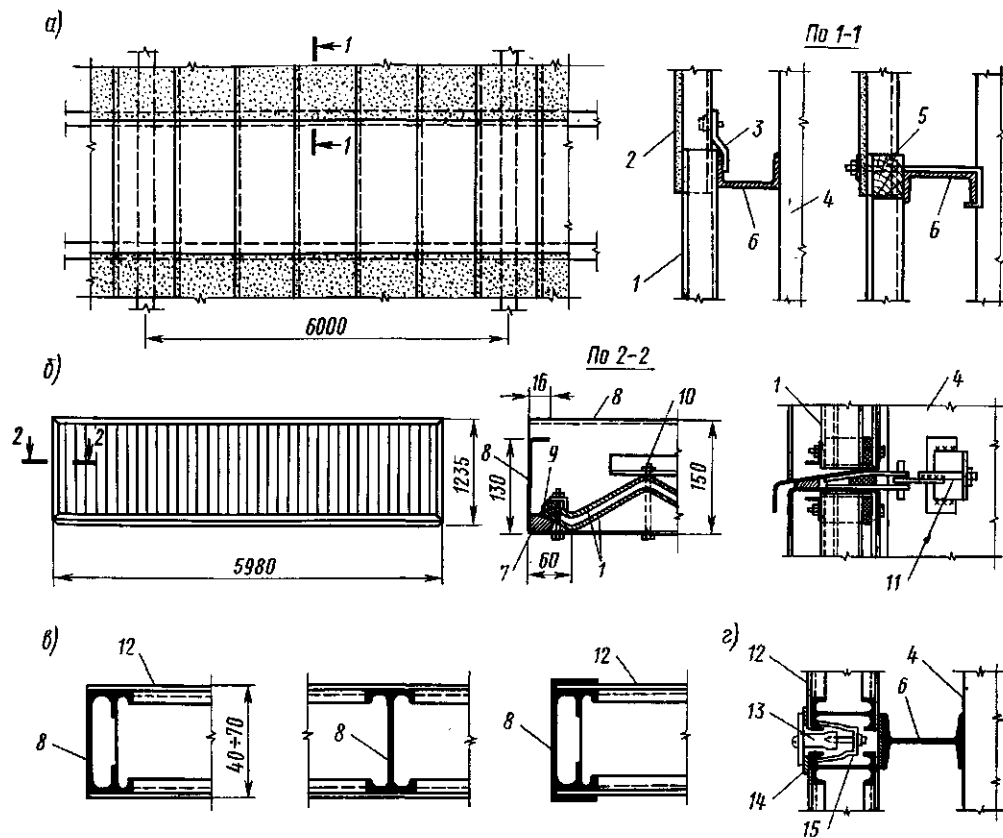


Рис. XIII-7. Светопрозрачные ограждения из стеклопластика:

а — из листов стеклопластика; б — панель из стеклопластика; в — сечения и узел крепления панелей «Коуолл»; 1 — волнистый стеклопластик; 2 — асбестоцементный или металлический лист; 3 — крепежные детали; 4 — колонна; 5 — деревянная прокладка; 6 — прогон; 7 — мастика; 8 — металлическая рама; 9 — поризол; 10 — болты через 1 м; 11 — анкер; 12 — плоский стеклопластик; 13 — алюминиевый профиль; 14 — эластичная прокладка; 15 — пружинный зажим с болтом

и в зависимости от окраски стеклопластика могут создавать различный цветовой эффект в освещении интерьеров.

Перспективным материалом для устройства беспереплетных светопрозрачных ограждений является стеклопрофилит. Стеклопрофилиты, изготовляемые методом непрерывного проката, имеют замкнутый или незамкнутый профили: коробчатый, швеллерный и ребристый (рис. XIII-8, а), позволяющие устраивать одинарное и двойное заполнение.

Размеры стеклопрофилита: ширина 244, 294, и 594 мм, высота сечения 35 и 50 мм, толщина 5,5 мм, длина — до 6 м.

Ограждения из профильного стекла выполняют как из отдельных элементов, так и панелей. Устанавливают стеклопрофилиты вертикально. Высота ярусов зависит от ветровой нагрузки, высоты здания и количе-

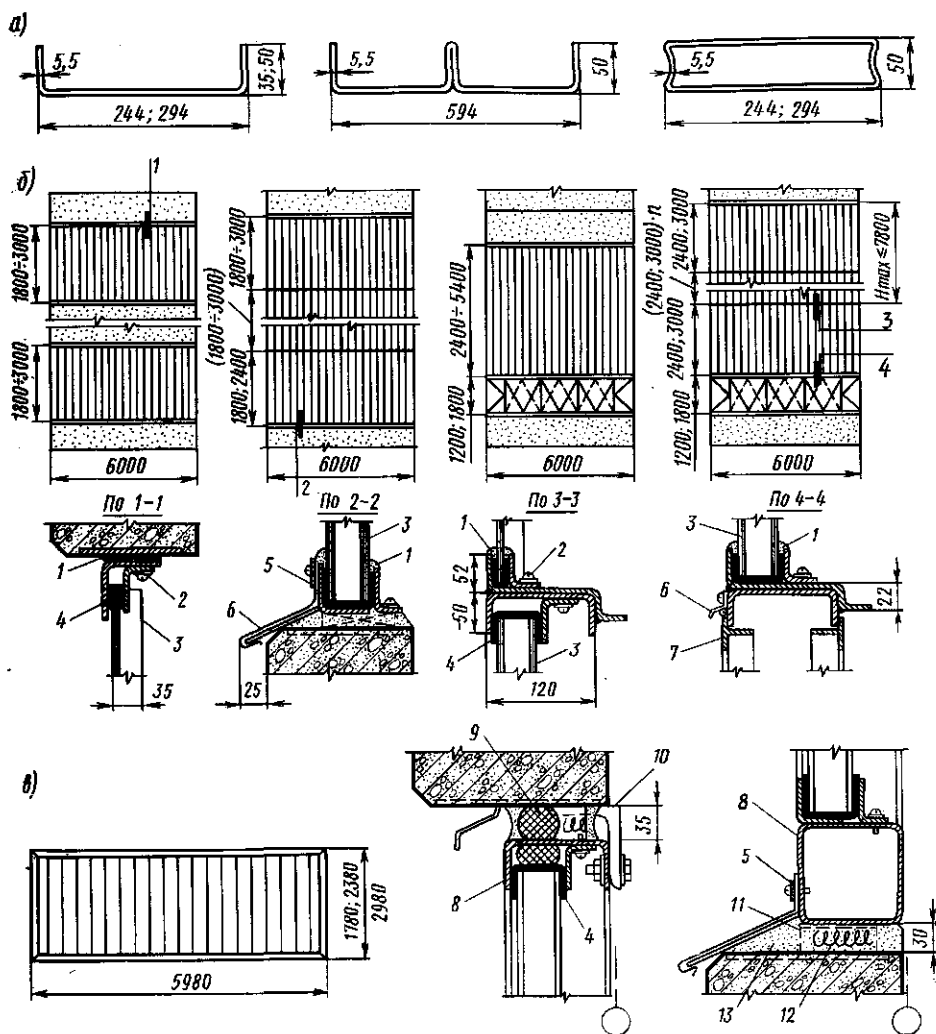


Рис. XIII-8. Светопрозрачные ограждения из стеклопрофилита:

a — сечения стеклопрофилита; *б* — схемы заполнения проемов отдельными элементами и детали; *в* — общий вид и детали крепления стеклопанелей; 1 — мастика УМС-50; 2 — винт; 3 — стеклопрофилит; 4 — резиновая насадка; 5 — полоса 30×4 мм; 6 — слив; 7 — открывная створка; 8 — стеклопанель; 9 — уплотнитель; 10 — уголок 90×8 длиной 60 мм, через 1,5 м; 11 — швеллер № 8 длиной 90 мм, через 1,5 м; 12 — смоляная пакля; 13 — раствор

ства ярусов. При швеллерном и ребристом сечениях высоту принимают 1,8—3 м, при коробчатом — от 2,4 до 6 м.

При поэлементном заполнении проемов в них предусматривают ригели из гнутых профилей (рис. XIII-8, б), которые для уменьшения прогиба подвешивают к панелям-перемычкам на тяжах. В местах примыкания стекла к обвязке оставляют компенсационные зазоры не менее 20 мм.

Опирают профили на эластичные прокладки и крепят к обвязкам прижимными уголками. Во избежание загрязнения пылью торцы коробчатых стеклопрофилитов заделывают резиновыми насадками. Вертикальные швы между элементами заполняют уплотнителем и гидроизоляционной мастикой.

Панели из профильного стекла имеют размеры 1,8×6 и 2,4×6 м при швеллерном сечении, 1,8×6, 2,4×6 и 3×6 м — при коробчатом. Панель представляет собой несущую сварную раму из гнутых профилей, заполненную стеклопрофилитом. Жесткость панели увеличивают тяжами, которые размещают в вертикальных швах с шагом 1 м. В местах примыкания стеклопрофилитов к раме предусматривают прокладки из губчатой резины.

Стеклопрофилитовые панели опирают на стальные столики и крепят к колоннам анкерами или болтами (рис. XIII-8, в). Швы между панелями заделывают пороизолом или другим эластичным материалом, а также закрывают нащельниками.

Данные, приведенные в табл. XIII-2, свидетельствуют о эффективности применения стеклопрофилита в промышленном строительстве.

Таблица XIII-2

Технико-экономические показатели некоторых типов светопрозрачных ограждений (на 1 м²)

Показатели	Типы заполнения проемов				
	одинарное остекление стального панельного переплета	двойное остекление стального панельного переплета	стекло-блочные панели	стеклопрофилит	
				швеллерного сечения	коробчатого сечения
Стоимость заполнения в деле, руб./%	12,86 100	22,34 100	18,95 85,0	8,39 65,2	12,71 57,2
Затраты труда, чел-дн./%	0,31 100	0,54 100	0,20 37,2	0,20 64,5	1,15 27,8
Приведенный расход металла, кг./%	16,9 100	25,8 100	—	5,4 31,9	3,1 12,0

В случае остекления оконных проемов стеклопрофилитом, стеклоблоками, стеклопластиком или матовым и рифленным стеклом в нижней части окон рекомендуется устраивать также узкие ленты из обычного стекла. При наличии зрительной связи работающих с природным окружением они чувствуют себя бодрее и увереннее.

XIV ПOKPЫTИЯ ПPOMYШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Виды покрытий и предъявляемые к ним требования. В конструктивной системе промышленного здания покрытие занимает очень ответственное место. Оно определяет долговечность, характер внутреннего пространства и зачастую внешний облик здания. На покрытие приходится от 20 до 50% стоимости одноэтажного здания и от 20 до 40% трудоемкости строительства; на содержание покрытий в процессе эксплуатации зданий требуются также значительные расходы.

По теплотехническим качествам покрытия подразделяют на утепленные и неутепленные (холодные). Тип покрытия с этой точки зрения выбирают с учетом нормируемых параметров воздушной среды производства, количества тепловыделений, климатических факторов и в некоторой степени способа удаления снега с кровли.

Утепленные покрытия устраивают над отапливаемыми помещениями. Толщину утеплителя назначают с расчетом, чтобы исключить образование конденсата на внутренней поверхности покрытия. Ендовы в большинстве случаев делают менее утепленными, нежели основное покрытие, что способствует их большему прогреву, исключающему скопление снега и образование наледей.

Неутепленные покрытия делают в зданиях неотапливаемых и с избыточными выделениями тепла.

По конструктивным схемам покрытия разделяют на плоскостные и пространственные. В плоскостных покрытиях, преимущественно применяемых в зданиях массового строительства, несущие и ограждающие конструкции работают в основном независимо друг от друга. При этом ограждение не участвует в полезной работе несущих конструкций. Плоскостные покрытия наиболее универсальны, просты в возведении и надежны в эксплуатации.

Особенностью пространственных покрытий является совмещение в них функций несущих и ограждающих конструкций. Все элементы пространственной системы работают как единое целое с включением в работу всего материала. Пространственные покрытия, имея криволинейные поверхности рациональной геометрической формы, обладают высокой жесткостью, позволяют снизить расход материала и наиболее целесообразны в зданиях с пролетами более 30 м. Однако такие покрытия сложны по конструкции и трудоемки в монтаже.

Независимо от типа покрытия должны иметь хорошую водоизолирующую способность и теплозащиту, соответствующую назначению здания, быть прочными, долговечными и надежными в эксплуатации, обладать необходимой огнестойкостью и пожарной безопасностью, быть ин-

дустриальными в возведении, иметь простое и надежное сопряжение отдельных конструктивных элементов.

Одним из главных требований, предъявляемых к покрытиям, является снижение их веса.

Профили покрытий

В зависимости от профиля поперечного сечения покрытия подразделяют на одно-, двух- и многоскатные, плоские, шедовые и криволинейные.

Односкатные покрытия устраивают редко (главным образом в однопролетных зданиях шириной до 12 м). Двухскатные покрытия широко применяют в однопролетных зданиях любой ширины, а иногда в многопролетных.

К недостаткам двухскатных покрытий широких зданий следует отнести завышение высоты средних пролетов, затруднение с удалением дождевых и талых вод, ускоренный износ кровельного материала.

Многоскатные покрытия обычно применяют в широких многопролетных зданиях, причем каждый пролет перекрывают двускатным покрытием. Вода с многоскатных покрытий удаляется через воронки внутреннего водостока.

Плоские покрытия целесообразны для зданий многих отраслей промышленности и в особенности для зданий, не имеющих светоаэрационных фонарей. Такие покрытия имеют ряд преимуществ перед скатными: в них отсутствуют разжелобки и ендовы, что упрощает устройство кровли, можно применять одни и те же несущие конструкции в обоих направлениях, что повышает уровень типизации элементов здания; исключено сползание кровельного ковра и стекание приклеивающей мастики, размягчающейся под лучами солнца; создаются условия для устройства асфальтовой и водонаполненной кровель.

Шедовые покрытия состоят из целого ряда ориентированных на север вертикальных или наклонных остекленных поверхностей. Глухие участки покрытия могут иметь прямолинейное или криволинейное очертание, определяемое схемой и материалом несущих конструкций. При шедовых покрытиях исключено попадание в помещение прямых солнечных лучей, и они целесообразны в зданиях, предназначенных для производств, требующих хорошего равномерного естественного освещения.

Криволинейные покрытия получили распространение в зданиях с пространственными и висячими системами, позволяющими перекрывать большие пролеты (см. гл. XV).

Конструкции покрытий

Покрытия промышленных зданий, как правило, устраивают бесчердачные, и состоят они из несущих и ограждающих конструкций.

Несущие конструкции покрытий устраивают в виде ферм, балок, арок и рам, которые поддерживают ограждающую часть, придавая ей

соответствующий материалу кровли уклон. В тех случаях, когда шаг колонн превышает расстояние между стропильными конструкциями, последние опирают на подстропильные конструкции, устанавливаемые на колонны вдоль пролетов.

Ограждающая часть покрытий кроме защиты помещения от атмосферных воздействий вместе с несущими конструкциями повышает пространственную жесткость зданий. Ограждение утепленных покрытий включает в себя настилы (железобетонные плиты, асбестоцементные и металлические листы и др.), пароизоляцию, утеплитель, выравнивающий слой и кровлю. Оно может состоять также из утепленных панелей заводского изготовления.

В неутепленных покрытиях пароизоляция и утеплитель отсутствуют, а настилы из асбестоцементных и металлических листов являются одновременно и кровлей.

В зависимости от типа настила конструкция ограждения покрытий может быть с прогонами и без прогонов. При использовании в покрытиях мелкогабаритных настилов последние опирают на прогоны, укладываемые по верхним поясам стропильных конструкций. В покрытиях без прогонов используют крупногабаритные настилы, которые укладывают непосредственно на стропильные конструкции. Такие покрытия, обладающие высокой индустриальностью, имеют преимущественное применение.

Несущие конструкции покрытий

Тип и материал несущих конструкций выбирают с учетом района строительства, ширины пролетов, величины и характера нагрузок на покрытие, вида и грузоподъемности внутрицехового оборудования, системы размещаемых под покрытием коммуникаций, типа кровли, состояния воздушной среды производства, степени ее агрессивности и др.

Несущие конструкции плоскостных покрытий выполняют из железобетона, металла, дерева и комбинированные. В последние годы предпочтение отдают железобетонным и металлическим конструкциям. Железобетонные несущие конструкции огнестойки, долговечны и позволяют снизить расход стали. Преимуществами металлических конструкций являются: прочность, относительно небольшой вес, простота изготовления и монтажа, высокая степень сборности.

Для устройства покрытий значительно расширяется область применения деревянных конструкций, обладающих легкостью, небольшой стоимостью, а при соответствующей защите — приемлемой огнестойкостью и долговечностью.

В покрытиях промышленных зданий применяют также комбинированные несущие конструкции: металлодеревянные и сталежелезобетонные фермы и арки. В них более полно используются положительные свойства каждого материала. Так, элементы, работающие на сжатие, выполняют из железобетона или дерева, а элементы, подверженные растяжению, — из металла. Благодаря этому комбинированные конструкции часто имеют повышенную надежность в работе и большую долговечность.

Железобетонные стропильные балки и фермы

Железобетонные балки применяют в односкатных, многоскатных и плоских покрытиях для пролетов от 6 до 18 м (рис. XIV-1). Балки односкатных и плоских покрытий имеют прямолинейный верхний пояс, а балки двускатные — ломанный пояс с уклоном скатов 1:12. Для

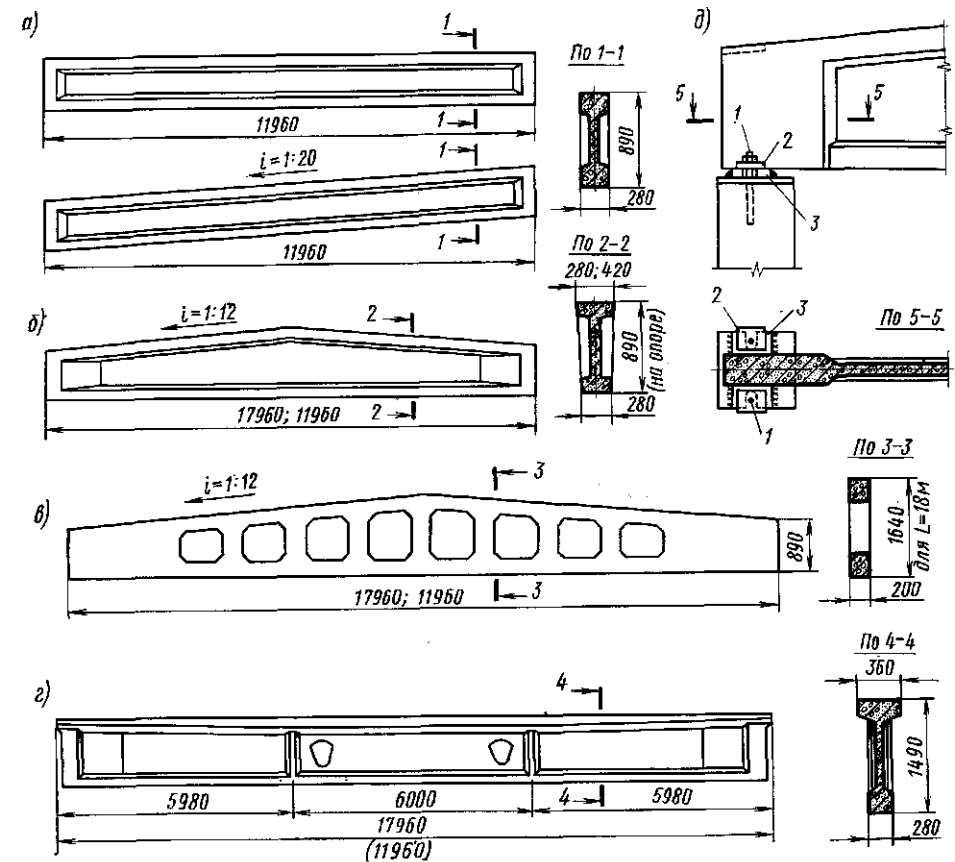


Рис. XIV-1. Железобетонные балки покрытий:

а, б — двутаврового сечения для односкатных и плоских покрытий; в — то же, для многоскатных покрытий; г — решетчатые для многоскатных покрытий; д — крепление балки к колонне; 1 — анкерный болт; 2 — шайба; 3 — опорный лист балки

пролетов в 6 и 9 м используют балки таврового сечения с высотой на опоре 590 и 890 мм, а для пролетов 12 и 18 м — двутаврового и прямоугольного сечений с высотой на опоре 890, 1190 и 1490 мм.

Балки прямоугольного сечения с отверстиями или решетчатые (рис. XIV-1, в) просты в изготовлении и облегчают разводку верхних

коммуникаций, однако они обладают большим весом, нежели балки таврового и двутаврового сечений.

Для изготовления железобетонных балок применяют бетон марок 200—500 и обычное или предварительно-напряженное армирование. В покрытиях зданий с агрессивной средой рекомендуются балки со

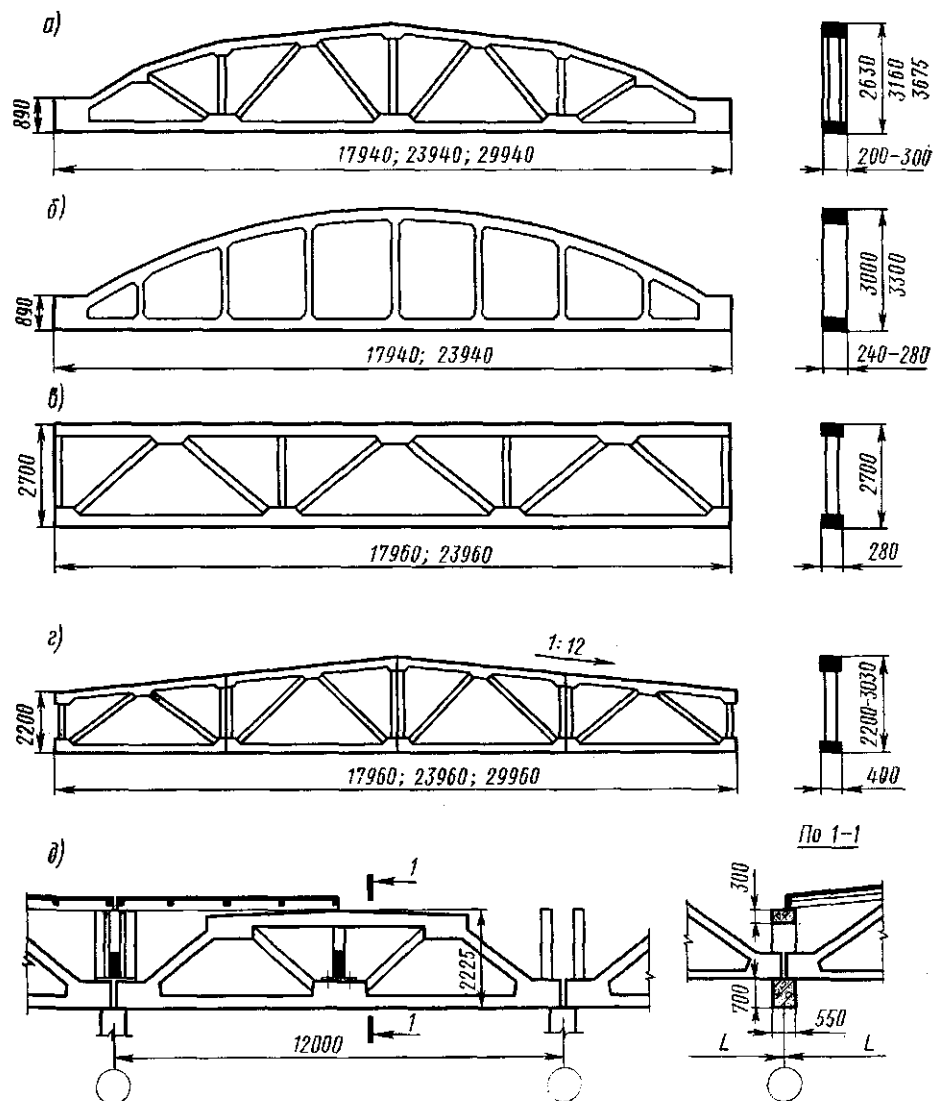


Рис. XIV-2. Железобетонные фермы покрытий:

а — сегментная; б — арочная безраскосная; в — с параллельными поясами; г — полигональная; д — подстропильная ферма в установленном положении

стержневой арматурой, имеющей повышенную стойкость против коррозии.

На верхнем поясе балок предусматривают закладные элементы для крепления прогонов или панелей покрытия, на нижнем поясе и стенке — закладные элементы для крепления путей подвешенного транспорта, а в опорных частях — стальные листы с вырезами для крепления балок к колоннам (рис. XIV-1, д).

Железобетонные балки просты в изготовлении и монтаже, на них можно опирать панели в любом месте верхнего пояса. Однако они тяжелы, на изготовление расходуется больше бетона по сравнению с фермами, затрудняют размещение в межбалочном пространстве инженерных сетей.

Железобетонные фермы применяют для монтажа покрытий при пролетах 18, 24 и 30 м (редко 36 м). Их подразделяют на сегментные, арочные (раскосные и безраскосные), с параллельными поясами и полигональные (рис. XIV-2, а — г); изготавливают также треугольные фермы. Стропильные фермы поставляют на монтаж, как правило, в виде одного элемента; однако они могут состоять из полуферм, блоков длиной 6 м и отдельных элементов, собираемых на строительной площадке.

Сегментные, арочные и полигональные фермы предназначены для покрытий с рулонной кровлей, треугольные — под кровлю из асбестоцементных и металлических волнистых листов. Фермы с параллельными поясами применяют в зданиях с плоским покрытием под рулонную «сухую» или водонаполненную кровлю.

Во избежание большого уклона кровли в крайних и прилегающих к ним панелях верхнего пояса сегментных и арочных ферм предусматривают столбики для опирания панелей покрытия. Решетка ферм позволяет применять панели шириной в 1,5 и 3 м. Шаг ферм принимают 6, 12 и иногда 18 м.

Фермы изготавливают из бетона марок 300—500. Нижний пояс выполняют предварительно-напряженным и армируют пучками из высокопрочной проволоки. Для армирования верхнего пояса, раскосов и стоек используют сварные каркасы из горячекатаной стали периодического профиля. В фермах предусмотрены закладные элементы, аналогичные балкам.

Наиболее рациональны по распределению материала сегментные и арочные фермы, имеющие ломаный или криволинейный верхний пояс. По сравнению с другими в них меньше усилия в элементах решетки, что позволяет делать ее более редкой.

Сегментные и арочные фермы, имеющие незначительную высоту на опоре, дают возможность уменьшить высоту стен. Арочные безраскосные фермы в изготовлении более технологичны, нежели раскосные. Кроме того, они позволяют эффективнее использовать межферменное пространство для пропуска коммуникаций и устройства технических и межферменных этажей.

При сегментных и арочных фермах (когда не ставят столбики под панели) получается несколько большая площадь кровли, что повышает расход материалов и затраты на устройство покрытия.

Фермы с параллельными поясами и полигональные имеют простую конфигурацию, они взаимозаменяемы со стальными фермами. К недостаткам их относятся: сравнительно мощная решетка; большая высота, приводящая к перерасходу материалов на стены и увеличению малополезного объема здания. При их использовании требуются дополнительные вертикальные и горизонтальные связи в покрытии.

Крепят фермы к колоннам болтами и сваркой закладных элементов (аналогично креплению железобетонных балок).

Железобетонные подстропильные балки и фермы

Подстропильные конструкции предназначены для опирания на них стропильных ферм или балок, когда шаг последних меньше шага колонн. Длина подстропильных ферм и балок равна 12 м; не исключено применение подстропильных ферм пролетом 18 и 24 м.

Подстропильные балки предусматривают в покрытиях с балочными стропильными конструкциями, а подстропильные фермы — в покрытиях со стропильными фермами. Изготавливают их предварительно-напряженными с пучковой арматурой.

Подстропильные конструкции устанавливают на колонны (в продольном направлении) и крепят к ним сваркой закладных деталей. Стропильные конструкции соединяют с подстропильными анкерными болтами и сваркой (рис. XIV-2, д).

Покрытия с подстропильными конструкциями имеют существенные недостатки. Из-за большой ширины подстропильных ферм и балок в зданиях с опорными мостовыми кранами затруднено размещение стояков для отвода воды, воздухопроводов от вентиляторов, расположенных на колоннах. Подстропильные конструкции сложны в изготовлении, затрудняют монтаж элементов покрытий, на них больше расходуется стали, и покрытия в устройстве более трудоемки.

Лучшими технико-экономическими показателями обладают здания, в которых и колонны и стропильные конструкции имеют шаг 12 м, а подстропильные фермы или балки отсутствуют. В таких покрытиях используют плиты длиной 12 м, перекрывающие пролет между стропильными конструкциями, которые устанавливают непосредственно на колонны каркаса.

Стальные стропильные и подстропильные конструкции

Стальные стропильные фермы изготавливают трех основных типов: с параллельными поясами, полигональные и треугольные (рис. XIV-3, а). При рулонных кровлях применяют первые два типа ферм с уклоном верхнего пояса соответственно 1,5% и 1:8, а при кровлях из асбестоцементных и металлических листов — треугольные с уклоном 1:3,5.

Практически стальные фермы можно применять для перекрытия любых пролетов. Унифицированные фермы имеют пролеты 18, 24, 30 и 36 м; применяют их при шаге колонн 6, 12 м и более. Номинальная длина ферм с параллельными поясами и полигональных принята на 400 мм меньше пролета за счет укорочения крайних панелей на 200 мм.

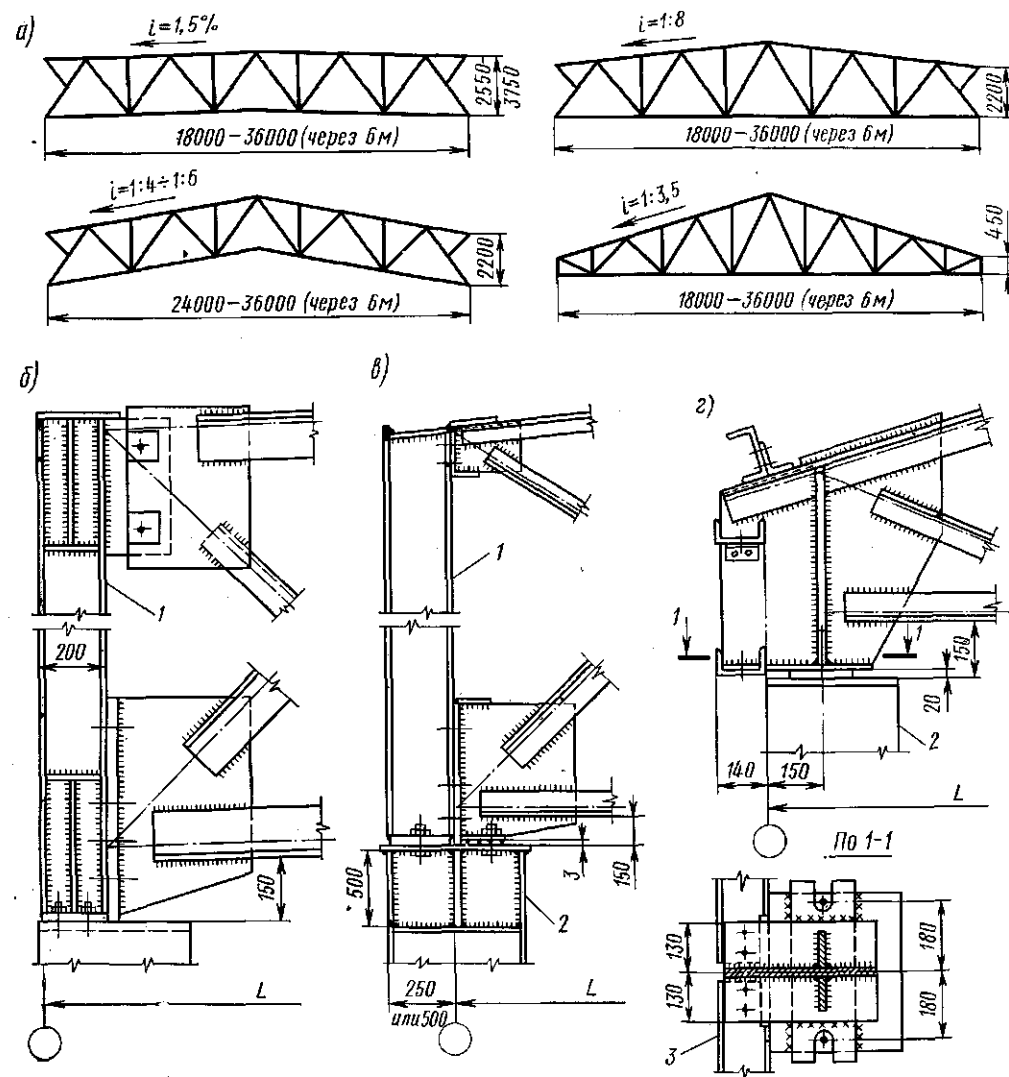


Рис. XIV-3. Стальные стропильные фермы:

а — основные типы ферм; б — опирание на колонну фермы с параллельными поясами при «нулевой» привязке; в — то же, полигональной при привязке 250 и 500 мм; г — то же, треугольной при «нулевой» привязке; 1 — надопорная стойка; 2 — колонна; 3 — ригель фахверка

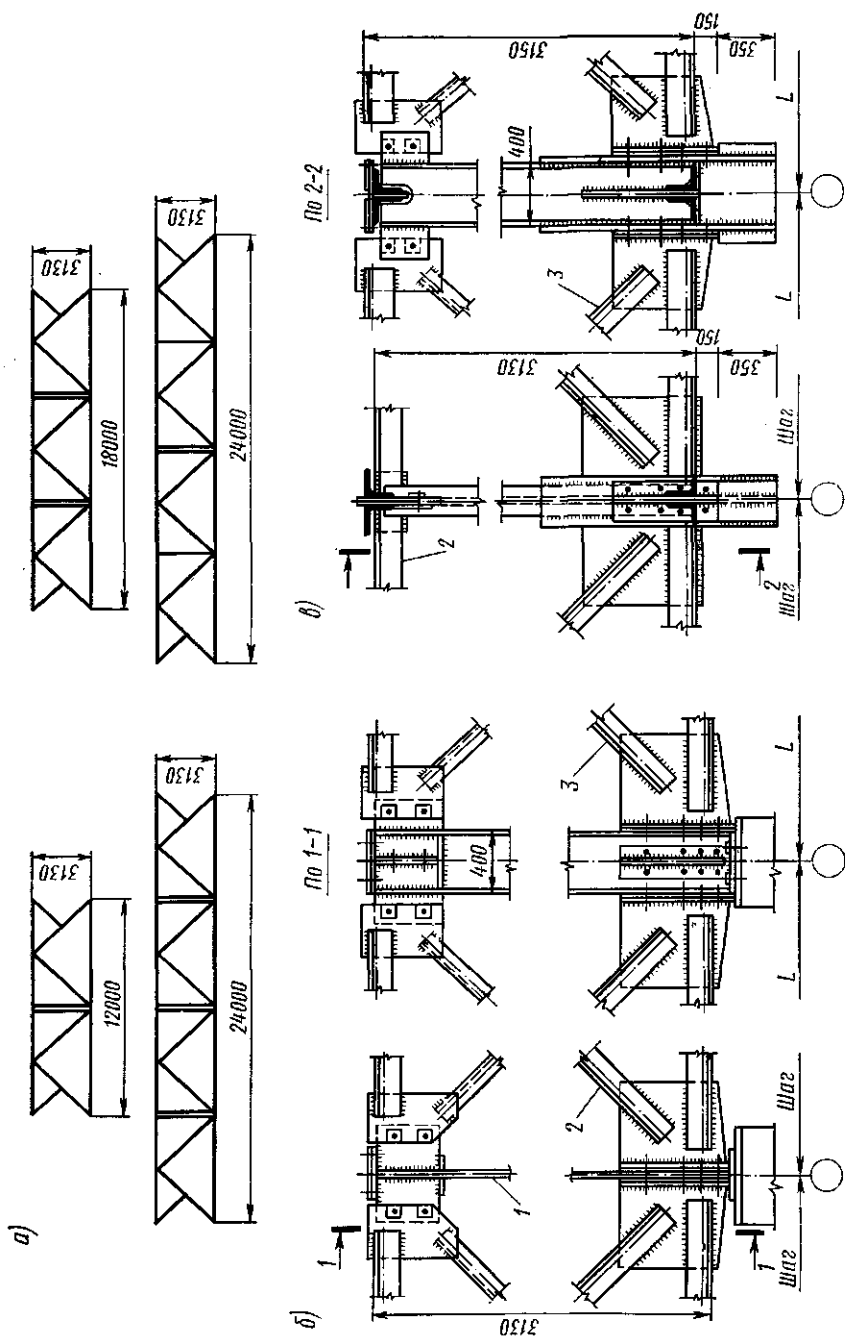


Рис. XIV-4. Стальные подстропильные фермы:

а — схемы ферм; *б* — опирание подстропильной фермы на колонну; *в* — опирание стропильной фермы на подстропильную; *г* — стенка надопорной стойки; *д* — подстропильная ферма; *е* — стропильная ферма

Высота на опоре ферм с параллельными поясами 2550—3750 мм, полигональных — 2200 мм, треугольных — 450 мм. Размеры панелей верхнего пояса ферм приняты равными 3 м. При необходимости в фермах устраивают шпренгельную решетку (в треугольных фермах длина панелей верхнего пояса только 1,5 м).

Пояса и решетку ферм конструируют из уголков и соединяют между собой сваркой при помощи фасонки из листовой стали. Сопряжение

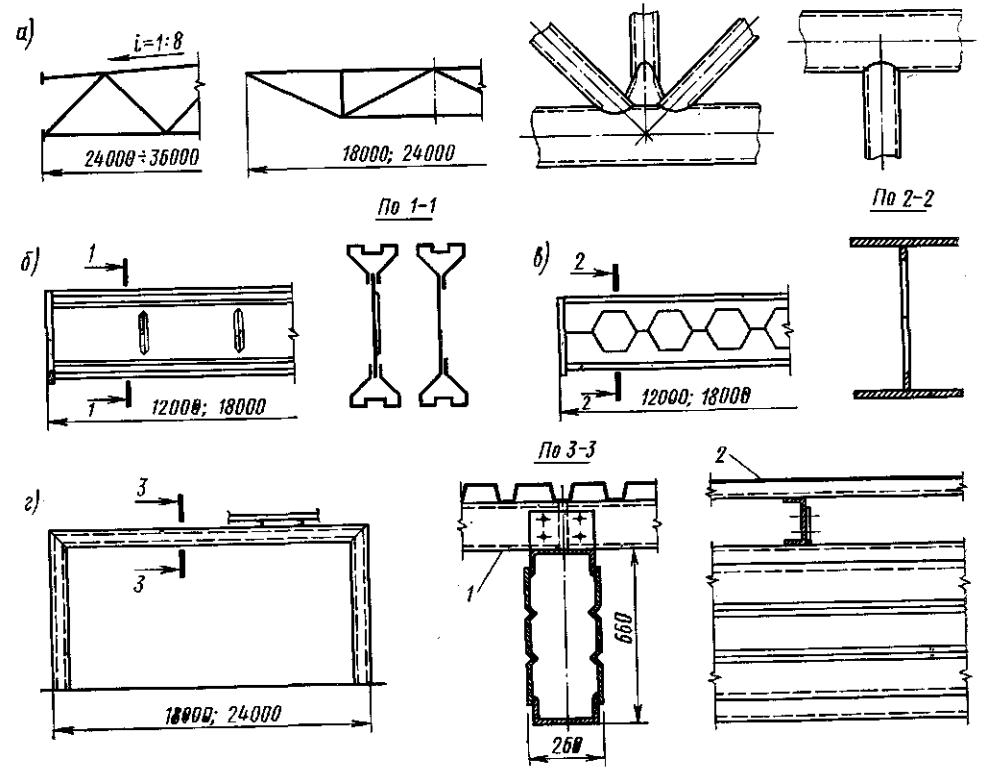


Рис. XIV-5. Стальные облегченные конструкции покрытий:

а — фермы из стальных труб; *б* — тонкостенные стальные балки; *в* — балка со сквозной стенкой; *г* — рама с элементами коробчатого сечения; *д* — прогон; *е* — настил

ферм с колоннами в большинстве случаев делают шарнирные с помощью надопорной стойки двутаврового сечения. Стойки крепят к стальным и железобетонным колоннам анкерными болтами, а пояса ферм к стойкам — черными болтами (рис. XIV-3, б, в). Треугольные фермы крепят к колоннам аналогично железобетонным (рис. XIV-3, г).

Подстропильные стальные фермы, имеющие параллельные пояса, изготавливают длиной 12, 18 и 24 м (рис. XIV-4, а); возможна и большая длина. Высота ферм составляет 3130 мм. Сконструированы они по типу стропильных ферм. Примеры соединения подстро-

пильных ферм с колоннами и стропильных ферм с подстропильными показаны на рис. XIV-4, б, в.

Значительно снижается материалоемкость зданий, а также резко сокращаются сроки их возведения при использовании для покрытий облегченных стальных конструкций, имеющих полную заводскую готовность и комплектно поставляемых на стройку. Этим требованиям отвечают покрытия с фермами из стальных труб, тонкостенными балками, рамами из стальных элементов коробчатого профиля, структурных конструкций (рассмотрены в гл. XV) и др.

Фермы из стальных труб, имеющие обычную конструктивную схему, за счет замены уголков трубами позволяют снизить расход стали на 10—35%. Применяют их для пролетов в 24, 30 и 36 м. В трубчатых фермах нет мест скопления агрессивной пыли и труднодоступных для окраски элементов. Бесфасоночное соединение поясов и решетки значительно уменьшает трудоемкость изготовления ферм (рис. XIV-5, а).

Хорошие технико-экономические показатели дает устройство стропильных конструкций из тонкостенных стальных балок с листовыми или пустотелыми поясами (рис. XIV-5, б). Такие балки могут иметь гладкую или гофрированную стенку из листа толщиной 3—4 мм. Гофры высотой 35—40 мм имеют шаг 1,5 м. Балки наиболее целесообразны для сеток колонн 12×18 м.

При сетках колонн 6×12 и 6×18 м для покрытий можно применять балки из широкополочного двутавра со сквозной стенкой (рис. XIV-5, в). Эти балки изготовляют путем продольной зигзагообразной резки стенки двутавра и последующего смещения разрезанных частей до совпадения зубьев обеих частей балки, которые затем сваривают.

Таблица XIV-1

Технико-экономические показатели стальных облегченных конструкций покрытий

Конструкция	Сетка колонн, м	Масса конструкции, кг/м²	Трудоемкость конструкции, чел-ч/м²			Стоимость в деле, руб/м²
			общая	заводская	строительных работ	
Покрытие из трубчатых ферм	18×12	15,7	0,85	0,38	0,47	4,92
	24×12	16,4	0,89	0,40	0,49	5,09
Покрытие из тонкостенных балок	18×12	19,7	0,84	0,31	0,53	5,43
Покрытие из плоских рам коробчатого сечения	18×6	31,5	1,17	0,72	0,45	7,5
	24×6	29,8	1,16	0,72	0,44	7,37
Покрытие типа «Берлин»* (рис. XV-8)	18×12	22,7	1,56	0,88	0,68	11,9
	24×12	23,4	1,49	0,91	0,58	11,9
Покрытие типа «Модуль»* (рис. XV-7)	18×18	27,8	1,97	1,31	0,66	18,7

* Покрытия типов «Берлин» и «Модуль» рассмотрены в гл. XV.

В качестве несущих конструкций зданий с пролетами 18 и 24 м иногда применяют стальные плоские рамы с коробчатым сечением ригеля и стоек (рис. XIV-5, г). Коробчатое сечение получают из горячекатаных швеллеров и гофрированных листов-стенок толщиной 3—4 мм. Рама изготовляют однопролетные для сеток колонн 6×18 и 6×24 м.

Технико-экономические показатели стальных облегченных конструкций покрытий приведены в табл. XIV-1.

Деревянные балки и фермы

Деревянные несущие конструкции покрытий имеют высокую прочность и стойкость в агрессивных средах, малый вес, хорошие архитектурно-эстетические качества, а по долговечности почти не уступают металлическим и железобетонным конструкциям.

Применяют их в зданиях с нормальным температурно-влажностным режимом, а также с агрессивной по отношению к другим конструкциям средой (механические цехи, ремонтные, производства некоторых хими-

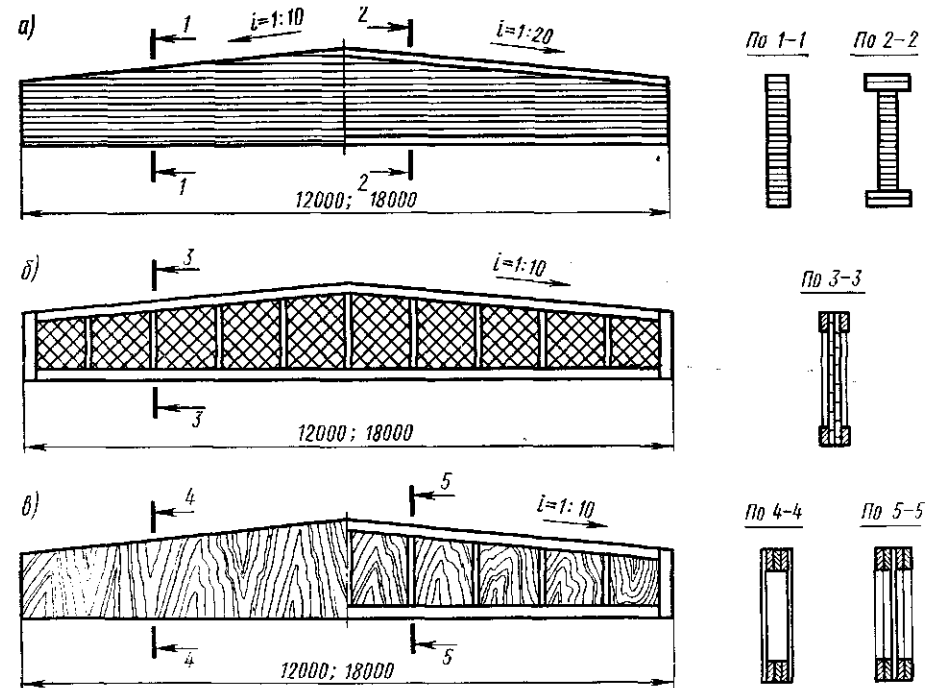


Рис. XIV-6. Деревянные балки покрытий:

а — клееная из досок; б — гвоздевая с дощатой перекрестной стенкой; в — клееная с фанерной стенкой

ческих материалов и др.). Особенно целесообразно применять деревянные конструкции в районах, богатых сосновыми лесами.

Деревянные балки используют в зданиях с пролетами до 18 м. Наиболее индустриальны и обладают высокой заводской готовностью клееные балки из досок, с фанерной стенкой и др. Балки могут быть двухскатными и с параллельными поясами.

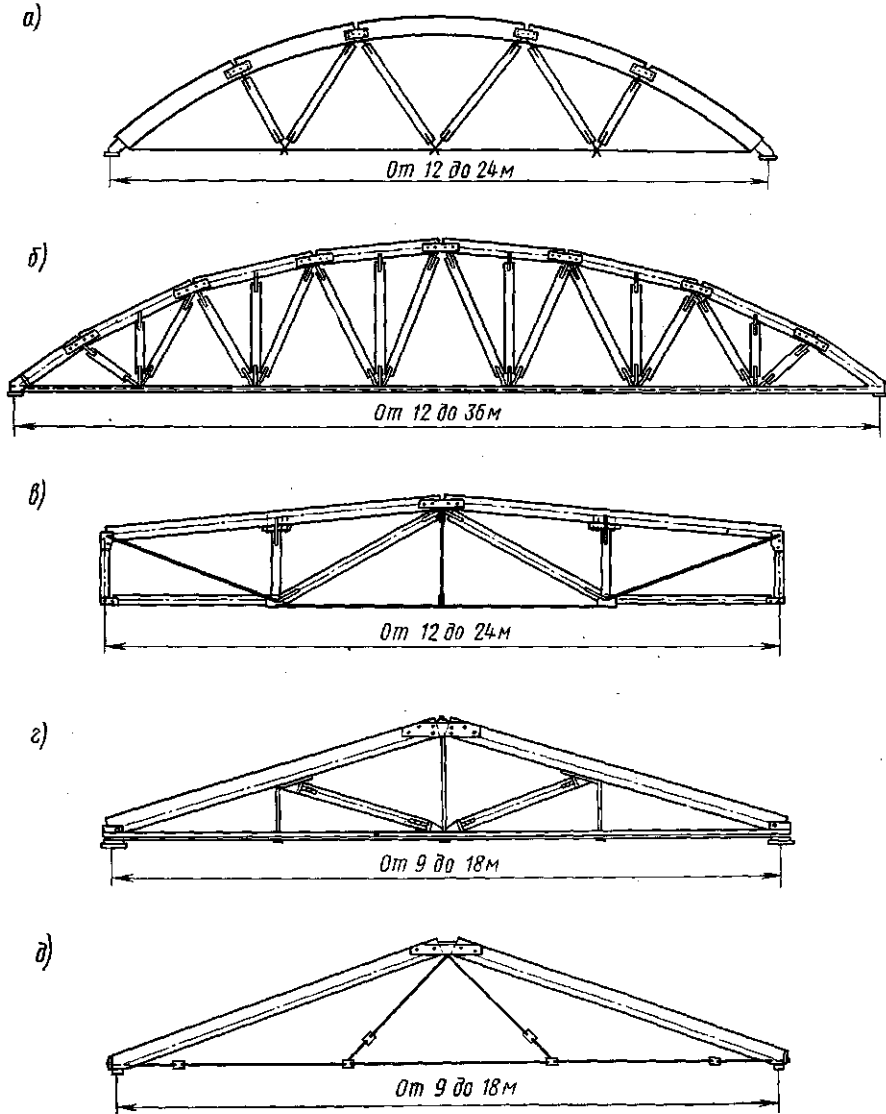


Рис. XIV-7. Деревометаллические фермы:
а — сегментная; б — многоугольная; в — трапециевидная; г, д — треугольные

Балки из досок изготовляют прямоугольного или двутаврового сечения с высотой на опоре 450—1300 мм и уклоном верхнего пояса 1 : 10 и 1 : 20 (рис. XIV-6, а). Длина этих балок 12 и 18 м. Последние рассчитаны на нагрузки от подвесных кранов грузоподъемностью до 3 т.

Иногда применяют балки с перекрестной дощатой стенкой на гвоздях. Они состоят из двух поясов, двойной дощатой стенки и ребер жесткости из брусков (рис. XIV-6, б).

Балки с фанерной стенкой могут иметь двутавровое или коробчатое сечение (рис. XIV-6, в); применяют их для перекрытия пролетов до 18 м. В местах стыков фанеры, а также через $1/8$ — $1/10$ пролета в балках двутаврового сечения устраивают вертикальные ребра жесткости из брусков. Клееные балки с фанерной стенкой по сравнению с первыми типами менее трудоемки в изготовлении и на них требуется меньше древесины.

Пролеты зданий, перекрываемых деревянными фермами, как правило, не превышают 18—24 м. Более распространены деревометаллические фермы, в которых сжатые элементы выполнены из древесины, а растянутые — из стали. По очертанию фермы разделяют на сегментные, многоугольные, трапециевидные и треугольные.

Сегментные фермы, имеющие пролеты 12—24 м, отличаются легкостью, небольшим числом монтажных элементов и простой конструкцией узлов (рис. XIV-7, а). Верхний пояс ферм конструируют из клееных блоков криволинейного очертания, нижний — из стальных тяжей или уголков. Решетку крепят к поясам гвоздями или болтами с помощью стальных пластинок.

На рис. XIV-7, б показана многоугольная ферма для перекрытия пролетов от 12 до 36 м из брусков длиной на две панели. Благодаря близкому к кривой давления очертанию верхнего пояса усилия в решетке этих ферм сравнительно невелики, что упрощает конструкцию узлов.

Из трапециевидных ферм лучшие технико-экономические показатели обеспечивает ферма с подпружинной цепью. Длина таких ферм 12, 18 и 24 м. Верхний пояс выполняют из балок на пластинчатых нагелях или клееным. Крайние панели нижнего пояса — деревянные, шарнирно соединенные с металлической затяжкой. Вследствие этого ферма является шпренгельной с подпружинной цепью, состоящей из опорных стальных раскосов и затяжки средней панели (рис. XIV-7, в).

Треугольные фермы рекомендуются применять для перекрытия пролетов от 9 до 18 м (рис. XIV-7, г). Верхний пояс может быть клееным или из брусков и балок на пластинчатых нагелях.

Более рациональны треугольные фермы с верхним поясом из брусков или составных балок на клею или на пластинчатых нагелях с затяжкой из круглой стали (рис. XIV-7, д). Такие фермы просты в изготовлении и позволяют передавать нагрузку от подвесного потолка на коньковый узел, что исключает появление изгибающих моментов в верхнем поясе.

Повысить несущие качества и жесткость деревянных конструкций покрытия можно армированием их. При коэффициенте армирования сечения 0,01—0,04 несущая способность и жесткость деревянных балок повышаются в 1,6—3,2 раза. Кроме того, армированные деревянные кон-

струкции имеют меньший вес, более низкую деформативность во времени, допускают применение низкосортной древесины и более надежны в эксплуатации.

Армируют деревянные элементы стальными стержнями — гладкими или периодического профиля. Соединения стержней с древесиной выполняют на эпоксидном клею. Возможно применение предварительно-напряженных армодеревянных конструкций. Армировать дерево можно снаружи и внутри; второй вариант лучше, так как арматура скрыта от воздействий влажной среды производства.

Армодеревянные конструкции (балки, фермы, арки и рамы) изготовляют прямоугольного, таврового, двутаврового или коробчатого сече-

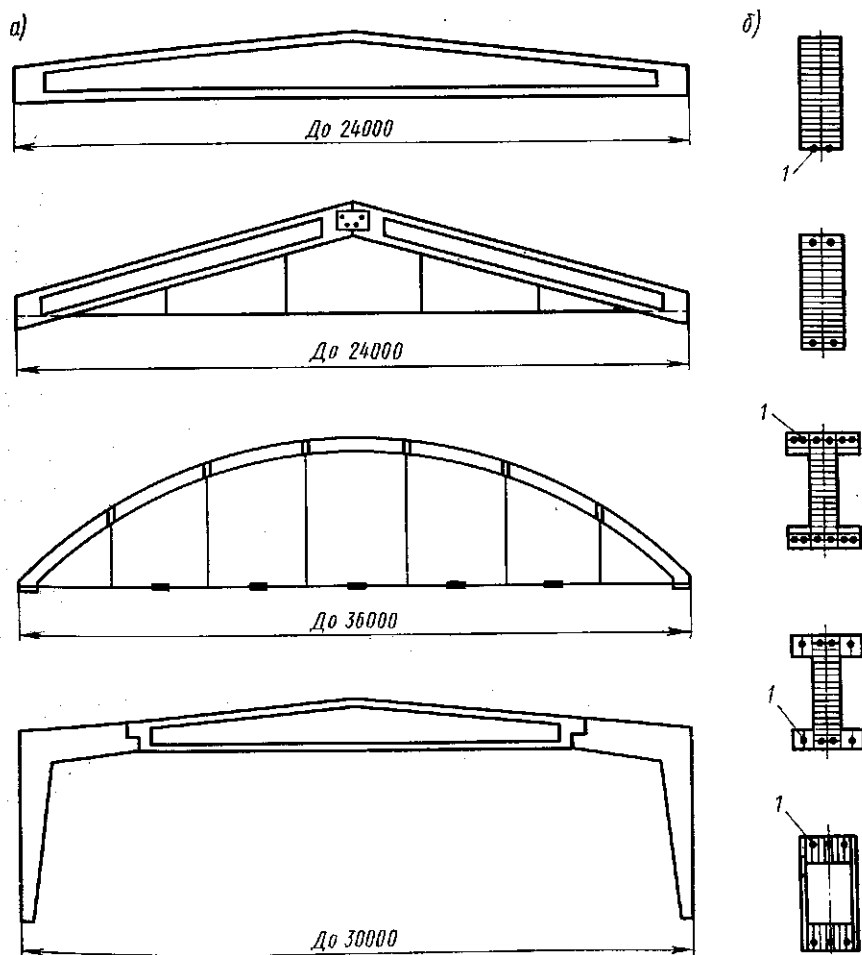


Рис. XIV-8. Армодеревянные клееные конструкции покрытий:
а — общий вид; б — типы поперечных сечений; 1 — стальные стержни

ния (рис. XIV-8). Клееные деревянные конструкции совершеннее конструкций сплошного сечения — они позволяют повысить качество древесины и разнообразить конструктивные формы.

О преимуществах деревянных несущих конструкций покрытия перед железобетонными можно судить по данным табл. XIV-2. Как видно из таблицы, для условий строительства в лесозабыточных районах деревянные конструкции экономичнее железобетонных по стоимости в деле на 18—21%, по приведенным затратам — на 10—18%, экономия стали составляет 5,4—7,7 кг/м², а вес их меньше в 4—5 раз.

Таблица XIV-2

Технико-экономические показатели деревянных и железобетонных ферм (на 1 м² пола)

Несущие конструкции покрытия	Стоимость в деле, руб.	Приведенные затраты, руб.	Масса конструкций, кг	Расход материалов		
				железобетона, м ³	древесины, м ³	стали, кг
Железобетонные фермы:						
пролетом 18 м . . .	11,98	13,47	188	0,073	—	9,7
пролетом 24 м . . .	12,99	14,94	212	0,08	—	12,7
Деревянные фермы:						
пролетом 18 м . . .	9,82	12,13	44	—	0,07	4,3
пролетом 24 м . . .	10,21	12,25	42	—	0,07	5,0

Примечания: 1. Подсчет выполнен для одноэтажных зданий Иркутской области пролетом 18 и 24 м с шагом ферм 6 м.
2. В качестве деревянных несущих конструкций приняты брусчатые многоугольные деревометаллические фермы.

Древесина обладает малой теплопроводностью, а образующаяся при горении поверхностная оболочка из обугленной древесины препятствует дальнейшему сгоранию конструкций. При этом выигрывается время для тушения пожара, так как деревянные конструкции дольше сохраняют устойчивость, нежели, например, металлические.

Связи в покрытиях

Конструкция связей, устанавливаемых в покрытии, зависит от схемы и материала каркаса, типа покрытия, высоты здания, вида крана, его грузоподъемности и режима работы.

Вертикальные связи между опорами железобетонных ферм или балок покрытия ставят только в зданиях с плоской кровлей, причем в зданиях без подстропильных конструкций связи размещают в каждом ряду колонн, а с такими конструкциями — только в крайних рядах колонн при шаге 6 м.

Вертикальные связи между опорами ферм или балок ставят не чаще, чем через один шаг. При длине температурного блока 60—72 м на

каждый ряд колонн их должно быть не более 5 при шаге 6 м и не более 3 при шаге 12 м. Если имеются вертикальные связи между опорами ферм или балок покрытия или между колоннами (в зданиях без колонн), по верху колонн ставят распорки (рис. XIV-9, а, в).

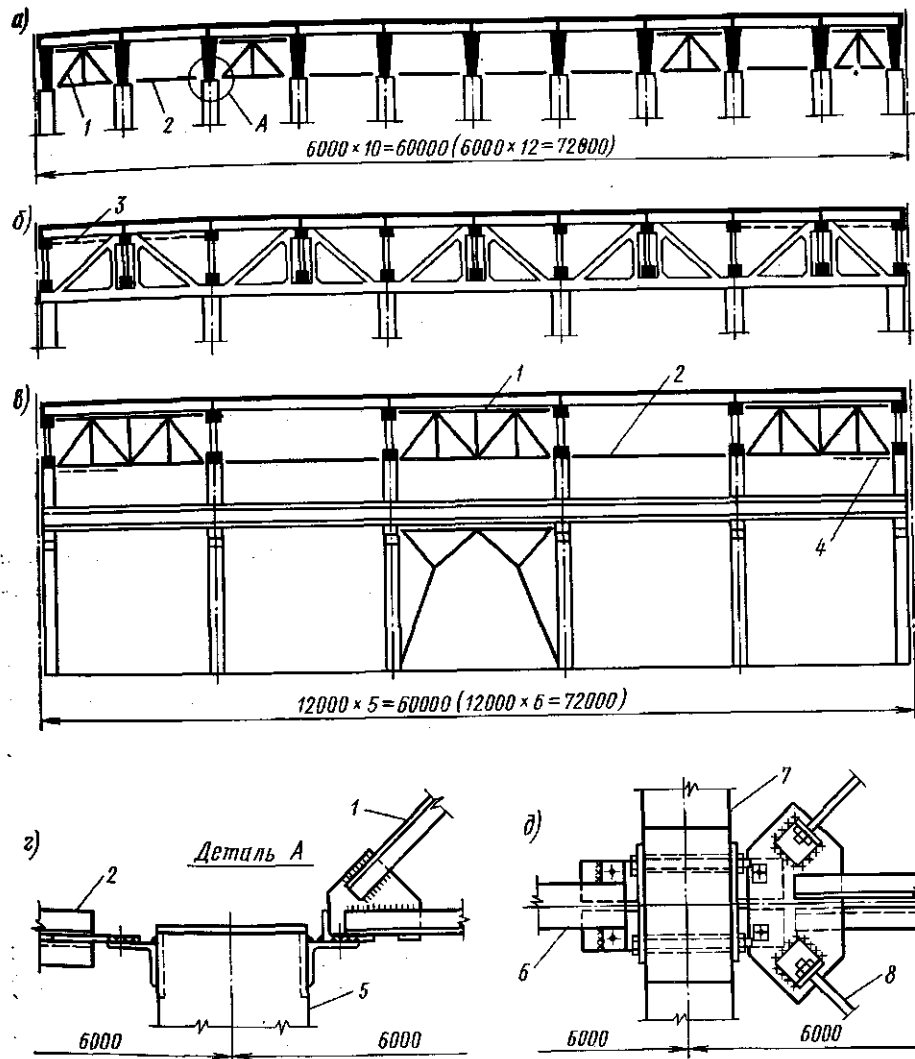


Рис. XIV-9. Связи в покрытиях при железобетонных фермах:

а — в — типы связей; г — деталь крепления связей между опорами ферм и распорки; д — то же, распорок и тяжей к ферме в пределах фонаря; 1 — вертикальные связи между опорами ферм; 2 — распорки между оголовками колонн; 3 — горизонтальные распорки по подстропильным фермам; 4 — горизонтальные фермы в торцах; 5 — колонна; 6 — железобетонная распорка; 7 — ферма покрытия; 8 — тяга

В зданиях с шагом колонн средних и крайних рядов, равном 12 м, предусматривают горизонтальные фермы в торцах — по две в каждом пролете на температурный блок. Размещают их на уровне нижнего пояса стропильных ферм. В зданиях с подстропильными конструкциями в средних рядах колонн устраивают по 2—4 горизонтальные распорки на один ряд колонн температурного блока (рис. XIV-9, б).

В зданиях с мостовыми кранами тяжелого режима работы или при оборудовании, вызывающем колебания конструкций, по нижнему поясу стропильных ферм или балок в середине каждого пролета устанавливают распорки (тяги) и вертикальные связи в двух крайних шагах температурного блока. Роль горизонтальных связей по верхнему поясу ферм или балок выполняют крупнопанельные плиты покрытия.

В пролетах с фонарями для обеспечения устойчивости верхнего пояса стропильных ферм устанавливают распорки (тяги) по коньку ферм и горизонтальные связи — по их верхнему поясу в пределах ширины фонаря в крайних (или вторых) шагах температурного блока.

В покрытиях с прогонами в крайних шагах температурных блоков по всей их ширине под прогонами устраивают горизонтальные связи крестовой схемы.

Вертикальные и горизонтальные связи изготовляют в большинстве случаев из уголков и крепят к железобетонным конструкциям с помощью косынок (рис. XIV-9, г, д). Тяжи делают из круглой стали, а распорки, работающие на сжатие, — из железобетона.

В покрытиях зданий со стальным каркасом предусматривают горизонтальные связи в плоскости верхних и нижних поясов ферм, а также вертикальные связи между фермами. Ниже рассмотрены связи в покрытиях при уклоне верхнего пояса 1,5% с ограждением из железобетонных плит (в других типах покрытий система связей может иметь дополнительные элементы).

Связи по верхним поясам стропильных ферм состоят из распорок, раскосов и растяжек (рис. XIV-10, а). При шаге стропильных ферм 12 м и наличии по средним рядам подстропильных ферм пролетами 24 м вдоль последних дополнительно ставят раскосы в целях обеспечения развязки верхнего пояса подстропильной фермы «из плоскости».

Вертикальные связи в виде ферм с параллельными поясами располагают поперек пролета на расстоянии 6 м друг от друга и вдоль пролета — в местах размещения поперечных связевых ферм по нижним поясам стропильных ферм.

Горизонтальные связи по нижним поясам стропильных ферм могут быть двух типов. Связи первого типа включают (рис. XIV-10, б):

поперечные горизонтальные связевые фермы, размещаемые в торцах температурного отсека здания. При длине отсека более 96 м устанавливают, кроме того, промежуточные связевые фермы через 42—60 м;

продольные горизонтальные связевые фермы, располагаемые в одно-, двух- и трехпролетных зданиях только вдоль крайних рядов колонн, а в зданиях с количеством пролетов более трех — также и вдоль средних рядов колонн через 2—3 пролета (в зависимости от режима работы); распорки и растяжки.

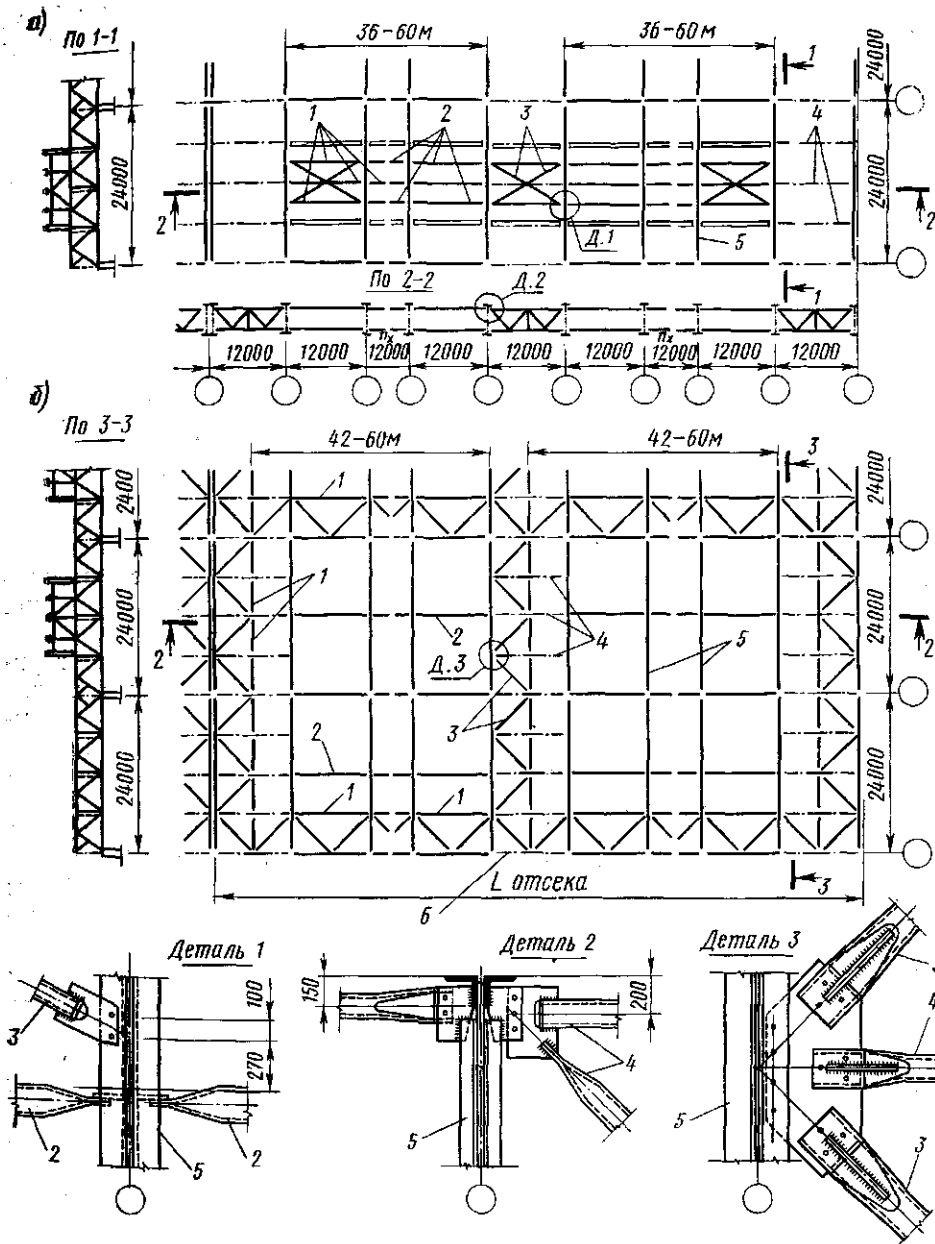


Рис. XIV-10. Пример решения связей в покрытии со стальными фермами: а — по верхним поясам стропильных ферм; б — то же, нижним; 1 — распорки; 2 — растяжки; 3 — раскосы; 4 — вертикальные связи; 5 — стропильные фермы; 6 — связывающие фермы

Связи второго типа состоят из поперечных горизонтальных связывающих ферм, располагаемых в торцах температурного отсека здания (или через 42—60 м при длине отсека более 96 м), распорок и растяжек. При шаге стропильных ферм 12 м и наличии по крайним рядам колонн стоек продольного фахверка вдоль колонн крайних рядов по нижним поясам стропильных ферм устанавливают продольные горизонтальные связывающие фермы.

Связи первого типа обязательны в зданиях с тяжелым режимом работы или с подстропильными фермами независимо от режима работы. В зданиях с обычным режимом работы при отсутствии подстропильных ферм связи этого типа назначают: при двухъярусном расположении кранов; при кранах грузоподъемностью свыше 50 т и шаге стропильных ферм 6 м и более 20 т — при шаге ферм 12 м; в однопролетных зданиях при грузоподъемности кранов свыше 20 т. В остальных случаях предусматривают связи второго типа.

Связи выполняют из уголков и труб и крепят к фермам болтами и на сварке. Некоторые детали крепления связей к стропильным фермам приведены на рис. XIV-10, в.

Ограждающие конструкции покрытий

В зависимости от эксплуатационного режима ограждающая часть покрытий может быть вентилируемой, частично вентилируемой и не вентилируемой. Ограждения последнего типа проектируют над помещениями с сухим и нормальным влажностным режимом ($\varphi \leq 60\%$) при условии применения в покрытии воздушно-сухих материалов, не увлажняемых в процессе строительства, и при наличии в покрытии надежной пароизоляции (рис. XIV-11, а — в).

Вентилируемые и частично вентилируемые ограждения (рис. XIV-11, г — з) устраивают над отапливаемыми помещениями с влажным и мокрым режимом ($\varphi > 60\%$), когда недопустима конденсация влаги на внутренней поверхности ограждения и если конструктивные меры не обеспечивают нормального влажностного состояния конструкций.

Отсутствие вентиляционных продухов в покрытиях цехов с влажным режимом ставит ограждение в тяжелые эксплуатационные условия. Поэтому для естественной вентиляции таких ограждений предусматривают в покрытии воздушные прослойки или пустоты, сообщающиеся с наружным воздухом через отверстия в карнизной части стены, а также вытяжные устройства в коньке и около световых фонарей.

Назначением вентиляционных продухов является отвод водяных паров из-под кровельного ковра. Наряду с созданием благоприятных условий для кровли продухи способствуют высуханию термоизоляции. Для большинства климатических районов нашей страны площадь сечения прослоек или каналов, сообщающихся с атмосферным воздухом, должна составлять около $1/2500$ — $1/3000$ от площади ската. Высота прослоек и каналов должна быть не менее 50—60 мм.

Вентилируемые покрытия можно устраивать и в южных районах. Естественная вентиляция снижает часть тепла, получаемого покрытием под действием солнечной радиации, и благодаря этому значительно снижает нагрев помещений. Вентилируемые покрытия можно рекомендовать также для некоторых отделений горячих цехов, где нагрев по-
 довать также для некоторых отделений горячих цехов, где нагрев по-

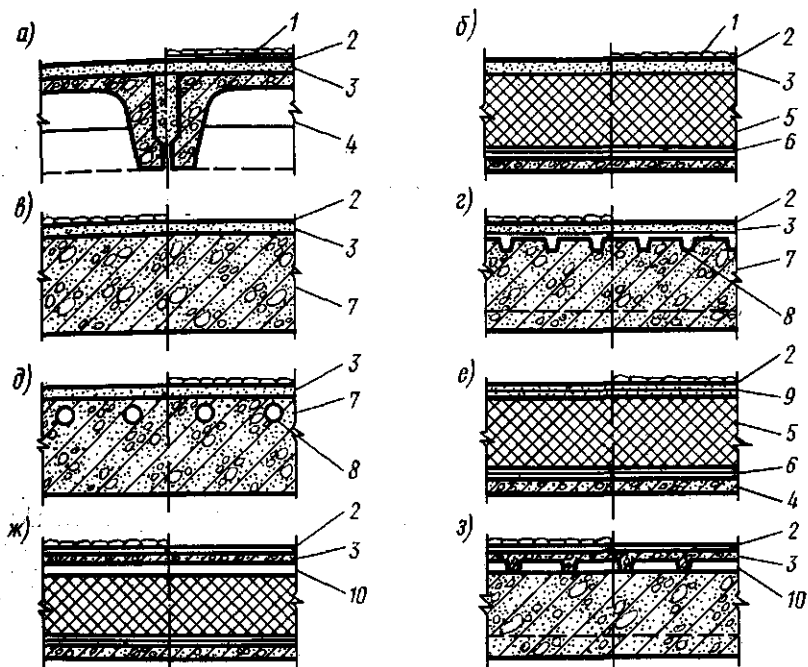


Рис. XIV-11. Основные типы покрытий с железобетонными плитами и рулонными кровлями:

a - a — невентилируемые; *г, д* — частично вентилируемые; *е* — з-вентилируемые; 1 — защитный слой; 2 — водоизоляционный ковер; 3 — стяжка; 4 — несущая плита; 5 — утеплитель; 6 — пароизоляция; 7 — комплексная плита; 8 — каналы и борозды; 9 — перфорирован-ный рубероид с гравием; 10 — воздушная прослойка

крытий лучистым теплом иногда превышает 100°. Вентилируемые продухи в этом случае не только снижают температуру покрытий, но и повышают их надежность в эксплуатации.

Ограждающие конструкции покрытий в зданиях со взрывоопасными производствами (категории А, Б, и Е) следует, как правило, проектировать легкобросяемыми при воздействии взрывной волны. Такие ограждения должны быть сборными и весом не более 120 кг/м².

Конструкции покрытий могут быть с прогонами, по которым укладывают мелкоразмерные плиты, и без прогонов — когда крупноразмерные панели опирают непосредственно на стропильные конструкции.

Ограждения с прогонами

Покрытия с прогонами можно применять при условии, когда настилами служат эффективные армированные и ячеистобетонные плиты, а также асбестоцементные и металлические листы и плиты.

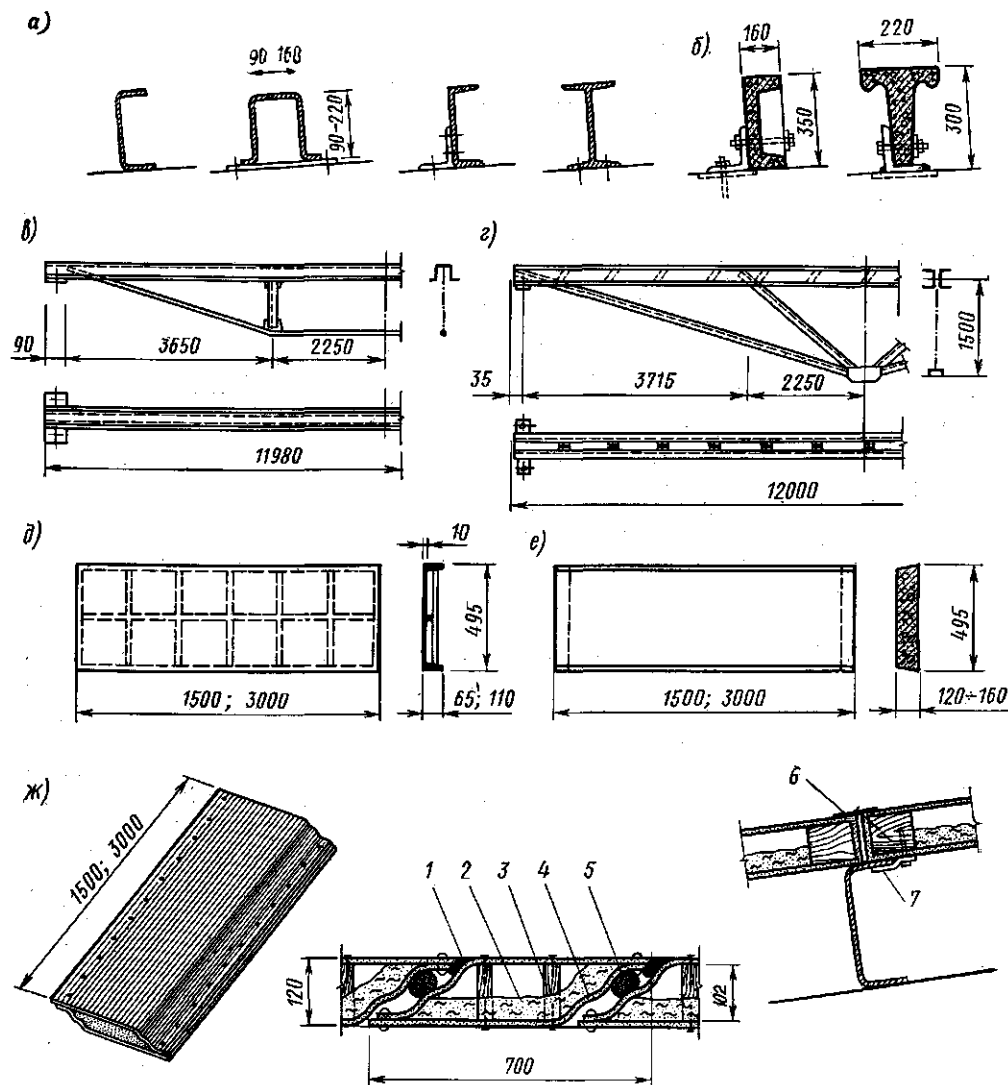


Рис. XIV-12. Покрытия с прогонами:

a — стальные прогоны из гнутых и прокатных профилей; *б* — железобетонные прогоны; *в, г* — решетчатые прогоны длиной 12 м; *д* — армированная плита; *е* — легкобетонная плита; *ж* — асбестоцементная полая плита и деталь крепления плит к прогону; 1 — мастика УМС-50; 2 — минеральный войлок; 3 — бобышка 40×102×120 мм; 4 — пароизоляция; 5 — упругая прокладка; 6 — стальная накладка; 7 — клемма

Мелкогабаритные настилы укладывают по стальным или железобетонным прогонам. *Стальные прогоны* представляют собой прокатные или гнутые сортаменты швеллерного, двутаврового или коробчатого сечения (рис. XIV-12, а). *Железобетонные прогоны* изготовляют швеллерного и таврового сечения (рис. XIV-12, б). Те и другие имеют номинальную длину 6 м. Несмотря на экономию стали (до 8 кг/м²), железобетонные прогоны применяют редко из-за большого их веса.

При шаге стропильных конструкций 12 м для легких покрытий с уклоном кровли 1,5% применяют трехпанельные *решетчатые прогоны* (рис. XIV-12, в, г). Их изготовляют из гнутых (прокатных) профилей и круглой стали.

К несущим конструкциям покрытия прогоны крепят коротышами из уголков, стальными пластинами и болтами.

Ниже рассмотрены настилы, укладываемые по прогонам. *Армоцементные плиты* (рис. XIV-12, д) имеют длину 1,5 и 3 м, ширину 495 мм; изготовляют их из бетона марки 300, армированного стальной сеткой. Шаг продольных и поперечных ребер принят 250 мм.

Легкобетонные плиты (рис. XIV-12, е) совмещают в себе несущие и термизоляционные функции. Длина плит 1,5 и 3 м, ширина 495 мм и толщина 120—160 мм. Для изготовления плит используют бетон марок 40—150 и сварные арматурные сетки. Швы между плитами заливают цементно-песчаным раствором.

Асбестоцементные полые плиты (рис. XIV-12, ж) изготовляют длиной 1,5 и 3 м, шириной по средней линии 0,5 м и высотой 120 мм. Плиты состоят из двух фигурных асбестоцементных листов, соединенных заклепками, торцовых плоских листов, прибиваемых к деревянным вкладышам, и минерального утеплителя. Толщина листов 8—10 мм. Пароизоляцию наносят на верхнюю поверхность нижнего листа.

Сопрягают асбестоцементные плиты по продольным сторонам внахлестку, заделывая швы прокладками из упругого материала и мастикой. К прогонам плиты крепят клямерами, а между собой — стальными накладками. По плитам устраивают рулонную или мастичную кровлю.

Асбестоцементные волнистые листы в покрытиях используют в качестве кровельных и несущих настилов. Листы ВУ-К имеют длину 1750—2800, ширину 994, высоту волны 50 и толщину 8 мм; листы типа УВ-6 (7,5) изготовляют длиной 1750—2500, шириной 1125, высотой волны 54 и толщиной 6 или 7,5 мм (рис. XIV-13, а).

Несущую способность асбестоцементных волнистых листов можно увеличить в 1,5—2 раза, если по нижним гребням листов наклеить стальные полосы (рис. XIV-13, б). Расход металла составляет около 1 кг/м². Приклеивают полосы к листам эпоксидным клеем.

Асбестоцементные листы укладывают обычно по стальным прогонам. Расстояние между прогонами под листы длиной 1750 мм должно быть 1,5 м, а для листов длиной 2800 мм — 1,25 м. Для армированных листов шаг прогонов равен 3 м. Величина продольной нахлестки должна составлять 150—250 мм, поперечной — одну волну.

Уклон кровли принимают в пределах $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{6}$. Если места сопряжения листов герметизируют мастикой и лентами, уклон асбестоцементных

кровель можно снизить до $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{15}$, применив в качестве несущих конструкций покрытия полигональные фермы или балки (рис. XIV-13, е). В этом случае уменьшается площадь покрытия, снижается трудоемкость его устройства, а производство работ становится более безопасным.

Крепят асбестоцементные листы теми же приборами, что и в стенах (рис. XIV-13, в). Приборы ставят по скату на каждом прогоне, а вдоль конька — на гребнях второй и пятой волн. Для обеспечения водонепро-

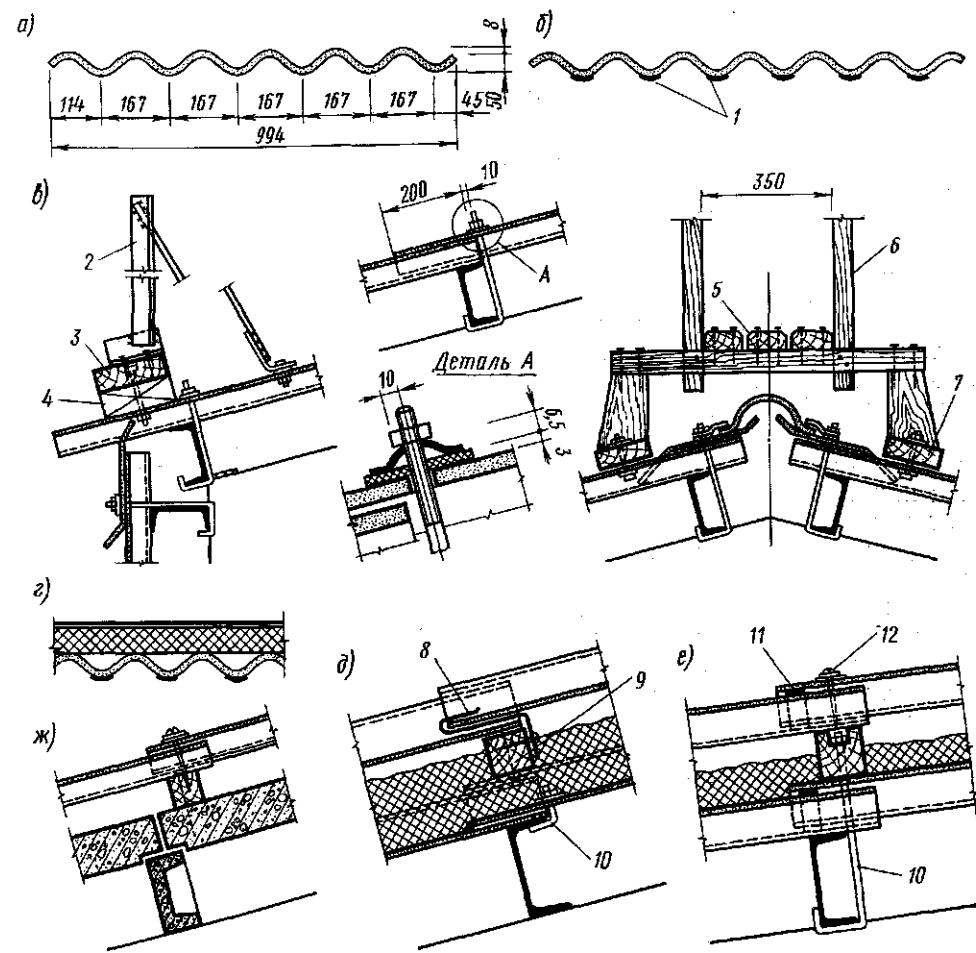


Рис. XIV-13. Покрытия из асбестоцементных волнистых листов:

а — асбестоцементный волнистый лист ВУ-К; б — армированный асбестоцементный лист; в — детали неутепленного покрытия; г — утепленное покрытие с несущими листами; д — то же, с несущими и кровельными листами; е — то же, при герметизации сопряжений листов; ж — утепленное покрытие только с кровельными листами; 1 — стальные полосы 20×1,5 мм; 2 — уголок 50×5 длиной 600 мм; 3 — доска 150×40 мм; 4 — бобышка через 1,5 м; 5 — доска 110×40 мм; 6 — брусок 40×40 через 835 мм; 7 — лежень 150×40 длиной 400 мм; 8 — скоба; 9 — брусок; 10 — крюк; 11 — герметик; 12 — шуруп

нищаемости кровли в коньке ставят фасонные асбестоцементные листы. Вдоль конька, фонарей и карнизов устраивают дощатые рабочие ходы, а вдоль свесов при наружном водоотводе — ограждение. В кровлях предусматривают температурные швы (с помощью лотковых плит) через 12—24 м.

Неутепленные покрытия из асбестоцементных волнистых листов по стальным прогонам и фермам экономически эффективны по сравнению с железобетонными покрытиями, несмотря на увеличенный расход стали. Так, при пролете 24 м они легче в 5—6 раз и имеют меньшую в 1,5—2 раза стоимость в деле.

В утепленных покрытиях асбестоцементные волнистые листы могут быть только несущими, несущими и кровельными или только кровельными (рис. XIV-13, *г—ж*). Многослойные покрытия с применением асбестоцементных листов, как и неутепленные, обладают хорошими технико-экономическими показателями. Например, вес покрытия, изображенного на рис. XIV-13, *г*, составляет лишь 20—25%, а стоимость — 60—65% от соответствующих показателей обычного покрытия (железобетонные панели, утеплитель массой 500 кг/м³, стяжка и рулонная кровля).

Существенный недостаток асбестоцементных волнистых листов — коробление их под действием периодически изменяющихся температуры и влажности окружающего воздуха. Деформации при короблении вызывают в листах трещины, особенно в местах сопряжения дуг и прямой вставки листов сильно повреждаются уже через 7—10 лет, а при работе в тяжелых эксплуатационных условиях (например, в утепленных покрытиях над травильным отделением прокатного цеха) за этот срок приходят в полную негодность.

Долговечность асбестоцементных покрытий можно повысить гидрофобизацией листов, а также применением податливых креплений листов к прогонам или деревянным брускам (рис. XIV-13, *д*). В этом случае листы могут в определенных пределах перемещаться при короблении, и трещины в листах не образуются.

Весьма эффективны в промышленном строительстве покрытия с несущими стальными настилами (ребристыми и волнистыми). Ребристые профилированные настилы формируют из оцинкованной стали толщиной 0,8—1,5 мм; ширина настилов 600—800 мм, высота ребер 40—80 мм и длина 6—12 м (рис. XIV-14, *а*). Стальные настилы волнистого профиля имеют ширину 710—1000, длину 1420—2000 и толщину 1—1,75 мм.

Стальные настилы укладывают по прогонам или прямо по несущим конструкциям покрытия. Во втором случае возможен шаг ферм 4 м. Для устройства прогонных покрытий в том случае, когда настилы работают по многопролетной схеме, стали расходуется меньше; поэтому их применяют чаще. Шаг прогонов 1,5—3,0 м.

К прогонам настилы крепят электрозаклепками или самонарезающими винтами, которые ставят по концам в каждой впадине (рис. XIV-14, *б*), а на промежуточных прогомах — не менее чем в трех местах по ширине.

Пароизоляцию выполняют из рубероида, наклеиваемого на настил мастикой, а утеплитель — из пенополистирола (с объемной массой не ниже 35 кг/м³) или другого эффективного материала. При утеплителе из пенополистирола выравнивающий слой не требуется. Кровлю устраивают из рулонных материалов, предусматривая защитный слой из гравия (рис. XIV-14, *в—д*). Возможны и мастичные кровли.

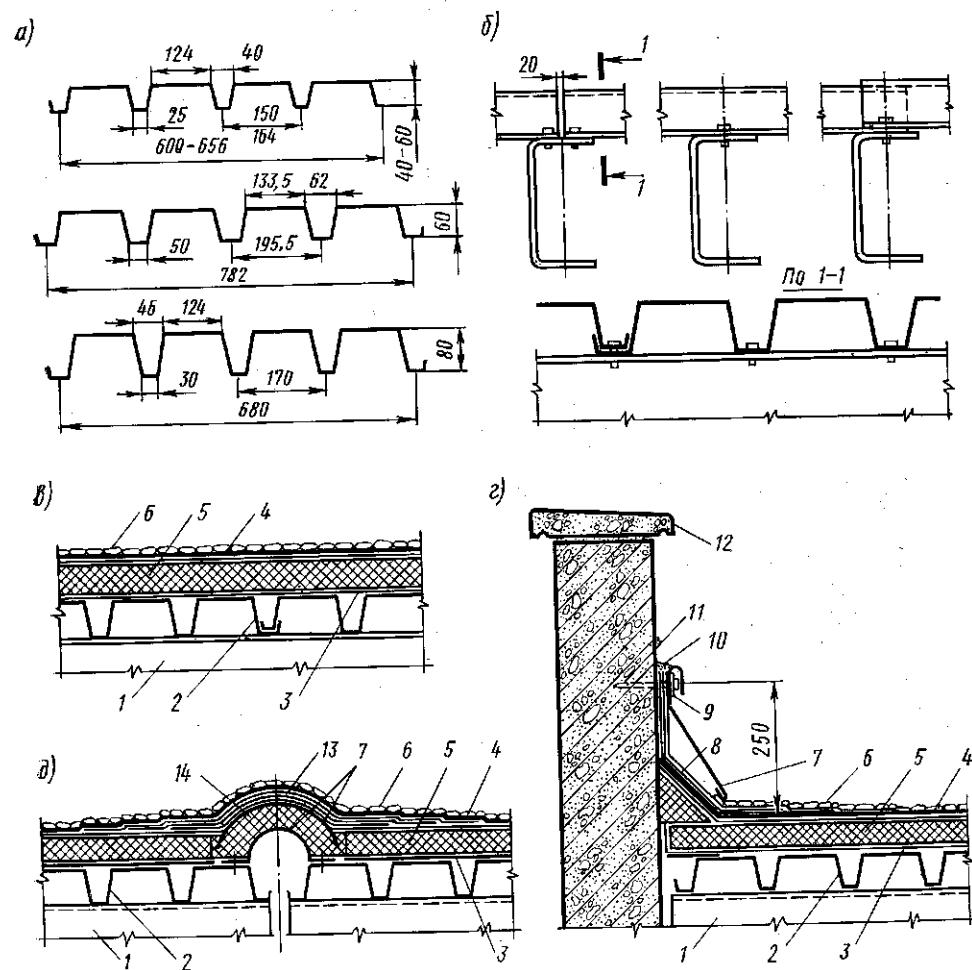


Рис. XIV-14. Покрытия со стальным штампованным настилом:

а — типы настилов; *б* — варианты крепления настилов; *в* — утепленное покрытие; *г* — деталь примыкания кровли к парапету; *д* — деталь поперечного температурного шва; 1 — прогон; 2 — настил; 3 — слой рубероида на мастике; 4 — основной кровельный ковер; 5 — пенополистирол; 6 — гравий, втиснутый в мастику; 7 — оцинкованная кровельная сталь; 8 — дополнительный слой кровли; 9 — полоса 40×4 мм; 10 — мастика УМС-50; 11 — дюбели через 600 мм; 12 — парапетные плиты; 13 — два слоя стеклоткани на мастике и слой рубероида насухо; 14 — плиты мягкие минераловатные

В случае использования сгораемых плитных утеплителей полости ребер настила у коньков кровли и в местах примыкания настила к бортам фонарей заполняют заглушками (из бетона, раствора, минеральных плит и т. п.).

Технико-экономические показатели покрытий со штампованным настилом приведены в табл. XIV-3.

Таблица XIV-3

Технико-экономические показатели покрытий из железобетонных панелей и стального профилированного настила (на 1 м²)

Тип покрытия и шаг ферм, м	Стоимость, руб/%		Приведенные затраты, руб/%		Трудоемкость изготовления и возведения, руб/%	
	1	2	1	2	1	2
С фонарями 6 м	12,9 100	12,0 93,0	15,5 100	14,1 90,0	3,03 100	2,1 69,2
Без фонарей 6 м	10,8 100	9,1 84,2	12,7 100	10,6 83,4	2,21 100	1,59 71,9
С фонарями 12 м	11,2 100	9,0 80,3	13,8 100	10,5 76,0	2,77 100	1,58 57,1
Без фонарей 12 м	10,8 100	8,6 79,5	13,5 100	10 74,0	2,41 100	1,56 64,7

Примечание. Цифрой 1 обозначены покрытия с железобетонными панелями, цифрой 2 — из стального настила.

Из табл. XIV-3 видно, что покрытия из штампованного настила по сравнению с покрытиями по железобетонным панелям дешевле на 7—20%; у них на 10—26% меньше приведенные затраты и на 28—43%, и они менее трудоемки в изготовлении. Вес ограждающей части покрытий при замене железобетонных панелей стальным настилом уменьшается в зависимости от вида утеплителя в 3—6 раз, благодаря чему снижается расход материалов на каркас здания.

Ограждения без прогонов

На ограждения без прогонов по сравнению с прогоными меньше расходуется металла, трудоемкость их возведения относительно небольшая. Применяемые в покрытиях панели опирают непосредственно на несущие конструкции и надежность в прогонах отпадает. Длина панелей 6 и 12 м, ширина 1,5 и 3 м.

Наиболее широко применяют для этого железобетонные панели, изготавливаемые из бетона марок 250—500. Их используют в качестве несущего настила теплых и холодных покрытий. Такие панели имеют следующие виды:

железобетонные преднапряженные со стержневой арматурой или высокопрочной проволокой размерами 1,5×6 и 3×6 м (рис. XIV-15, а, б); железобетонные прокатные размером 3×6 м, укладываемые по редко расположенным прогонам (рис. XIV-15, в); армоцементные двойкой кривизны размерами 1,5×6, 3×6, 1,5×12 и 3×12 м (рис. XIV-15, г); плиты изготовляют из безгравийного бетона и армируют стальными сетками и преднапряженными стержнями;

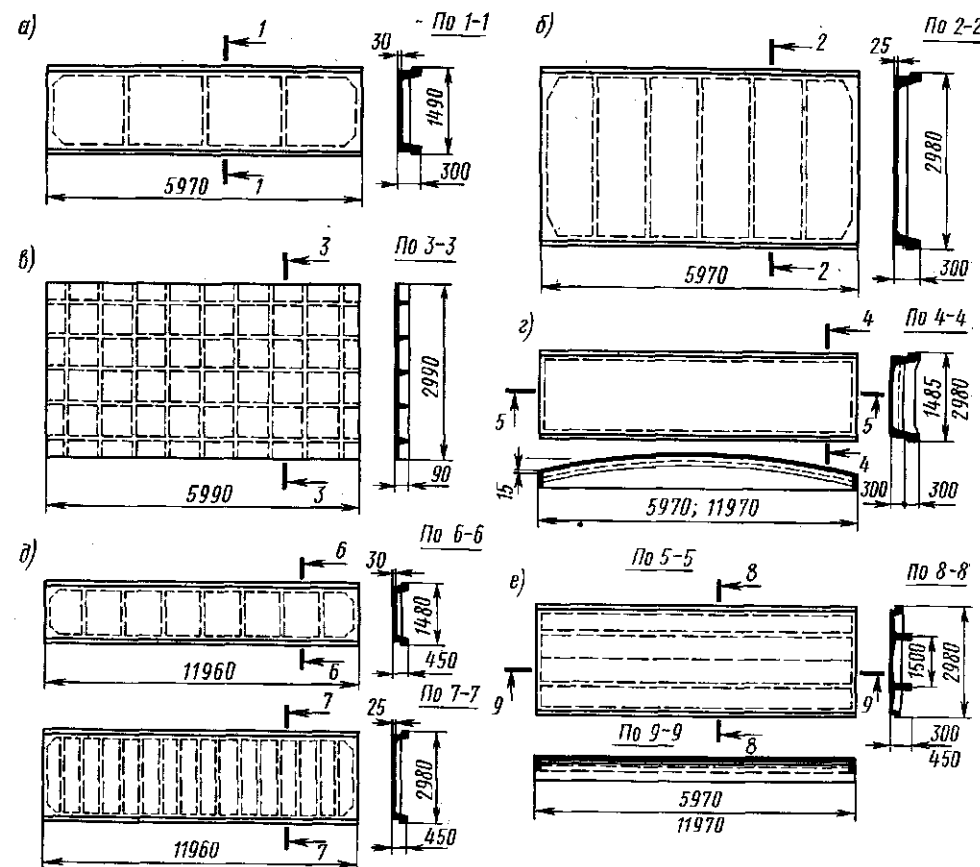


Рис. XIV-15. Крупноразмерные железобетонные панели:

а — преднапряженные размером 1,5×6 м; б — то же, размером 3×6 м; в — прокатные размером 3×6 м; г — армоцементные двойкой кривизны; д — преднапряженные размером 1,5×12 и 3×12 м; е — двухконсольные размером 3×6 и 3×12 м

железобетонные преднапряженные с прядевой арматурой (или стержневой) размерами 1,5×12 и 3×12 м (рис. XIV-15, д);

железобетонные преднапряженные двухконсольные размерами 3×6 и 3×12 м (рис. XIV-15, е).

Снизить вес железобетонных панелей (примерно, на 20%) можно путем замены обычного бетона керамзитовым.

Для настила покрытий предпочтение отдают панелям шириной 3 м, позволяющим уменьшить трудоемкость монтажа и снизить расход материалов. Плиты шириной 1,5 м используют как доборные.

На участках покрытий над взрывоопасными производствами укладывают панели с отверстиями, получая легкосбрасываемую кровлю.

Утепленные покрытия с обычным железобетонным настилом многодельны и неиндустриальны, так как пароизоляцию, утеплитель, выравнивающий слой и кровлю обычно выполняют в построечных условиях и вручную. Кроме того, покрытия из железобетонных панелей весьма тяжелы (нередко более 300 кг/м²).

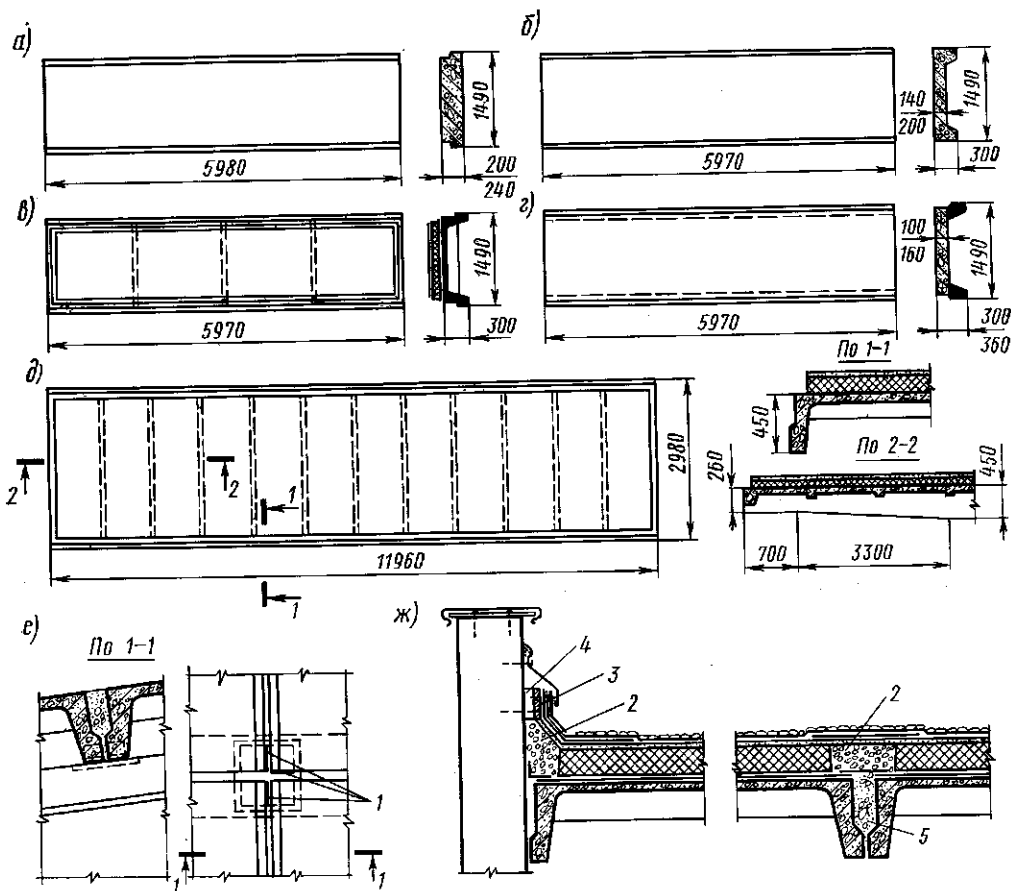


Рис. XIV-16. Крупноразмерные утепленные панели:

а — ячеистобетонная плоская; б — ребристая легкобетонная; в, г — комплексные размером 1,5×6 м; д — то же, размером 3×12 м; е — крепление панелей к стропильным конструкциям; ж — сухие стыки панелей; 1 — сварка; 2 — легкобетонный гравий; 3 — щелевой элемент; 4 — пропуск; 5 — бетон

Более экономичны утепленные покрытия из крупноразмерных панелей, совмещающих ограждающие и теплоизоляционные функции (рис. XIV-16, а, б), или комплексных панелей с отдельными функциями ограждения и теплоизоляции (рис. XIV-16, в, г).

Плоские панели (рис. XIV-16, а) размером 1,5×6 м и толщиной 200—240 мм изготавливают из ячеистого бетона марки не ниже 40 и армируют плоскими сетками и каркасами. Продольные растворные шпонки между панелями обеспечивают их совместную работу; на опорах шпонки армируют, некоторым образом защемляя панели, вследствие чего уменьшают их прогиб.

Ребристые панели (рис. XIV-16, б), изготавливаемые из легкого бетона объемной массой до 1200 кг/м³ и прочностью не менее 50 кг/см² (5 МПа), имеют размеры 1,5×6 м. Толщина полки 140—200 мм при высоте продольных ребер 300 мм. Ребра армируют плоскими каркасами с рабочей ненапряженной арматурой, полку — проволочными сетками.

Комплексная панель покрытия (рис. XIV-16, в) представляет собой железобетонную плиту с наклеенными на нее в заводских условиях слоями пароизоляции, утеплителя и кровли. Размер такой панели 1,5×6 м. Панель, изображенная на рис. XIV-16, г, имеет два продольных ребра из тяжелого бетона марки 200—300 и полку толщиной 100—160 мм из ячеистого бетона марки не ниже 40.

Если шаг несущих конструкций покрытия равен 12 м, для настила применяют комплексные панели размером 3×12 м из легкого бетона с продольными ребрами переменной высоты (рис. XIV-16, д). Несущую часть таких панелей изготавливают из бетона марки 400 на пористых заполнителях, а утеплитель — из керамзитобетона объемной массой 500 кг/м³. Ребра армируют сварными каркасами, полку — сеткой. Поверх плиты наносят выравнивающий слой из цементно-песчаного раствора толщиной 12—15 мм. При необходимости под утеплитель укладывают пароизоляцию.

Применение комплексных панелей позволяет частично перенести процесс устройства покрытий в заводские условия и тем самым повысить качество и снизить трудоемкость их возведения.

Крупноразмерные панели крепят к несущим конструкциям сваркой закладных элементов, которые предусмотрены в опорных частях панелей и в верхнем поясе ферм или балок. Каждую панель приваривают в трех точках (рис. XIV-16, е), а швы между ними заполняют тяжелым или легким бетоном.

При устройстве покрытий из комплексных панелей в целях снижения влажности утеплителя предусматривают сухие стыки, а в местах примыкания панелей к парапетам — щелевые продухи (рис. XIV-16, ж). В стыки укладывают керамзитовый или легкобетонный гравий, стяжку из тех же заполнителей, затем одну полоску рубероида насухо, а другую на мастику и, наконец, верхние слои кровельного ковра. В местах примыкания покрытия к парапету устраивают щелевой бортовой элемент из бруска 40×100 мм.

Перспективными, особенно для покрытий больших пролетов, являются крупноразмерные панели с использованием пластмасс, отлича-

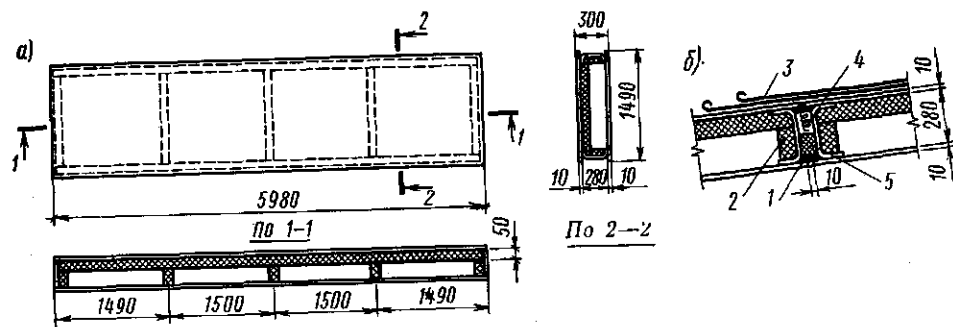


Рис. XIV-17. Асбестопенопластовая панель:

а — общий вид; б — деталь покрытия; 1 — мастика; 2 — пенопласт; 3 — рулонная кровля; 4 — минеральная вата; 5 — поризол

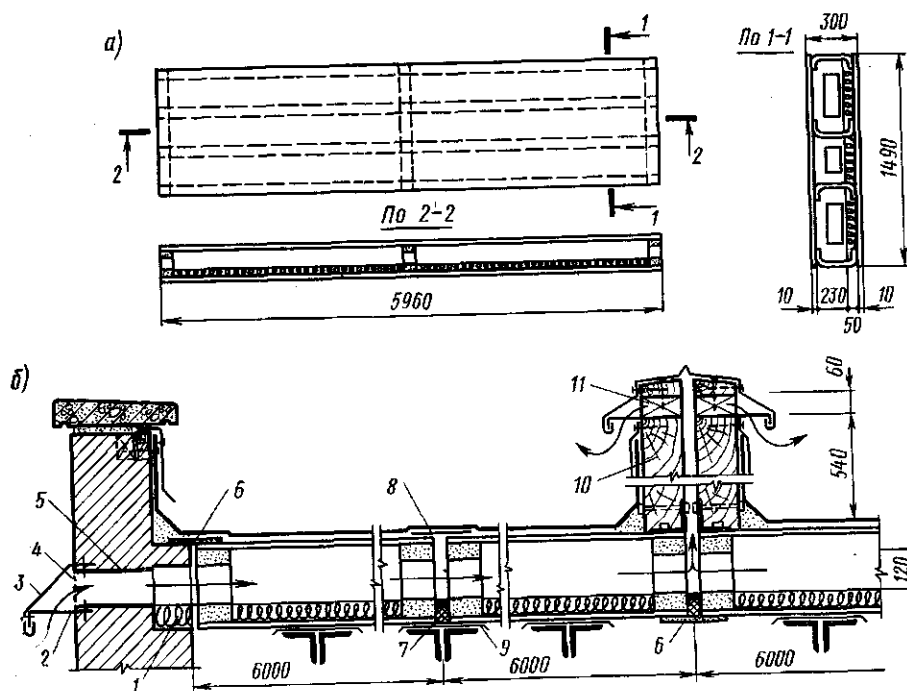


Рис. XIV-18. Асбестоцементная панель ПАК:

а — общий вид; б — детали вентиляемого покрытия; 1 — минераловатный вкладыш; 2 — стальные полоски; 3 — козырек; 4 — решетка; 5 — стальная обойма; 6 — асбестоцементная полоска; 7 — поризол на мастике; 8 — полоска жести; 9 — рубероид; 10 — деревянные стенки; 11 — деревянные бруски

щиеся малым весом и высокой эксплуатационной надежностью. К ним относятся асбестопластмассовые, асбестоцементные и алюминиево-пластмассовые панели.

Асбестопластмассовая панель (рис. XIV-17), имеющая размеры $5980 \times 1490 \times 300$ мм, состоит из плоских асбестоцементных листов, продольных асбестоцементных профилей, торцовых заглушек и пенопластового утеплителя.

Сплошной слой пенопласта толщиной 50 мм приклеивают изнутри к верхнему листу обшивки и опирают дополнительно на поперечные ребра из пенопласта. Штыки панелей заделывают поризолом, минеральным войлоком и гидроизолирующей мастикой. К несущим конструкциям панели крепят винтами. Совместная работа панелей обеспечивается вставкой двух асбестоцементных шпонок, располагаемых в четвертях их пролета. По панелям укладывают кровельный ковер.

Асбестоцементная панель ПАК (рис. XIV-18, а) размерами $1490 \times 5960 \times 300$ мм предназначена для устройства вентилируемых покрытий. Панель монтируется из четырех продольных асбестоцементных швеллеров, трех поперечных асбестоцементных диафрагм, двух плоских листов толщиной 10 мм и минераловатного утеплителя толщиной 50—100 мм. Наличие в покрытии вентилируемых каналов, образованных отверстиями в поперечных диафрагмах, позволяет отказаться от пароизоляции в панелях.

Поперечные стыки до высоты отверстий в диафрагмах заполняют минеральной ватой по поризольному жгуту на мастике (рис. XIV-18, б). Продольные швы заделывают цементным раствором с добавкой волокон асбеста и обмазывают битумом.

Длину каналов, зависящую от температуры и влажности внутреннего воздуха, принимают от 72 до 120 м. С наружным воздухом каналы соединяют через отверстия в торцовых стенах здания и температурных швах. Отверстия в торцовых стенах образованы металлическими обоймами из стали, имеющими форму параллелепипеда со сторонами $120 \times 300 \times 250$ мм. Во избежание попадания в отверстия дождя, снега и листьев к обойме крепят козырек и решетку.

Алюминиево-пластмассовая панель (рис. XIV-19, а) состоит из обрамления, плоских алюминиевых листов толщиной 1—2 мм и утеплителя. Алюминиевые детали обрамления склеивают с древесноволокнистой плитой (или бакелизированной фанерой) и дополнительно скрепляют заклепками. Алюминиевые листы помимо закрепления на раме приклеивают к утеплителю. В качестве утеплителя применяют пенопласт или сотопласт, ячейки которого заполняют мипорой или перлитом. Размеры панели $5980 \times 1480 \times 184$ мм. Соединяют панели в фальц или сваркой. Наиболее надежны в эксплуатации сварные стыки.

Стыки поперек ската, если длина его не превышает 18 м, делают внахлестку и соединяют аргонодуговой сваркой (рис. XIV-19, в). Стыки вдоль ската во избежание образования трещин от температурных напряжений устраивают с компенсаторами, образованными верхними обшивочными листами панелей со сваркой поверху (рис. XIV-19, г). Высота

компенсационного гребня в целях надежной работы стыков должна быть равна 150—300 мм.

В местах пересечения продольных и поперечных компенсационных швов предусматривают шатровые нащельники, которые ставят на герме-

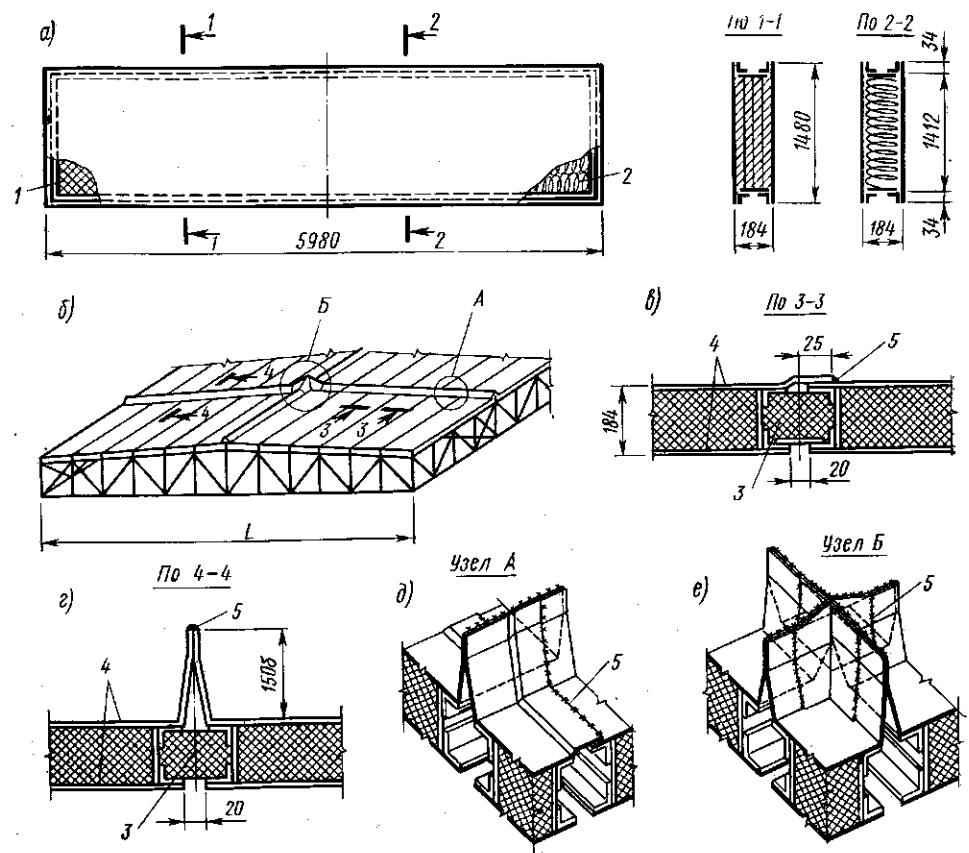


Рис. XIV-19. Алюминиевые утепленные панели:

а — общий вид панели; б — покрытие из панелей; в — жесткий стык внахлестку поперек ската; г — компенсационный стык вдоль ската; д — пересечение компенсационного стыка с жестким; е — пересечение компенсационных стыков на коньке; 1 — пенопласт; 2 — мипора; 3 — утеплитель; 4 — алюминиевые листы; 5 — сварка

тике и приваривают к одному из гребней. Полости стыков заполняют минеральным войлоком. Кровлю по панелям не предусматривают.

Алюминиевые шпренгельные панели применяют для покрытий отапливаемых зданий. Панель (рис. XIV-20, а) размерами 3×12 м состоит из двух слоев волнистых алюминиевых листов толщиной 1 мм, уложенных волнами взаимно перпендикулярно. Между собой листы связаны посредством деревянных прокладок. В качестве утеплителя применен пено-

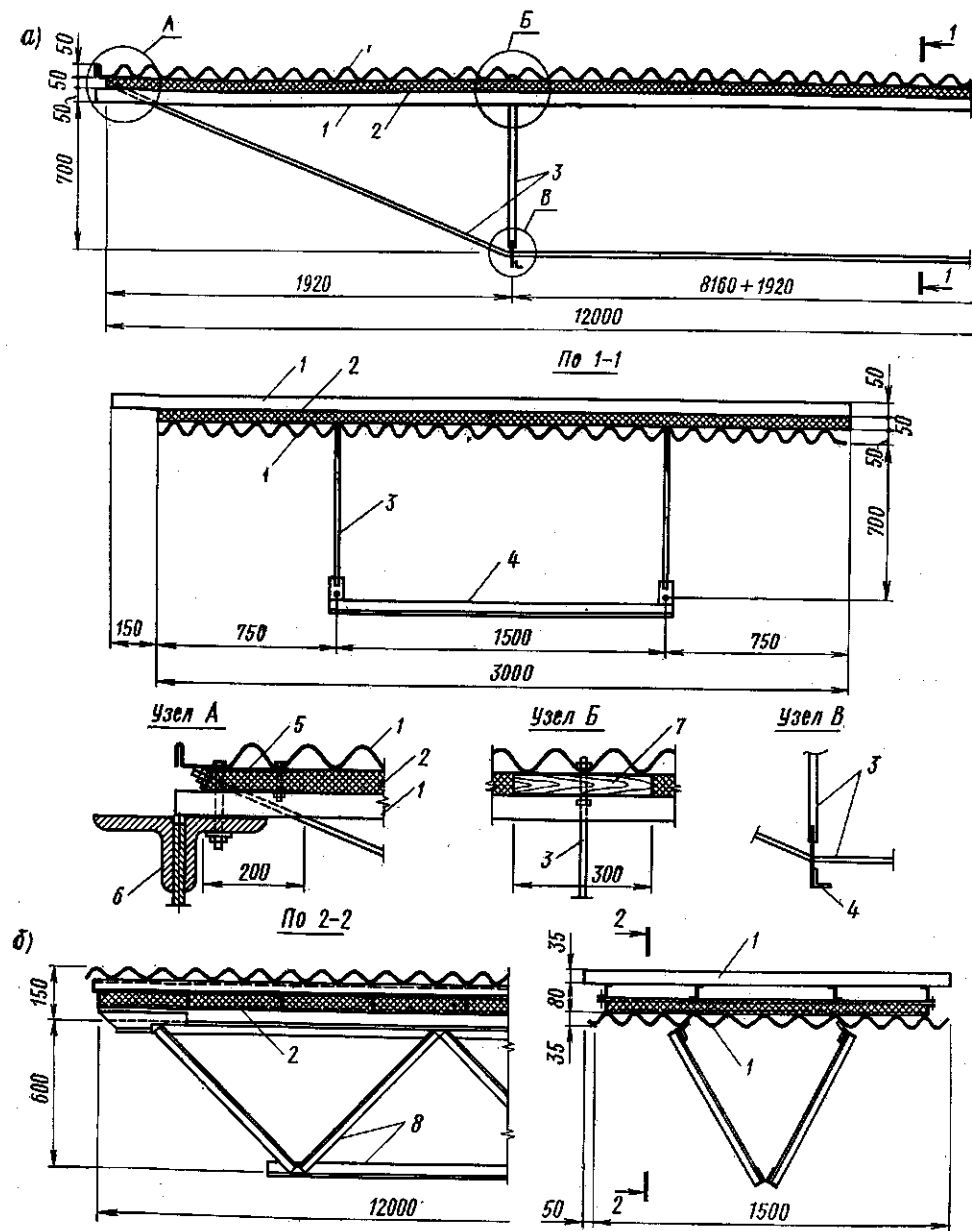


Рис. XIV-20. Алюминиевые шпренгельные панели:

а — с вертикальными плоскостями шпренгеля; б — с трехгранным решетчатым шпренгелем; 1 — волнистые алюминиевые листы; 2 — пенопласт; 3 — стальной пруток; 4 — уголок 50×4 мм; 5 — лист толщиной 5 мм (согнуть); 6 — деревянная пробка; 8 — алюминиевые уголки 63×25×3,5 мм.

пласт. Шпренгель с вертикальными плоскостями выполнен из прутковой стали диаметром 20 мм.

Вариант панели (рис. XIV-20, б) размером в плане 1,5×12 м в отличие от первой имеет шпренгель из трехгранной алюминиевой фермочки. Панель состоит из двух контурных рамок с обрешеткой из Z-образного профиля, волнистых алюминиевых листов толщиной 0,8 мм и пенопластового утеплителя. Нижняя и верхняя контурные рамки соединены между собой болтами; листы к рамкам приваривают точечной сваркой.

Шпренгельные панели укладывают непосредственно на верхние пояса стропильных ферм.

Утеплитель, пароизоляция, выравнивающий слой

Утепленные покрытия с настилами из ячеистых и легких бетонов не требуются дополнительно теплоизолировать, так как такие настилы совмещают ограждающие и теплоизолирующие функции. При устройстве утепленных покрытий из обычных железобетонных плит или панелей в конструкцию покрытия вводят теплоизолирующий слой, толщину которого определяют теплотехническим расчетом.

Критерием теплотехнического качества покрытия является температура его внутренней поверхности. Чтобы на этой поверхности предотвратить образование конденсата, температура ее в зимний период не должна быть ниже температуры точки росы воздуха в помещении. Нельзя допускать чрезмерного повышения влажности теплоизоляции, поскольку она снижает прочность и теплозащитные качества утеплителя, вызывая преждевременное разрушение выравнивающего слоя и кровельного ковра.

Материал *утеплителя* должен обладать малой объемной массой, достаточной прочностью, малой деформативностью и обеспечивать индустриальность устройства покрытия.

Для теплоизоляции покрытий применяют легковесные плиты, минераловатные, асбестоцементные изоляционные, вермикулитовые, древесноволокнистые, цементно-фибритовые, пробковые, пенопластовые, камышитовые и другие плиты, а также минераловатные маты, войлок (минераловатный и строительный), маты из пористого полиуретана, алюминиевую фольгу (в качестве отражательной изоляции в воздушных прослойках ограждения) и др. Сыпучие материалы (шлак, золу, пемзу, туф) используют для утепления покрытий как исключение при отсутствии плитных утеплителей.

Вес покрытий можно значительно снизить в случае применения теплоизоляции из пенопластовых плит, обладающих высокой долговечностью, низким коэффициентом теплопроводности, незначительным водопоглощением и малой объемной массой.

Заслуживают внимания теплоизоляционные пенополистирольные плиты с приформованными с двух сторон при изготовлении гидроизоляционными слоями. Один из слоев при этом используют в качестве паро-

изоляции, а другой — нижнего слоя кровли. Гидроизоляционные слои с двух сторон плиты имеют напуски шириной 100 мм. Применение таких плит уменьшает объем теплоизоляционных и кровельных работ на стройке.

Неотъемлемым элементом большинства утепленных покрытий является *пароизоляция*, располагаемая под утеплителем и препятствующая прониканию в его толщу водяных паров. Надобность в пароизоляции и ее толщину определяют расчетом.

Пароизоляцию выполняют из водонепроницаемых рулонных материалов или обмазочной. Она может состоять из одного или двух слоев рубероида, пергамина или толя, а также из слоя изола или бризола (в покрытиях очень влажных цехов). Возможна пароизоляция из поливинилхлоридной пленки.

Рулонную пароизоляцию наклеивают на плиты соответствующими мастиками. Обмазочную пароизоляцию выполняют из битума, поливинилхлоридного лака, изоляной мастики и других материалов. В качестве пароизоляции в покрытиях с несущими панелями из легких или ячеистых бетонов следует использовать покраски внутренней поверхности панелей эмалями, масляными и другими влагостойкими красками по соответствующей подготовке.

В местах примыкания покрытия к вертикальным поверхностям пароизоляционный слой необходимо поднимать на толщину утеплителя. Для предохранения пароизоляции от повреждения плитные теплоизоляционные материалы следует укладывать на кровельных мастиках.

Основанием под рулонную кровлю служит *выравнивающий слой* (стяжка), наносимый по плитам покрытия. Такой слой может быть цементно-песчаным из раствора М 50—100 толщиной 20—30 мм или асфальтобетонным прочностью не ниже 8 кг/см² (0,8 МПа) и толщиной 25 мм.

Растрескивание, выкрашивание и размораживание выравнивающего слоя приводят к нарушению целостности кровли. Причиной недостаточной прочности цементно-песчаного слоя может быть несоблюдение условий его выполнения (отсутствие защиты от размораживания зимой и пересушивания летом).

Асфальтобетонный выравнивающий слой в период устройства и эксплуатации не подвергается опасности размораживания, поэтому его рекомендуют применять при производстве кровельных работ в холодный период.

Для предотвращения образования трещин в выравнивающих слоях следует предусматривать швы шириной 5—10 мм, разделяющие основание под кровлю на квадратные участки со стороной 6 м при цементно-песчаном слое и 4 м — при асфальтобетонном. По швам, заполняемым резинокбитумной мастикой, укладывают полоски рубероида или пергамина шириной около 100 мм, наклеиваемых точечно с одной стороны шва.

В покрытиях капитальных зданий с уникальным технологическим оборудованием или зданий с большими динамическими нагрузками це-

ментно-песчаный выравнивающий слой допускается армировать сеткой из проволоки диаметром 3 мм с ячейками 200×200 мм или тканой стальной сеткой.

Кровли

Кровли промышленных зданий находятся в весьма тяжелых эксплуатационных условиях, поскольку они продолжительное время подвергаются воздействию атмосферных, а изнутри производственных факторов. Вредное влияние на прочность и водонепроницаемость кровли оказывают неравномерная осадка, температурные деформации, явления ползучести и усадки железобетонных настилов. В промышленных районах, кроме того, разрушающе воздействуют на кровлю химически агрессивные вещества, содержащиеся в атмосфере и в первые минуты дождя образующие слабые концентрации кислот и щелочей. В особо неблагоприятных условиях эксплуатации находятся кровли горячих цехов, испытывающие не только чрезмерный нагрев, но и значительные динамические воздействия от мостовых кранов с жестким подвесом рабочего оборудования (прокатные, стрипперные цехи и др.).

Сказанное выше позволяет сделать вывод, что при выборе материала и конструкции кровли кроме физико-химических свойств материала и района строительства необходимо учитывать специфику и микроклимат производства.

Материал кровли должен иметь незначительный вес, быть долговечным, допускать наименьший уклон покрытия, простоту устройства и ремонта, отвечать требованиям деформативности и огнестойкости.

Кровли подразделяют на рулонные, асфальтовые безрулонные, асбестоцементные и металлические.

Рулонные кровли отвечают многим отмеченным выше требованиям и позволяют устраивать покрытия с нулевым уклоном. К материалам, применяемым для рулонных кровель, относятся: толь, гидроизол, рубероид, стеклорубероид, пергамин, дегтебитумные и гудрокамочные материалы.

В зависимости от уклона рулонные кровли промышленных зданий устраивают плоские (уклон $< 2,5\%$) и скатные (уклон $\geq 2,5\%$). Наибольшие уклоны скатов при рулонных кровлях не должны превышать 25%; в покрытиях отапливаемых зданий — 12%.

Более долговечны и надежны кровли с малым уклоном (1,5—3%): они обеспечивают организованный отвод воды к воронкам. Для наклейки кровли можно применять относительно легкоплавкие мастики, обладающие меньшей хрупкостью при отрицательных температурах и способные «самозалечиваться» при положительных температурах.

Для обеспечения водонепроницаемости кровли устраивают из нескольких слоев, количество которых назначают, исходя из величины уклона:

при $i \geq 15\%$ — двухслойные без защитного слоя;

при $i \geq 10\%$ — трехслойные без защитного слоя;

при $2,5 \leq i < 10\%$ — трехслойные с защитным слоем;

при $0 \leq i < 2,5\%$ — четырехслойные (и более) с защитным слоем.

Рулонные кровли с количеством слоев более четырех применяют в эксплуатируемых покрытиях или на тех участках покрытия, где установлено технологическое оборудование и предусмотрены проходы.

Наклеивают рулонные материалы битумными, дегтевыми и другими мастиками в зависимости от материала кровли. При назначении теплостойкости мастики необходимо учитывать, что в ясные летние дни кровельный ковер может нагреваться до 70—80°, а в покрытиях горячих цехов — до 100° и выше. В случае недостаточной теплостойкости мастика размягчается и стекает по скату. Это вызывает расстройство швов ковра, образование складок от сползания полотнищ, изменяет физико-химические свойства мастики (улетучивание легких фракций мастичных масел), засоряет ендовы и воронки внутреннего водостока. Мастики с излишней теплостойкостью для этих целей нежелательны, так как они обладают повышенной хрупкостью при низких температурах.

Полотнища рулонных материалов при уклонах скатов до 15% располагают параллельно, а при уклонах более 15% — перпендикулярно коньку. Величину напуска полотнищ друг на друга принимают: по ширине — в нижних слоях 50—70 мм и в верхнем 70—100 мм, по длине — во всех слоях не менее 100 мм.

Испытывая значительный нагрев и большие суточные (до 60—70°) и годовые (до 100°) колебания температуры, кровля подвергается существенным знакопеременным деформациям, что нередко приводит к разрыву ковра и нарушает сцепление его с основанием. Для уменьшения вредного влияния атмосферных воздействий и предохранения рулонных кровель от прямых механических повреждений поверх их при уклоне менее 10% устраивают *защитный (бронирующий) слой*. Его выполняют из гравия светлых тонов с крупностью зерен 5—15 мм или слюдяной крошки. Этот слой связывают с кровлей той же мастикой, которую используют для наклейки водоизоляционного ковра. Иногда защитный слой выполняют из бетонных или других плит, укладываемых на песчаной прослойке.

Уменьшить нагрев кровли можно окраской ее в светлый тон (например, известковой или алюминиевой краской). Однако окраска кровель недолговечна, особенно в районах с загрязненной атмосферой; более долговечен и надежен рубероид, покрытый с наружной стороны алюминиевой фольгой, отражающей большую часть солнечных лучей.

В местах примыкания рулонных кровель к выступающим элементам (фронтонам, парапетам, фонарям и т. п.), а также на участках ендов и карнизов предусматривают дополнительные слои водоизоляционного ковра (обычно 2—4 слоя).

Кровельный ковер, смазанный мастикой, заводят на выступающие элементы, прикрепляют к ним гвоздями или дюбелями, а стык защищают промазкой или обивают оцинкованной сталью. На участках ендов всех скатных покрытий укладывают защитный гравийный или слюдяной слой (рис. XIV-21, а, б).

Пониженные участки кровли, на которые сбрасывается вода с повышенной части здания, при перепадах высот пролетов более 4 м защищают решетками, плитами или гравийной засыпкой. Независимо от высоты перепада в таких местах предусматривают наклею дополнительного слоя рулонного материала.

Рулонные кровли в зарубежном промышленном строительстве при множестве их конструктивных решений принципиально не отличаются от наших. В большинстве случаев кровли устраивают с воздушными прослойками, связанными с наружным воздухом по свесам и у конька, и с

защитным слоем из песка, гравия и шлака. Применяют за рубежом и деревянный настил, хотя преимущественно там распространены стальные и железобетонные настилы. Плоские кровли нередко используют для размещения вспомогательного оборудования, стоянок автомобилей и в качестве площадок отдыха.

Асфальтовые безрулонные (мастичные) кровли имеют относительно простую конструкцию; они долговечны и дешевле рулонных на 20—40%. Такие кровли более приемлемы для крыш, подвергающихся механическим воздействиям (при частых реконструкциях) и опасности возгорания от искр и горячих газов.

Для устройства безрулонного кровельного ковра предусматривают горячие битумные и битумно-резиновые мастики, холодные битумно-латексные эмульсии и асфальт.

Поверхности выравнивающих слоев под мастичные кровли, выполняемые из цементно-песчаного раствора, асфальта, асфальтобетона, жестких древесноволокнистых и других плит, покрывают грунтовочным раствором битумного вяжущего в растворителе, битумно-латексной эмульсией и т. п.

Водоизоляционный ковер при мастичной кровле состоит из нескольких слоев (2—5) в зависимости от уклона покрытия, армирующих прокладок (стеклоткань, стеклосетка, мешковина и т. п.) и защитного слоя, выполняемого из асфальтобетонных или цементных плит, песка, гравия или шлака (рис. (XIV-21, д)).

Толщину отдельных мастичных слоев, зависящую от гидроизоляционных свойств применяемой мастики, принимают от 2 до 6 мм.

Мастичные кровли применяют при тех же уклонах скатов, что и рулонные. В покрытиях с нулевым уклоном мастики могут иметь пониженную теплостойкость. Кровля в этом случае является «самозалечивающейся», так как неровности, трещины и другие повреждения, образующиеся в холодный период года, выравниваются, заполняясь размягченной мастикой в жаркую погоду.

В последние годы устраивают мастичные кровли из полимерных синтетических материалов: поливинилхлоридные, виниловые, неопреновые и другие с добавками пластификаторов, стабилизаторов, растворителей и других компонентов. Указанные кровли наносят напылением. Они обладают высокими водоизоляционными свойствами, атмосферостойчивы, морозостойки и эластичны.

Асбестоцементные кровли, применяемые в нашей стране, рассмотрены ранее. Здесь же укажем на некоторые особенности устройства этих кровель в зарубежном строительстве. Выпускаемые фирмами асбестоцементные листы не подразделяют на промышленные и гражданские. Длина их колеблется в пределах 1220—3600 мм, ширина не превышает 1000 мм, толщина составляет 5,5—8,7 мм, а высота волны 30—60 мм.

Наряду с неокрашенными выпускают асбестоцементные листы с различной цветной поверхностью. Например, в Англии вырабатывают коричневые, красные, голубые, зеленые листы (7—8 цветов и оттенков). В США листы обычно покрывают тонким водонепроницаемым слоем би-

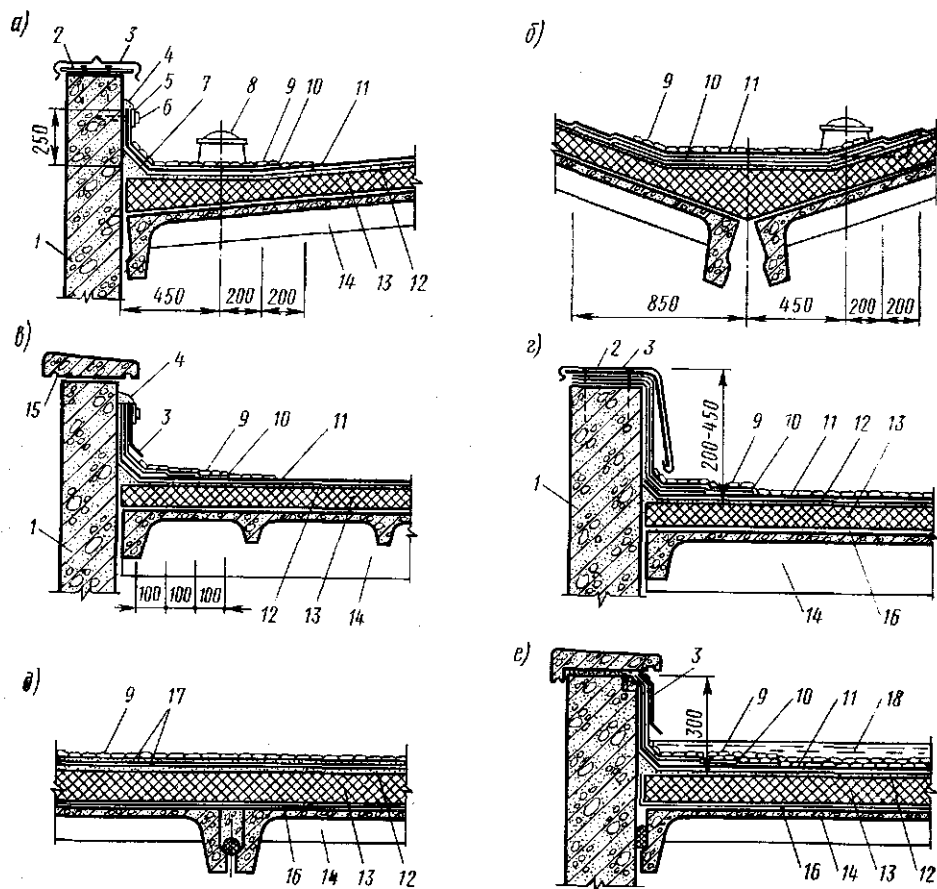


Рис. XIV-21. Детали покрытий с рулонной (а-с), мастичной (д) и водонаполненной (е) кровлями:

а — примыкание кровли к парапету; б — средняя ендова; в — е — примыкание кровли к фронтону; д — асфальтовая кровля; е — водонаполненная кровля; 1 — стена; 2 — костыли через 0,5 м; 3 — оцинкованная сталь; 4 — мастика; 5 — стальная полоса 40×3 мм; 6 — дюбель; 7 — раствор; 8 — воронка; 9 — защитный слой; 10 — дополнительный слой кровли; 11 — основной ковер; 12 — выравнивающий слой; 13 — утеплитель; 14 — плита; 15 — парапетная плита; 16 — паронизация; 17 — мастичные слои; 18 — слой воды

тумной эмульсии или парафина, а также гидрофобизуют их кремний-органическими составами, обеспечивающими полную водонепроницаемость асбестоцемента. Применяют также листы полуволнистые и складчатые, листы «каскадного» типа, позволяющие снизить уклон покрытия до 1:12. В отдельных случаях листы армируют стальной сеткой. Крепят листы к прогонам главным образом шурупами и болтами, а головки их,

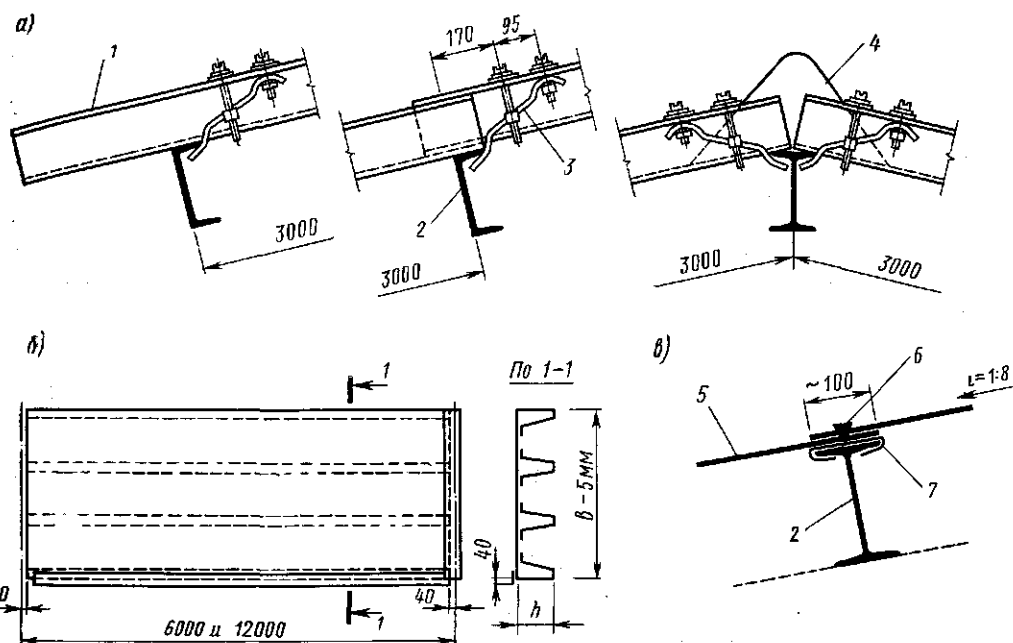


Рис. XIV-22. Металлические кровли:

а — из алюминиевых волнистых листов по прогонам; б — из однослойных алюминиевых панелей; в — из рулонированного металла; 1 — алюминиевый волнистый лист; 2 — стальной прогон; 3 — крепежный прибор; 4 — коньковый лист; 5 — металлический рулонированный лист; 6 — сварная точка; 7 — клямера

выступающие над поверхностью листов, закрывают противокоррозионными колпачками.

Металлические кровли в отечественном промышленном строительстве применяют ограниченно. Наиболее перспективны кровли из алюминиевых листов, которые не подвергаются коррозии и благодаря большой отражательной способности хорошо противостоят температурным изменениям, имеют малый вес (в 3 раза легче асбестоцементных и в 20 раз — железобетонных покрытий).

Отечественная промышленность выпускает плоские и волнистые алюминиевые листы. Плоские листы имеют длину от 2000 до 4000 мм, ширину от 400 до 2000 мм и толщину от 0,3 до 10 мм. Волнистые листы изготовляют длиной до 6000, шириной до 1500, высотой волны 50—100 и

толщиной 0,8—1,2 мм. Стальные листы имеют следующие размеры: плоские — длину 710—4000, ширину 510—1500 и толщину 0,25—4 мм; волнистые — длину 1420—2000, ширину 710—1000 и толщину 1—1,75 мм.

Металлические листы крепят к прогонам теми же способами, что и асбестоцементные, или специальными приборами (рис. XIV-22, а). Для предохранения от электрохимической коррозии мест соприкосновения алюминиевых листов со стальными прогонами последние покрывают специальной грунтовкой или оклеивают тканью, пропитанной защитным материалом.

В неутепленных покрытиях применяют однослойные кровельные панели (рис. XIV-22, б), состоящие из алюминиевого листа толщиной 1 мм и прикрепленного снизу ребер точечной сваркой. Панели имеют размеры в плане 1,5×6 и 1,5(3,0)×12 м.

Изображенную на рис. XIV-22, в кровлю выполняют из рулонированного тонколистового металла (оцинкованной стали или алюминиевого сплава). Длина ленты в рулоне 150 м и более, ширина 1560 и толщина 1 мм.

К прогонам, расположенным через 1,5 м, на уровне верхних полок крепят поперечные элементы — распорки с шагом 2 м. На созданные ячейки каркаса размером 1,5×2 м опирают кровельные ленты, которые для придания кровле необходимой жесткости и получения гладкой поверхности натягивают и приваривают к прогонам и распоркам точечной сваркой. Алюминиевые ленты прикрепляют к каркасу специальными клямерами.

Ограждение из металлического рулонированного листа по сравнению с панельными вариантами обходится дешевле, имеет меньшее количество стыков и небольшой вес.

Водонаполненные кровли

Главный недостаток рулонных кровель состоит в том, что, имея тускло-черную шероховатую поверхность, они поглощают почти полностью солнечные лучи. Чрезмерно нагреваясь, такие кровли становятся источником перегрева помещений, что особенно недопустимо для производств со строго заданным температурно-влажностным режимом. Поэтому производства искусственного и синтетического волокна, точного приборостроения и станкостроения и другие, оборудованные установками кондиционирования воздуха, целесообразно размещать в зданиях с плоскими покрытиями, заливаемыми водой.

Рекомендуется также применять водонаполненные кровли для зданий, располагаемых в южных и средних районах страны с расчетными температурами наружного воздуха в 13 часов самого жаркого месяца 25° и выше.

Водяной слой, обладая высокой тепловой инерцией, хорошей отражательной способностью и испаряемостью [с каждым граммом испарившейся воды уносится около 600 кал (2,52 кДж) тепла], служит эффектив-

ной защитой помещений от перегрева, практически исключая температурные деформации в покрытии. Водонаполненные кровли, обладают повышенной долговечностью и высокой степенью огнестойкости по сравнению с обычными.

Известны три способа охлаждения кровель водой: обрызгивание, заполнение водяным слоем до 300 мм и заливка слоем воды толщиной 25—100 мм.

Обрызгивание из специальной автоматической системы при расходе 0,4 л воды в 1 мин на 1 м² покрытия снижает поступление в цех солнечного тепла на 70%.

Заполнение кровли водой слоем до 300 мм позволяет понизить поступление солнечного тепла через крышу в здание на 80—90%. При этом способе водяной слой может находиться на кровле круглый год (зимой образуется лед) или только летом.

Наблюдения за кровлей с водой слоем 250—300 мм здания ткацкой фабрики во Франции показали, что при температуре воздуха на солнце 60° наибольшая температура воды была 25°, а зимой при температуре —15—20° (при продолжительности морозов около 5 недель) толщина льда достигала 200—250 мм, а под ним оставалась прослойка воды толщиной 50 мм (в результате соприкосновения воды с кровлей, подогреваемой внутренним воздухом). Следовательно, годовая амплитуда колебания температуры поверхности кровли составляла 25° вместо 90—100° при незащищенной кровле.

Наиболее часто заливают кровли водой слоем толщиной 25—100 мм на период летних месяцев. Наличие на кровле воды слоем толщиной 25 мм снижает поступление солнечного тепла в помещение на 65%. В Канаде, где климат близок к условиям средней и северной частей европейской территории нашей страны, толщину слоя воды на кровле принимают не более 40 мм. При этом передача тепла через покрытие снижается примерно на 70%.

В нашей практике промышленного строительства толщину слоя воды для охлаждения кровель принимают от 50 до 100 мм. Летние нагрузки на крышу в этих случаях не превышают величины нормируемых снеговых нагрузок, принимаемых в южных и средних районах СССР.

Материалами для водонаполненных кровель (см. рис. XIV-21, е) являются толь-кожа, гидроизол, изол и антисептированный (гнилостойкий) рубероид, наклеиваемые на соответствующих мастиках. Число слоев основного водоизоляционного ковра принимают не менее четырех. Защитный слой выполняют двойным из гравия, втопленного в мастику.

Основанием под водонаполненную кровлю служат гладкие поверхности плит или цементно-песчаный выравнивающий слой из цемента марки 50—100 толщиной 15—25 мм. Можно предусматривать асфальтовый выравнивающий слой, однако при условии содержания парафина в асфальте не более 3,5%. Теплоизоляцию выполняют из неорганических материалов, пароизоляцию — из тех же материалов, что и кровельный ковер.

Воду в отсеки кровли подают из водопроводной сети и поддерживают заданный уровень ее с помощью переливных патрубков, которыми

снабжают воронки внутреннего водостока. Для спуска воды с кровли переливные патрубки из воронок удаляют. Площадь водосбора на одну воронку определяют расчетом, и она не должна превышать 1000 м².

Таблица XIV-4

Технико-экономические показатели некоторых типов утепленных покрытий

Типы покрытий и сравниваемые показатели	Показатели при конструктивных элементах							
	кровля	утеплитель	пароизоляция	плиты или настилы	прогоны	фермы и связи	всего	
							единиц измерения	%
По железобетонным плитам 3×12 м:								
материал	ЗРС	Пбн.	Окл.	Жб.	—	Ст.		
вес, кг/м ²	50	60	3	202	—	22,8	337,8	100
расход стали, кг/м ²	0,3	—	—	10,6	—	22,8	33,7	100
стоимость в деле, руб/м ²	2,56	3,3	0,64	6,93	—	3,87	17,3	100
По штампованному настилу при пролете 3 м:								
материал	ЗР	Пнт.	Обм.	Ст.	Ст.	Ст.		
вес, кг/м ²	25	2	2	12	5,9	13,3	60,2	17,8
расход стали, кг/м ²	0,3	—	—	12	5,9	13,3	31,5	93,5
стоимость в деле, руб/м ²	2,24	2,9	0,33	3,28	1,04	2,19	12,0	69,3
По армированному асбестоцементному настилу при пролете 1,5 м:								
материал	ЗР	Пнт.	Обм.	Ацв.	Ст.	Ст.		
вес, кг/м ²	25	2,5	2	23,3	8,6	13,3	74,7	22,1
расход стали кг/м ²	0,3	—	—	0,8	8,6	13,3	23,0	68,2
стоимость в деле, руб/м ²	2,24	3,6	0,38	2,18	1,52	2,19	12,1	70
По полным асбестоцементным плитам 0,5×3 м:								
материал	ЗР	Мв.	Обм.	АП	Ст.	Ст.		
вес, кг/м ²	25	—	—	60	6,93	14,3	106,2	31,4
расход стали, кг/м ²	0,3	—	—	0,3	6,93	14,3	21,8	64,6
стоимость в деле, руб/м ²	2,24	—	—	6,87	1,34	2,38	12,8	74
По алюминиевым панелям 1,5×6 м:								
материал	ЗР	Пнт.	Обм.	АЛП	Ст.	Ст.		
вес, кг/м ²	25	—	—	42	5,9	14,3	87,2	25,8
расход алюминия и стали, кг/м ²	0,3	—	—	3,12	5,9	14,3	23,6	70
стоимость в деле, руб/м ²	2,24	—	—	13,1	1,04	2,4	18,8	108,7

Примечания: 1. Для всех типов покрытий принята сетка колонн 12×30 м.
2. В таблице приняты следующие сокращения: ЗРС — 3-слойная рулонная со стяжкой; ЗР — 3-слойная рулонная; Пбн — пенобетон; Пнт. — пенопласт; Мв. — минеральная вата; Окл. — оклеенная; Обм. — обмазочная; Жб. — железобетон; Ст. — сталь; Ацв. — армированные асбестоцементные листы; АП — полые асбестоцементные плиты; АЛП — алюминиевые панели ВНИИСТА.

В табл. XIV-4 приведены технико-экономические показатели некоторых типов утепленных покрытий (по данным ЦНИИ промзданий).

Данные табл. XIV-4 свидетельствуют о целесообразности замены покрытий из крупноразмерных железобетонных панелей облегченными типами с применением асбестоцементных, стальных и алюминиевых листов и панелей.

Меры по уменьшению накоплений снега на крышах зданий

При проектировании зданий выбирают наиболее простой профиль покрытий, не имеющий участков возможного скопления снега. Такие участки находятся в зонах аэродинамической тени, образуемой в заветренной стороне преград (фонарных надстроек, перепадов высот и т. д.). Встречая на пути такие преграды, воздушные потоки со снегом образуют завихрения, снижающие их скорость и создающие разрежение за преградами, что и вызывает отложение снега на крышах.

Больше всего снег осаждается на покрытиях с фонарями при поперечном ветре. При продольном ветре по отношению к фонарям снежные заносы на покрытиях значительно уменьшаются. Плоские крыши почти не задерживают снег. На покрытиях многих отделений горячих цехов опасности скопления снега нет при любом профиле этих зданий, так как выпадающий снег под действием внутреннего тепла тает без остатка.

Если здание окружено более высокой застройкой или зелеными насаждениями, т. е. находится в зоне аэродинамической тени, снег на покрытии оседает равномерным слоем. В открытых ветру местах на скатных крышах снег сдувается с наветренной стороны, а на заветренной его скапливается тем больше, чем круче скат.

Сползание снега обычно начинается с уклона ската в 45° , однако он обычно задерживается обратными токами воздуха. Такая крыша оказывается сильно перегруженной снегом на одном скате. Условия сдувания снега с покрытия тем лучше, чем выше здание.

Большое скопление снега может вызвать обрушение покрытий, загородить свет фонарей, а переменное замораживание и оттаивание снега ведет к преждевременному разрушению кровли.

Для борьбы с отложениями снега помимо выбора простого профиля здания стремятся расположить его продольной осью фонарей параллельно направлению господствующих ветров в зимний период года.

В целях самоочищения крыш от снега иногда устраивают полутеплые покрытия (с меньшим коэффициентом термического сопротивления). В этих случаях снег постоянно подтаивает под действием внутреннего тепла, проходящего через покрытие. Этот способ, однако, не всегда экономичен, так как повышается стоимость отопления. Кроме того, талая вода замерзает на холодных карнизах (при наружном водоотводе), образуя наледи и гирлянды сосулек, разрушающие кровельный ковер в местах его заделки.

Очищают покрытия от снега обычно вручную деревянными лопатами или посредством переносных снеготаялок.

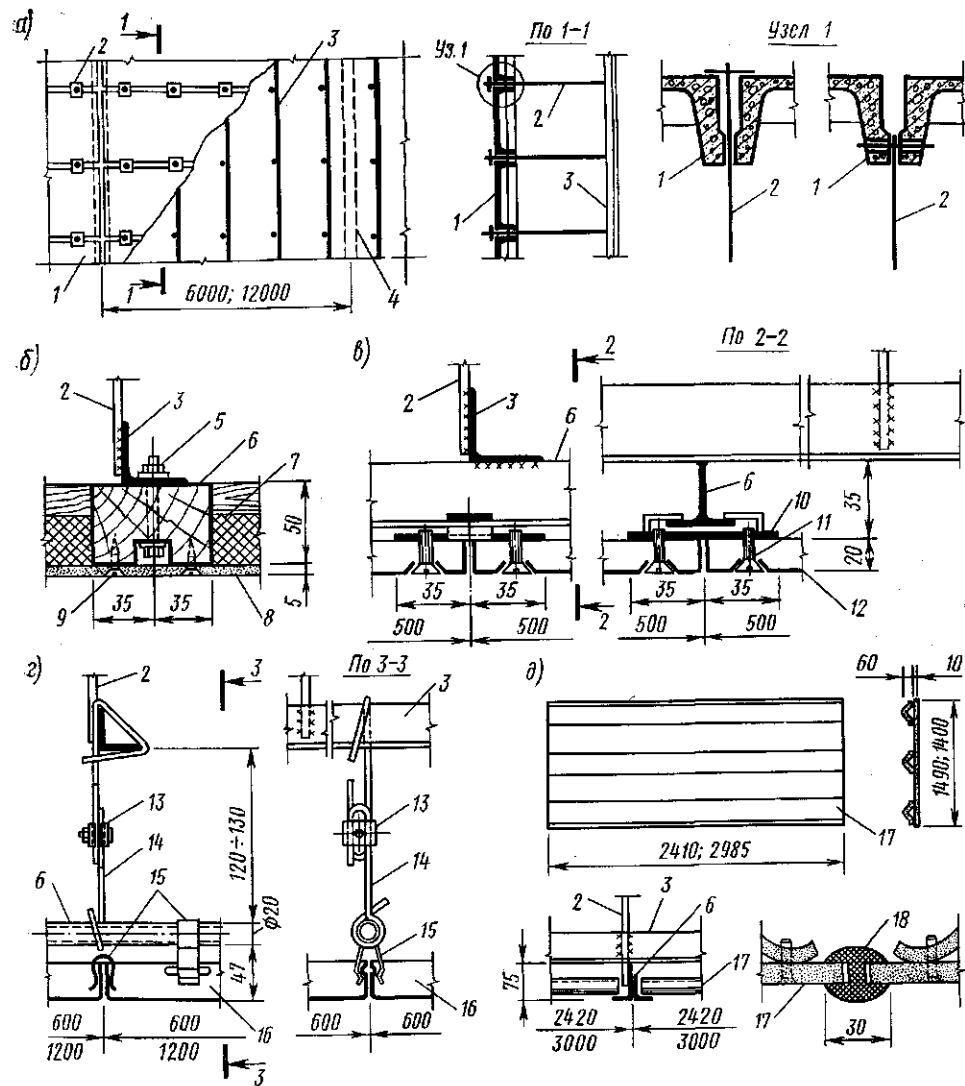


Рис. XIV-23. Примеры конструкций подвесных потолков:

а — унифицированная схема стального каркаса потолка; б — потолок из перфорированных асбестоцементных плит $1200 \times 750 \times 5$ мм; в — из стальных перфорированных панелей 499×499 мм; г — из алюминиевых перфорированных панелей 599×599 и 599×1199 мм; д — из усиленных асбестоцементных плит 1400×2985 и 1490×2410 мм; 1 — железобетонная плита покрытия (перекрытия); 2 — подвеска; 3 — несущая балка потолка; 4 — ферма (балка) покрытия; 5 — болт; 6 — направляющая балка; 7 — звукопоглотитель; 8 — перфорированная асбестоцементная плита; 9 — шуруп 4×40 мм; 10 — соединительная планка; 11 — винт М 4×22 мм; 12 — стальная перфорированная панель; 13 — прижимная планка; 14 — подвеска диаметром 5 мм; 15 — прижимные защелки; 16 — алюминиевая панель; 17 — усиленная асбестоцементная плита; 18 — резиновый уплотнитель

В некоторых зданиях, как отмечалось, для скрытия различных коммуникаций, располагаемых под покрытием (перекрытием), улучшения вида интерьера, лучшего освещения и вентиляции помещений, а также с целью снижения шума устраивают подвесные потолки. Такой потолок состоит из несущих и ограждающих конструкций.

Несущие конструкции подвесного потолка состоят из подвесок и несущих балок (рис. XIV-23, а). Подвески, выполняемые из круглой стали, закрепляют к покрытию (перекрытию); к ним крепят на сварке несущие балки из прокатных уголков.

К несущим балкам прикрепляют направляющие балки, которые в зависимости от типа потолка выполняют из деревянных брусков, уголков, тавриков или труб. Сечения подвесок и несущих балок принимают в зависимости от реальных нагрузок и выбранного шага балок.

Ограждающие элементы подвесных потолков выполняют из перфорированных асбестоцементных плит, стальных или алюминиевых штампованных панелей, асбестоцементных усиленных плит и других изделий. Поверх плит укладывают плитный звукопоглотитель. Снизу плиты окрашивают. Некоторые типы подвесных потолков показаны на рис. XIV-23, б—д.

Возможно устройство подвесных потолков из предварительно-напряженных рулонированных металлических лент, прикрепляемых к каркасу потолка самонарезающими винтами. Такие потолки удобны в монтаже, экономически выгодны и удовлетворяют современным архитектурным требованиям.

Если необходимо значительно снизить шум в производственном помещении, предусматривают специальный звукопоглощающий подвесной потолок (см. рис. XIX-11).

Г Л А В А

XV БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫЕ И ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ПОКРЫТИЯ

Строительство большепролетных зданий, в наибольшей мере удовлетворяющих требованиям технологической гибкости и универсальности, для некоторых отраслей промышленности вызывается производственной необходимостью (судостроительные и авиасборочные цехи, ангары и т. д.).

Вместе с тем строительство большепролетных зданий сдерживается из-за сложности конструкции большепролетных покрытий, трудности типизации их элементов и большой трудоемкости возведения. Кроме того, они менее приспособлены для подвески коммуникаций, а также кранового оборудования.

Экономичность большепролетных зданий зависит в основном от конструкции покрытий, так как их стоимость часто превышает половину всей стоимости зданий. В связи с этим создание простых и экономичных конструкций большепролетных покрытий является весьма актуальной задачей.

Покрытия в большепролетных зданиях подразделяются на плоскостные, пространственные и висячие.

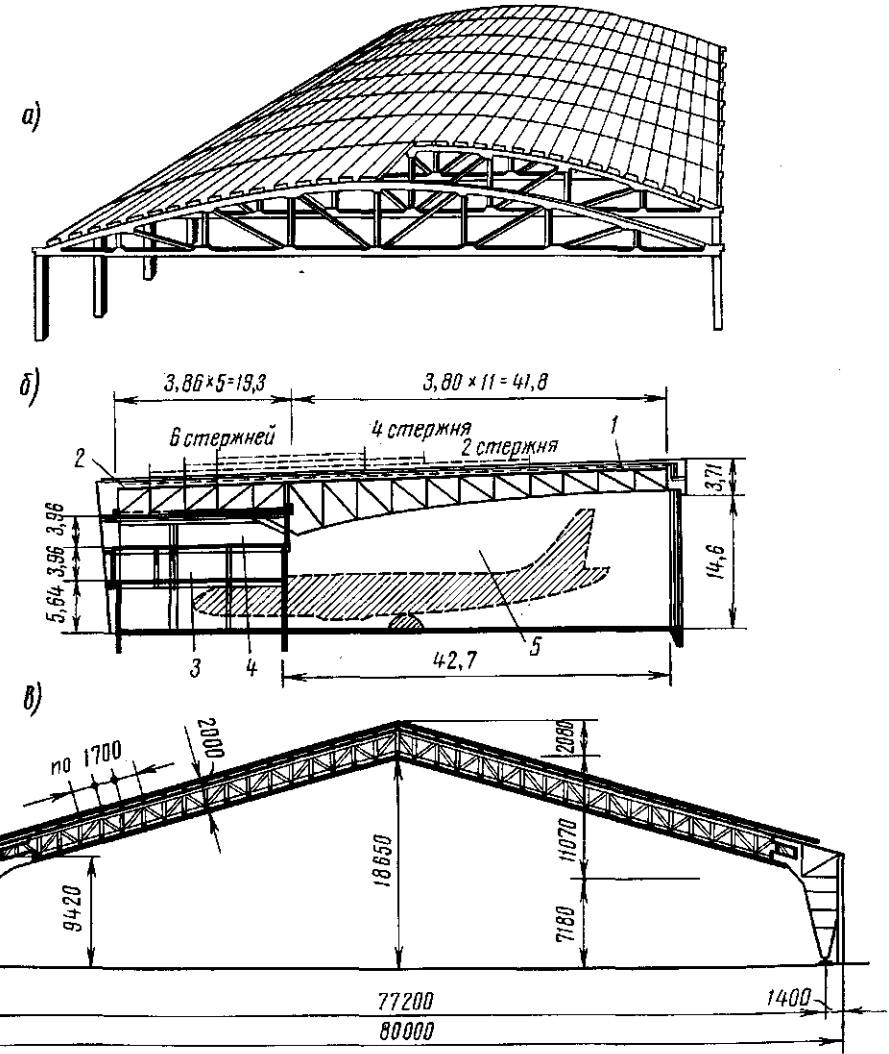


Рис. XV-1. Большепролетные плоскостные покрытия: а — с железобетонными фермами пролетом 96 м; б — со стальными предварительно-напряженными фермами пролетом 42,7 м; в — с металлическими рамами пролетом 80 м

Большепролетные плоскостные покрытия не отличаются от покрытий с обычными пролетами, однако они сложнее по конструкции вследствие больших пролетов. По несущим большепролетным фермам, балкам, аркам или рамам свободно укладывают и крепят к верхнему поясу ограждающие элементы по беспрогонной или прогонной схеме.

Несущие и ограждающие конструкции в плоскостных большепролетных покрытиях работают самостоятельно, а поэтому на них расходуется больше материала, они имеют больший собственный вес, возрастающий с увеличением пролета. Вследствие этого большепролетные покрытия плоскостного типа применяют редко.

Ниже рассмотрены характерные виды большепролетных плоскостных покрытий. Железобетонные фермы (рис. XV-1, а) пролетом 96 м собирают из линейных элементов, соединяемых в узлах сваркой закладных деталей и заливкой швов раствором. Фермы изготовлены из бетона марки 500 с предварительно-напряженным нижним поясом.

Изображенное на рис. XV-1, б здание ангара в США перекрыто предварительно-напряженными стальными фермами, которые опираются на два ряда колонн и имеют консольный вынос в 42 м. Предварительное напряжение верхнего пояса, выполненного из широкополочных двутавров, создано шестью стержнями диаметром 28,4 мм, заанкеренными в плитах многоэтажной части ангара. Заанкеренная часть ферм покрыта бетонной оболочкой.

Заслуживает внимания конструктивное решение склада пролетом 80 м (рис. XV-1, в) с несущими конструкциями из двухшарнирных металлических рам (Дания). Стойки рам выполнены из стальных профилей, ригели — из алюминиевых. По рамам, имеющим шаг 20 м, расположены решетчатые прогоны высотой 2 м с шагом 1,7 м. Кровля асбестоцементная. Жесткость здания в продольном направлении обеспечивается торцовыми контрфорсами.

Пространственные покрытия

Более рациональными являются пространственные покрытия, в которых совмещены несущие и ограждающие функции, благодаря чему снижен расход материалов.

Пространственные покрытия выполняют из плоскостных элементов (ферм и панелей), монолитно связанных между собой и работающих как единое целое, или в виде оболочек одинарной или двойной кривизны. Материалами для них служат сталь и железобетон (монолитный, сборный и сборно-монолитный). Больше распространены сборно-монолитные железобетонные конструкции; деревянные пространственные системы применяют редко.

В оболочках под действием равномерно распределенной нагрузки возникают взаимно уравновешивающиеся нормальные и поперечные уси-

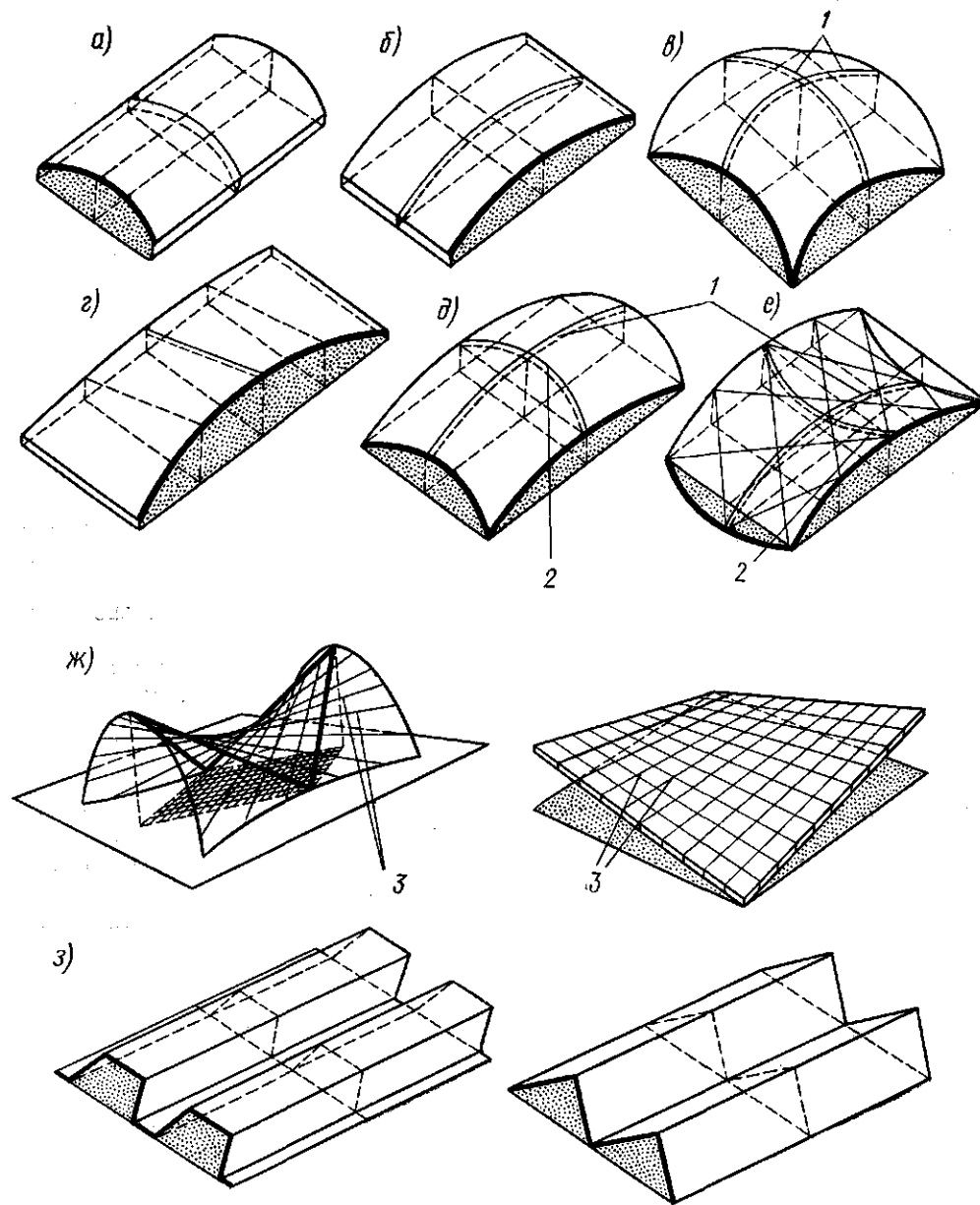


Рис. XV-2. Основные виды оболочек:

а — цилиндрическая длинная; б — то же, короткая; в — купольная (парусная); г — конусоидальная; д — параболоидная; е — гиперболическая; ж — гиперболично-параболическая; з — складчатые; 1 — образующая а; 2 — то же, б; 3 — прямые образующие

ля, а изгибающие моменты отсутствуют. Такое уравновешенное состояние оболочек, обеспечиваемое соответствующей кривизной, можно сравнивать с состоянием натянутой мембраны.

Оболочки даже при больших пролетах имеют небольшую толщину (от 30 до 100 мм), так как бетон в них работает в основном на сжатие.

При проектировании оболочек необходимо избегать передачи на них сосредоточенных нагрузок, так как в этом случае возникают изгибающие моменты, вызывающие значительное увеличение их толщины.

Применяется несколько типов оболочек. Простейшими из них являются цилиндрические оболочки, подразделяемые на короткие и длинные (рис. XV-2, а, б). Оболочка считается короткой при соотношении ширины (длины волны) к пролету (расстоянию между торцовыми диафрагмами) до 1:1,5 и длинной — при большем соотношении. Пространственная работа оболочки обеспечивается жесткими торцовыми диафрагмами, которые воспринимают тангенциальные усилия, возникающие по краям оболочки.

Несущая способность цилиндрических оболочек увеличивается при устройстве бортовых элементов. Оболочку с диафрагмой и бортовыми элементами можно опирать на четыре точки; отсутствие диафрагм превращает оболочку в свод, опираемый по продольным сторонам. В своде возникает распор, воспринимаемый фундаментами, затяжками или контрфорсами.

Здания можно перекрывать несколькими оболочками или сводами, имеющими общие бортовые элементы.

Широко применяют купольные оболочки, которые в зависимости от формы образующей кривой разделяют на сферические, параболические, эллиптические и стрельчатые. При срезке поверхности вращения четырьмя вертикальными плоскостями получается *парусный купол* (рис. XV-2, в). Основанием куполов может быть окружность и реже квадрат. Купола передают на опоры вертикальные нагрузки и распор.

Особую группу составляют оболочки с конoidalной поверхностью (рис. XV-2, г). Образующие линии таких оболочек перемещаются с одной стороны по дуге кругового или эллиптического очертания, с другой — по прямой линии или по дуге со значительно меньшей кривизной, чем на противоположной стороне. Конoidalные оболочки часто устраивают в шедовых покрытиях, перекрывающих помещение в перпендикулярном остекленной поверхности направлении.

К оболочкам двоякой кривизны относят параболические, в которых оба центра кривизны расположены по одну сторону поверхности, и гиперболические, имеющие центры кривизны по обе стороны поверхности (рис. XV-2, д, е). В этих оболочках образующие во взаимно перпендикулярных плоскостях имеют различную кривизну.

Двоякую кривизну имеют также гиперболично-параболические оболочки (рис. XV-2, ж), поверхность которых образуется двумя группами прямолинейных образующих. Для покрытия зданий берут часть поверхности гиперболического параболоида, ограниченную четырьмя прямолинейными образующими, по направлениям которых оболочку разрезают на отдельные близкие к квадрату элементы. Практиче-

ски оболочку собирают из одинаковых плит; незначительная разница между величиной плит и геометрическими размерами поверхности оболочки компенсируется различной шириной швов замоноличивания.

Оболочки типа гиперболический параболоид применяют для покрытия зданий с квадратной (иногда прямоугольной) сеткой колонн.

К оболочкам близки складчатые конструкции покрытия и т.п. (рис. XV-2, з), которые состоят из плоских тонкостенных плит, монолитно связанных под определенным углом и опирающихся по концам на диафрагмы. Железобетонные плиты, составляющие складку, называются графями, а линии их пересечения — ребрами.

Технико-экономические показатели плоскостного и некоторых типов пространственных покрытий (без фонарей) из сборных железобетонных конструкций приведены в табл. XV-1.

Таблица XV-1

Технико-экономические показатели плоскостного и пространственных покрытий

Конструкция покрытий	Сетка колонн, м	Расход материалов на 1 м ² покрытия				Схема оболочки
		бетон		сталь		
		см	%	кг	%	
Плоскостные (железобетонные сегментные фермы и панели 3×12 м) . . .	12×24	11,4	100	15,1	100	—
Из длинных цилиндрических оболочек	12×24	7,9	69	12,9	85	Рис. XV-2, а
Из коротких цилиндрических оболочек	12×24	8,6	75	10,8	72	Рис. XV-2, б
Из оболочек купольных (парусных)	24×24	7,4	65	8,9	59	Рис. XV-2, в
Из параболоидных оболочек	12×24	7,9	69	8,5	56	Рис. XV-2, д
Из гиперболических оболочек	12×24	7,1	62	11,9	79	Рис. XV-2, е
Из гиперболично-параболических оболочек	24×24	7,3	64	8,2	54	Рис. XV-2, ж
То же	12×24	6,0	53	8,1	54	Рис. XV-2, з

Ниже приведены примеры пространственных покрытий из отечественной и зарубежной практики проектирования и строительства.

Изображенное на рис. XV-3, а пространственное покрытие пролетом 60 м состоит из ферм параболического очертания (бетон марки 500) и сводчатых панелей длиной 12 м (бетон марки 300). Ферму собирают из отдельных элементов и после замоноличивания узлов предварительно напрягают. Из верхнего пояса ферм выпускают арматурные стержни, а в торцах плит предусматривают вырезы.

После сварки закладных элементов ферм и панелей швы заделывают бетоном, вследствие чего плиты включаются в работу верхнего пояса ферм.

Хорошие показатели имеет покрытие из длинных цилиндрических оболочек, применяемых при сетке колонн 12×24 м и более (рис. XV-3, б). Покрытие состоит из тонкостенных блоков-оболочек размером 5×12 м

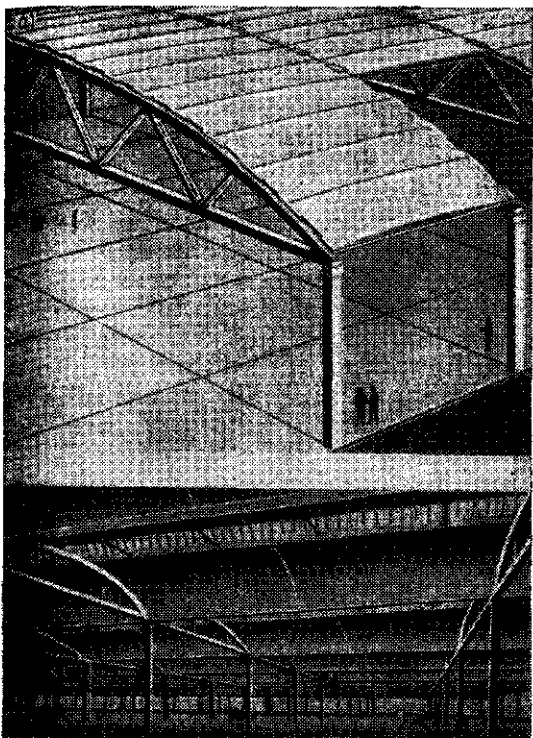


Рис. XV-3. Пространственные покрытия:

а — с железобетонными фермами пролетом 60 м; б — с применением цилиндрических оболочек

вадет горизонтальные перемещения краев оболочек (каждая оболочка в этом случае рассчитана как свободно стоящая). В каждой оболочке замоноличивают все швы, а между торцами плит смежных оболочек — только на приопорных участках длиной по 3—4 м.

Примером монолитной железобетонной куполообразной оболочки может служить здание фабрики резиновых изделий (Англия), главное помещение которой перекрыто девятью оболочками размером $18,6 \times 25,5$ м со стрелой подъема 2,4 м. Оболочки толщиной 75 мм оперты здесь на железобетонные арки. Разрывы между оболочками перекрыты плитами, которые связаны с затяжками арок. В куполах предусмотрены световые фонари диаметром 1,8 м (рис. XV-4, б).

Корпус автобусного парка (рис. XV-5, а) в Ленинграде перекрыт сводами бочарного типа пролетом 96 м и длиной волны 12 м. Покрытие смонтировано из ребристых предварительно-напряженных плит размером 3×12 м, уложенных на поперечные железобетонные диафрагмы пролетом 12 м. Смежные волны имеют общий бортовой элемент и затяжку.

(средняя толщина 40 мм), арок-диафрагм пролетом 12 м и высотой 2,3 м, бортовых балок длиной 24 м и подфонарных блоков решетчатой конструкции. Арки-диафрагмы и бортовые балки (бетон марки 400) делают предварительно-напряженными. После замоноличивания покрытия работает как гладкая многоволновая длинная оболочка.

При сетке колонн 18×24 , 18×30 м и других покрытие можно делать сборно-монолитное из железобетонных многоволновых купольных оболочек, допускающих устройство световых фонарей и подвеску транспорта. Оболочки собирают из ребристых цилиндрических плит размером 3×6 м и контурных сегментных ферм (рис. XV-4, а).

Плиты приваривают к общим фермам-диафрагмам со стороны только одной из смежных оболочек; плиты же другой оболочки опирают свободно, что обеспечи-

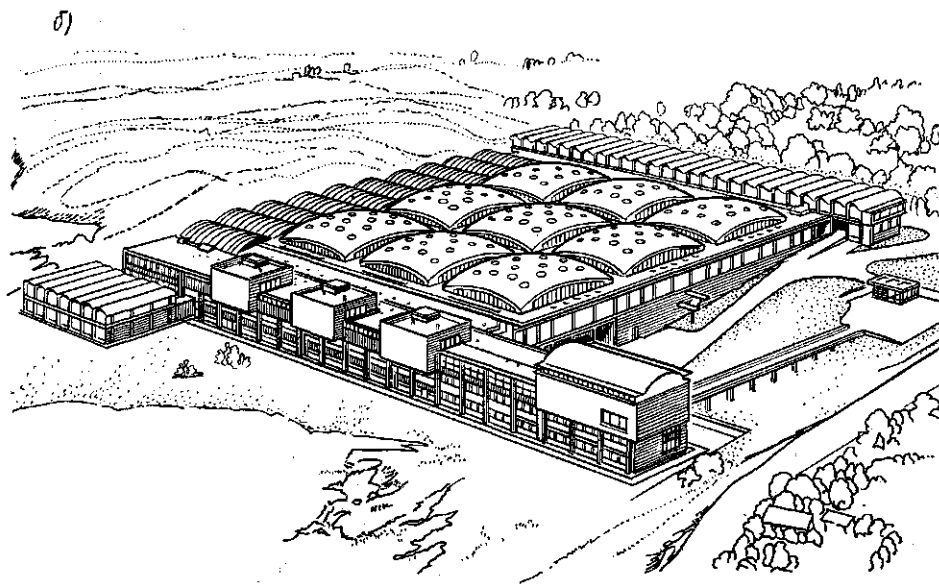
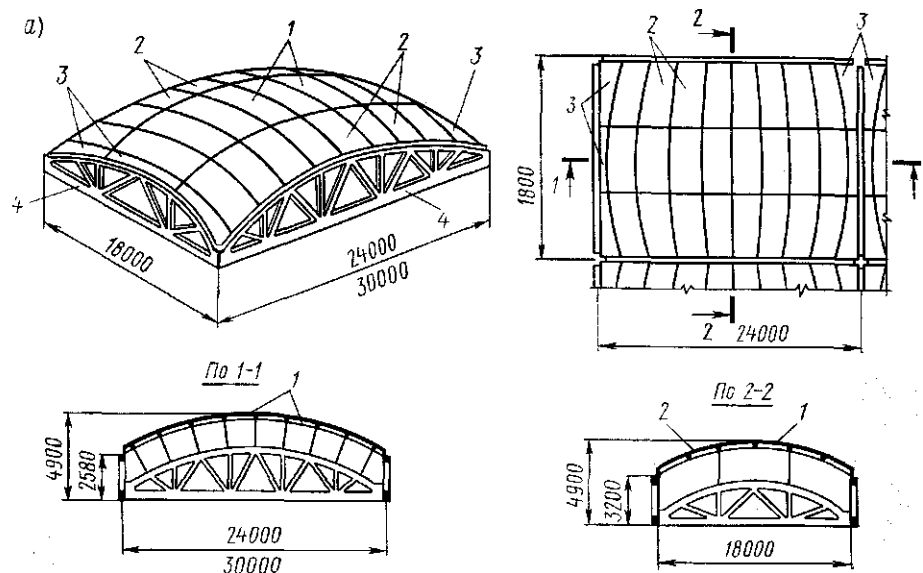


Рис. XV-4. Пространственные покрытия из купольных оболочек:

а — размером в плане 18×24 и 18×30 м; б — размером $18,6 \times 25,5$ м; 1 — средние плиты; 2 — контурные плиты; 3 — доборные плиты; 4 — контурные фермы-диафрагмы

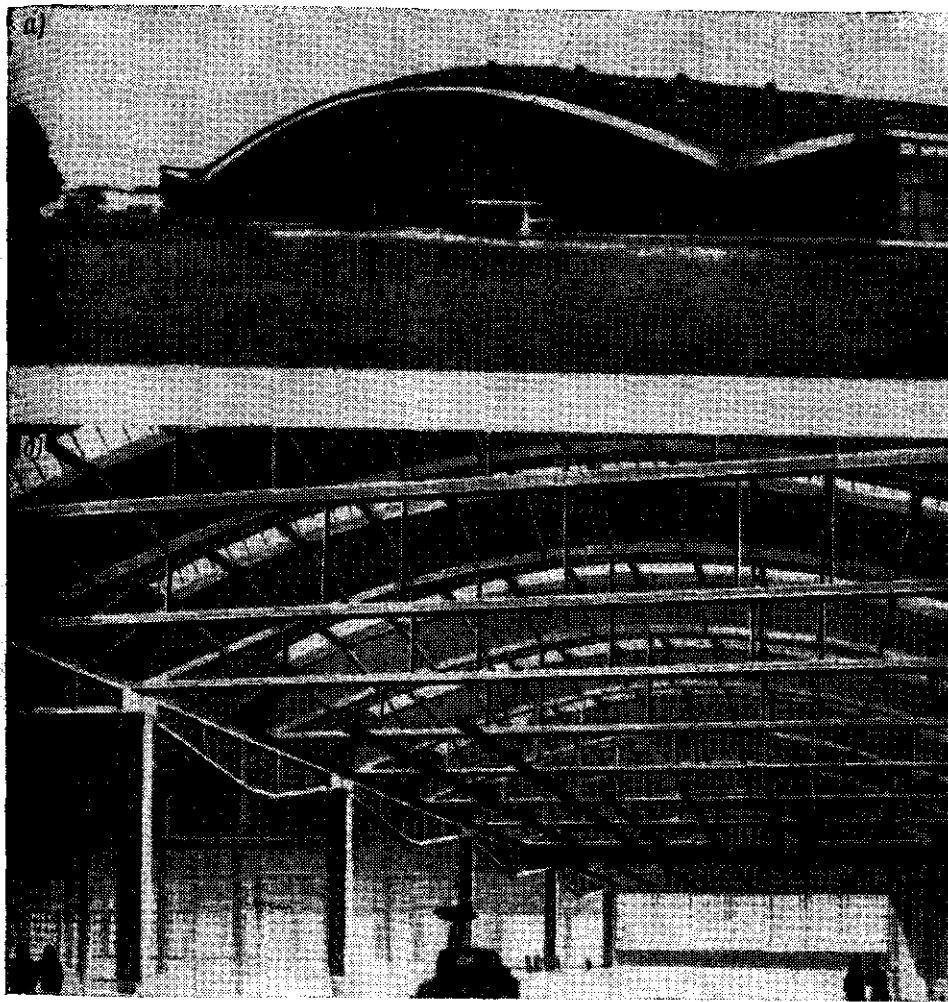


Рис. XV-5. Пространственные покрытия:

a — в виде бочарного свода пролетом 96 м; *b* — арочно-складчатое пролетом 60 м

Бортовые элементы собраны из деталей таврового сечения, соединенных с плитами выпусками арматуры и замоноличиванием, а затяжки — из блоков лоткового сечения с пучковой арматурой. После натяжения арматуры затяжки были замоноличены.

На рис. XV-5, *b* показано арочно-складчатое покрытие, представляющее собой многоволновую поверхность в продольном направлении и параболическую — в поперечном. Покрытие состоит из параболических арок пролетом 60 м со стрелой подъема 8 м, монтируемых из предварительно-напряженных ребристых плит толщиной 60 мм и железобетонных

затяжек с шагом 12 м. Плиты образуют складки шириной 12 м, опирающиеся на железобетонные подстропильные балки длиной 24 м.

Все элементы изготовляют из бетона марки 400 и соединяют между собой посредством выпусков арматуры и замоноличивания швов. Укрупненную сборку арок ведут на стенде. В таком покрытии предусмотрены световые фонари шириной 3 м. К аркам-складкам подвешены краны грузоподъемностью 15 т.

Во всех вариантах покрытий, показанных на рис. XV-6, оболочки типа гиперболического параболоида собирают из ребристых плит размерами 3×3 м. Плиты с толщиной поля 35—40 мм и высотой ребер 120 мм армируют сетками из стержней диаметром 6—10 мм. Часть стержней выпускают из плоскости торцов плит. Швы между плитами замоноличивают.

Скалывающие напряжения в таких оболочках передаются через четверти в ребрах. Оболочки по контуру опирают на фермы или балки пролетом от 12 до 36 м. Горизонтальные усилия, передаваемые фермами и балками на колонны, воспринимаются железобетонными предварительно-напряженными затяжками, которые располагают по диагонали оболочки или в плоскости поясов арок-диафрагм. Пример покрытия здания рассмотренными оболочками показан на рис. XV-6, *b*.

Значительно снижаются материалоемкость и вес зданий, а также резко сокращаются сроки и трудоемкость их возведения в случае применения для покрытий пространственных стальных конструкций, комплектно поставляемых на стройку с полной заводской готовностью.

Этим требованиям в полной мере удовлетворяют покрытия типов «Модуль» и «Берлин», возводимые из унифицированных трубчатых элементов и отличающиеся простотой и универсальностью.

Небольшая высота структурных плит позволяет уменьшить площадь стен и объем здания на 20—25%. Частое расположение узлов облегчает подвеску монорельсовых путей и технологических устройств. Малый вес и небольшой размер отдельных элементов делают их удобными в перевозке. В таких покрытиях можно устраивать световые фонари, и они имеют красивый вид.

Структурные конструкции покрытий особенно пригодны для строительства на слабых грунтах, при ограниченном времени монтажа, небольших размерах строительной площадки и плохих подъездных путях к ней.

Покрытие типа «Модуль» komponуют из структур размерами 36×36 , 30×30 или 24×24 м при сетке колонн соответственно 24×24 , 18×18 и 20×20 м (рис. XV-7, *a*, *b*). Квадратные размеры модуля позволяют строить здания различной конфигурации в плане. Каркас здания состоит из структурной плиты и колонн, расположенных в четырех углах на некотором расстоянии от ее контура, что дает разгружающие консоли по периметру плиты.

Структурная плита для этого покрытия принята двухпоясной с ортогональной сеткой узлов. В основу геометрического построения ее положена пирамида с квадратным основанием. Размер ячейки 2×2 м, строительная высота 1,41 м. Плиту собирают из стержневых и узловых элементов. Стержневые элементы запроектированы из горячекатаных труб

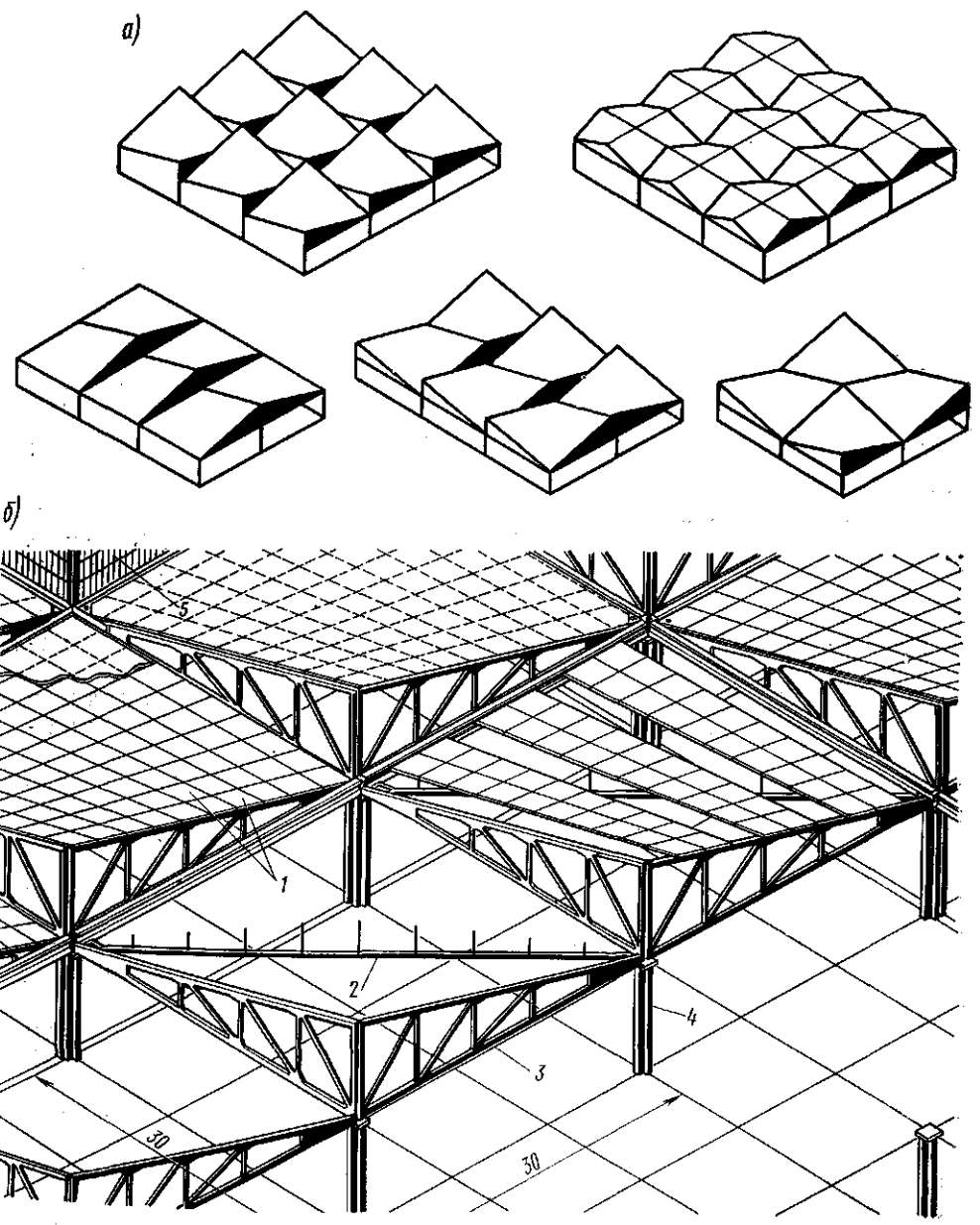


Рис. XV-6. Примеры покрытий из оболочек типа гиперболический параболоид:
 а — типы покрытий; б — покрытие с сеткой колонн 30×30 м; 1 — плиты; 2 — затяжка;
 3 — фермы; 4 — колонны; 5 — остекление

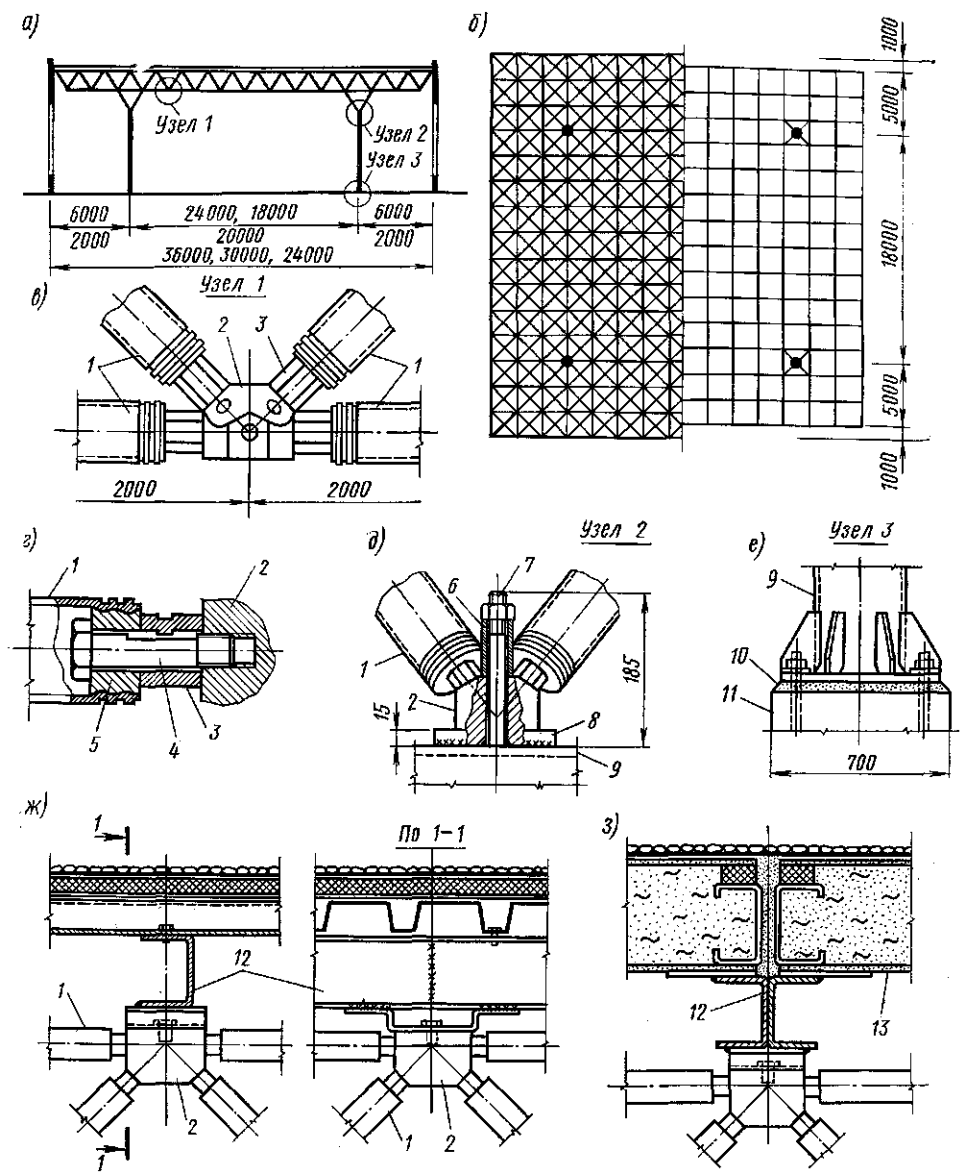


Рис. XV-7. Пространственное покрытие типа «Модуль»:

а — схема разреза; б — план покрытия по верхним и нижним поясам; в — узел соединения стержневых элементов; г — узел крепления стержневого элемента к «полусфере»; д — узел опирания структурной плиты на колонну; е — крепление колонны к фундаменту; ж — деталь кровельного покрытия по профилированному настилу; з — то же, по асбоцементным панелям; 1 — стержневой элемент; 2 — узловый элемент; 3 — поводковая гайка; 4 — болт М 22; 5 — вкладыш; 6 — труба 45×3,5 мм длиной 70 мм; 7 — анкер М 22; 8 — пластина 120×120×15 мм; 9 — колонна; 10 — цементный раствор М 200 толщиной 30 мм; 11 — фундамент; 12 — гнутый швеллер 80×70×4 мм (длина 6 м); 13 — асбестоцементная панель размером 5980×1190 мм

диаметром 50—133 мм, в концы которых запрессованы вкладыши. Узловые элементы, названные условно сферой и полусферой, имеют отверстия (с резьбой) в направлении сходящихся стержней, что позволяет в одном узле соединять от 8 до 12 стержней.

Элементами крепления стержней в сфере или полусфере являются также высокопрочные болты диаметром 22 мм, на которых с помощью

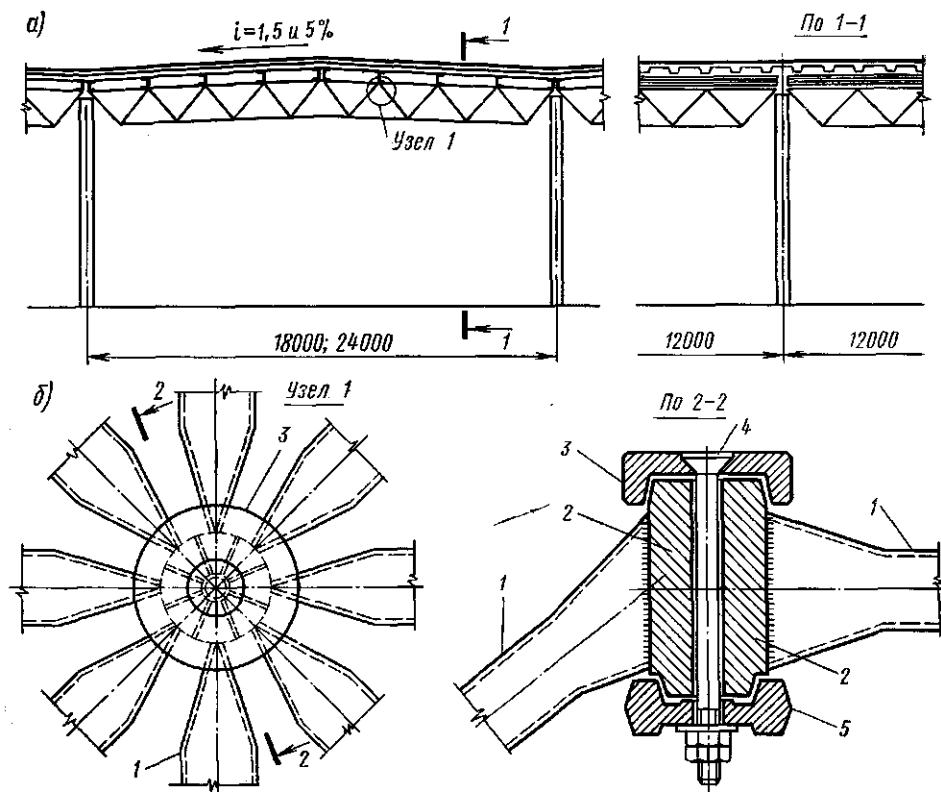


Рис. XV-8. Пространственное покрытие типа «Берлин»:

a — схема разрезов здания; *b* — узел соединения стержневых элементов (на сечении 2—2 показаны только два стержня); 1 — стержневой элемент; 2 — клиновидный наконечник; 3 — верхняя шайба; 4 — болт; 5 — нижняя шайба

винтов или шпонок фиксируют поводковые гайки. Болты имеют срезы (штифты). Соединяют стержень с узловым элементом вращением поводковой гайки, которая, упираясь в штифт и сообщая болту вращательно-поступательное движение, ввинчивает болт в узловой элемент (рис. XV-7, *в, г*).

Соединение получает необходимую прочность после того как головка болта, находящаяся внутри стержня, упрется во внутреннюю поверхность вкладыша, а поводковая гайка будет плотно зажата между поверхностями узлового элемента и вкладыша.

Структурную плиту вместе с кровельным покрытием собирают внизу на подкладках, а затем поднимают в проектное положение. Опирают плиту на колонны через пирамидальные капители, образуемые из стержневых элементов (рис. XV-7, *д*). Ограждение покрытия монтируют из эффективных конструкций (рис. XV-7, *ж, з*).

Пространственное стальное покрытие типа «Берлин» представляет собой стержневую складчатую конструкцию, состоящую из наклонно расположенных основных ферм с общими верхними и нижними поясами. Основные фермы объединены по меньшей стороне секции подстропильными фермами, лежащими в плоскости опорных раскосов.

Каждая секция такого покрытия или сетка колонн имеет размеры 12×18 и 12×24 м (рис. XV-8, *а*). Поясные и диагональные стержни имеют модуль, соответствующий ячейке 3×3 м. Высоту структурной плиты в зависимости от пролета принимают 1,2—1,8 м. Секции выполняют с опиранием верхнего пояса по четырем углам (опорные раскосы — нисходящие, растянутые).

Стержни для плиты изготавливают из труб диаметром от 45 до 108 мм. Концы стержней сплющивают, обрезают под нужным углом и наращивают клиновидными элементами. Узловое соединение состоит из двух круглых шайб с краевыми выступами, обхватывающими и обжимающими при помощи одного болта все соединяемые в узле элементы (рис. XV-8, *б*). Оно позволяет в одном узле соединять до восьми стержней.

Висячие покрытия

Основные несущие конструкции висячих покрытий работают на растяжение. По меньшей мере в одном направлении такие покрытия имеют отрицательную кривизну, являясь противоположностью сводчатым покрытиям.

По способу повышения стабильности и особенностям конструктивных решений висячие покрытия подразделяют на винтовые и собственно висячие.

Несущими элементами в вантовых покрытиях служат тросы, пучки из высокопрочной проволоки и вантовые прямолинейные элементы. В качестве настилов рекомендуется применять алюминиево-пластмассовые панели, коробчатые настилы из стеклопластиков и сотовые панели. Железобетонные панели применяют в тех случаях, когда они с помощью предварительного напряжения обжимаются и затем омоноличиваются, в результате чего покрытие превращается в оболочку.

Вынос несущих элементов в вантовых покрытиях из помещения за пределы кровли позволит свободно развивать высоту пролетной конструкции, не увеличивая объема помещения. При этом необходимо, однако, тщательно защищать стальные элементы от атмосферной коррозии.

В вантовом покрытии, показанном на рис. XV-9, *а*, предусмотрены железобетонные балки жесткости пролетом 96 м, имеющие небольшую

стрелу подъема. Балки подвешивают к вантам и одновременно опирают на треугольные стойки, собираемые из сборных железобетонных элементов. По балкам укладывают железобетонные преднапряженные панели размером 3×12 м. Монтируют покрытия на металлических лесах, соединяя элементы сваркой закладных деталей и замоноличиванием швов. После отвердения бетона стыков натягивают пучки арматуры.

Вантовое покрытие большепролетного здания с пролетами $60 + 12 + 60$ м (рис. XV-9, б) состоит из железобетонной этажерки шириной 12 м, криволинейных балок длиной 60 м (собираемых из трех элементов двутаврового сечения) и преднапряженных панелей размером 3×12 м.

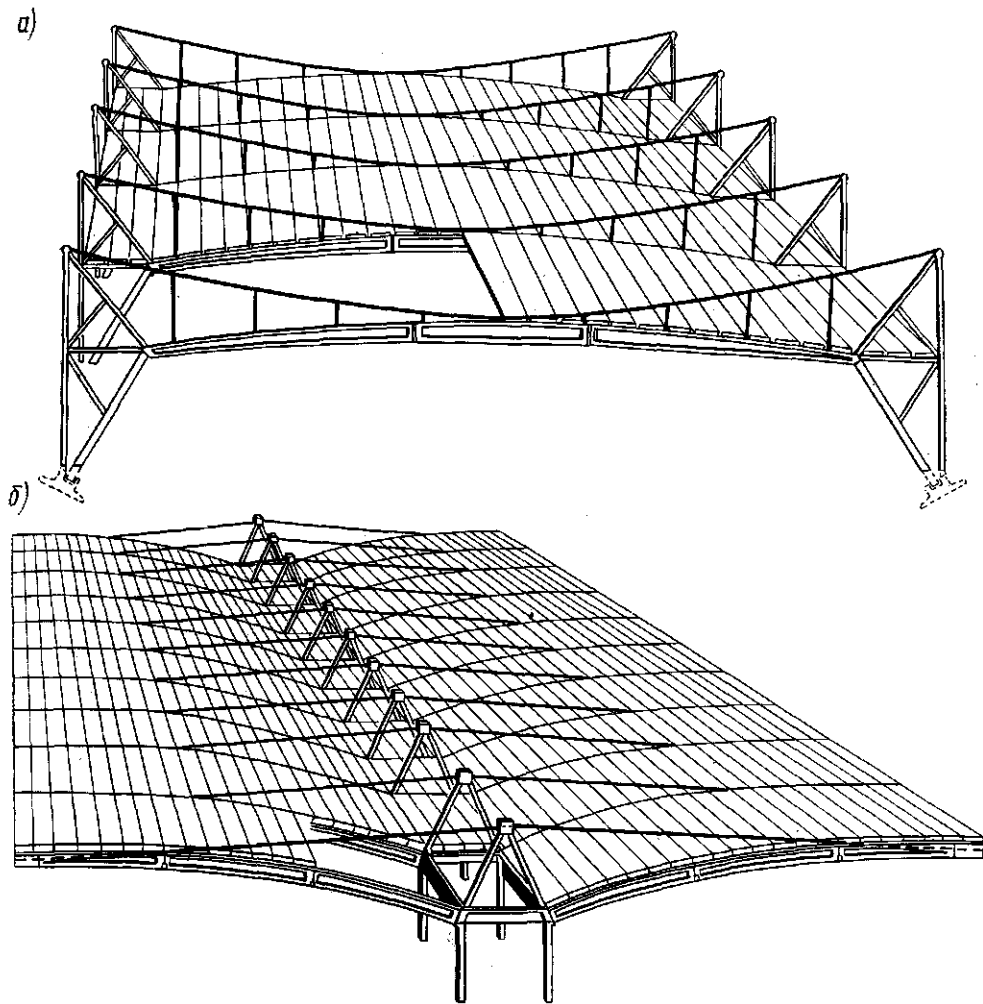


Рис. XV-9. Вантовые покрытия:
а — пролетом 96 м; б — пролетом $60 + 12 + 60$ м

В верхней части этажерок, используемых для размещения бытовых и лабораторных помещений, колонны образуют треугольники, к которым на канатах подвешивают балки.

Для консольных вантовых систем важное значение имеет характер сопряжения покрытия со стенами, так как прогиб конца консолей от снеговой нагрузки может достигать 300 мм. В зимнее время при отсутствии

снега может появиться обратный прогиб величиной 120—150 мм, перемещающий вверх конец консолей на 450 мм. Температурное воздействие на прогиб консолей летом меньше, если канаты от солнечной радиации защищены светлой покраской. Имея в виду сказанное, необходимо примыкать консоли к этажеркам на шарнирах и предусматривать соответствующее сопряжение покрытия со стенами.

Несущими конструкциями собственно висячих покрытий являются мембраны и гибкие нити, криволинейно очерченные под действием приложенной к ним нагрузки. Нагрузка на нити может передаваться с помощью подвесок. В прямоугольных зданиях несущие нити располагают параллельными рядами, в круглых зданиях — радиально.

В целях обеспечения устойчивости от действия ветровой нагрузки ограждающую часть висячих покрытий выполняют из тяжелых настилов, чтобы собственный вес покрытий превосходил предполагаемый ветровой отсос. Необходимо производить обжатие железобетонного настила.

Наряду с рассмотренными одноярусными висячими системами применяют также двухярусные. Наличие в таких системах не только основных несущих канатов, но и натягающих, а иногда и наклонных диагональных элементов делает их более жесткими и позволяет применять ограждение из легких эффективных настилов.

Одноярусное висячее покрытие применено в здании гаража, построенного в Красноярске (рис. XV-10, а). Сетка осей здесь $12 \times (12 + 78 + 12)$ м. Несущими элементами покрытия служат канаты диаметром 40 мм, с шагом 1,5 м, которые прикреплены к железобетонным бортовым балкам двутаврового сечения. По канатам уложены железобетонные плиты размером $1,5 \times 1,5$ м и толщиной 25 мм. Бортовые балки опираются на колонны, усиленные заанкеренными в грунте оттяжками. Плиты сопряжены с канатами посредством петлевых выпусков, а швы между ними замоноличены бетоном. Продольный уклон кровли от середины к торцам здания создан разностью провеса канатов; наименьший провес имеют средние канаты, наибольший — торцовые.

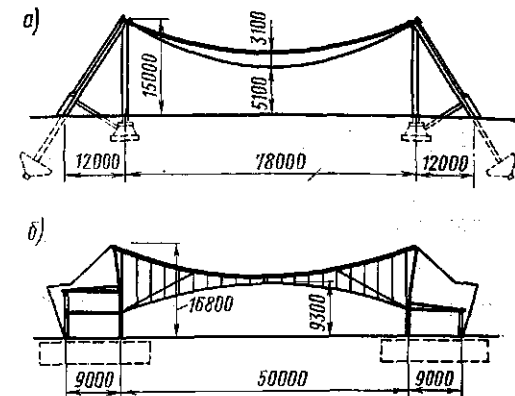


Рис. XV-10. Висячие покрытия:
а — одноярусное пролетом $12 + 78 + 12$ м; б — двухярусное пролетом $9 + 50 + 9$ м

На рис. XV-10, б показано построенное в ГДР двухпоясное висячее покрытие автобусных мастерских пролетом $9+50+9$ м. Висячие фермы, имеющие шаг 5,4 м, состоят из несущих и натяжных элементов, двух наклонных тросов и подвесок. Очертание несущих и натяжных элементов — параболическое. Все элементы висячих ферм выполнены из круглой стали с пределом прочности 90 кг/мм^2 (900 МПа). Между фермами подвешена сетка из стальных стержней, по которой уложены асбестоцементные настилы, утеплитель и рулонная кровля.

Нагрузка от висячих ферм передается на железобетонные контрфорсы, расположенные через 21,6 м. Натяжные элементы и наклонные тросы закреплены в междуэтажных перекрытиях.

Висячие покрытия позволяют создать любое объемно-планировочное решение здания, а при надлежащем выборе материалов несущих и ограждающих конструкций можно построить здания различной долговечности и удовлетворяющие разнообразным эксплуатационным требованиям.

При относительно небольшом расходе металла и малом собственном весе, простоте в изготовлении и монтаже висячие покрытия позволяют перекрывать большие пролеты — более 100 м.

Пневматические конструкции

Для размещения различных технологических установок и хранения сырья и материалов возможно возводить сооружения с необычными для строительной практики пневматическими конструкциями.

Принцип возведения пневматических сооружений основан на том, что во внутреннее замкнутое пространство мягких оболочек нагнетают атмосферный воздух, который растягивает оболочку, придавая ей заданную форму, устойчивость и несущую способность. Мягкие оболочки выполняют функцию ограждающих конструкций.

Для поддержания пневматических сооружений в равновесии величина избыточного давления на оболочку в нормальных условиях составляет 5—20 мм вод. ст. или $5\text{—}20 \text{ кг/м}^2$ ($50\text{—}200 \text{ Па}$). При сильном ветре или снегопаде избыточное давление повышают до 30—50 мм вод. ст. ($300\text{—}500 \text{ Па}$), а в исключительных случаях — до 100 мм вод. ст. (1 кПа) и более. Так, при снежной нагрузке 75 кг/м^2 (750 Н/м^2), равномерно распределенной по оболочке, внутреннее давление должно быть 76 кг/м^2 (760 Па), включая собственный вес оболочки 1 кг/м^2 (10 Па).

Для человека такое избыточное давление неощутимо (оно нередко возникает в обычных зданиях при ветре), а поэтому пребывание его в пневматических сооружениях не представляет никакой опасности.

Пневматические сооружения обладают уникальной легкостью. Так, при пролетах свыше 100 м вес 1 м^2 оболочки едва превышает 3 кг/м^2 . Они весьма компактны в сложенном виде, а поэтому их легко перевозить любым транспортом. Время возведения пневматических сооружений измеряют часами. Эти качества создают возможность применения пневмо-

конструкций в труднодоступных малоосвоенных районах. Особенно эффективны они для сборно-разборных сооружений, а также для временных производственных и складских помещений и гаражей.

Пневматические здания и сооружения обладают высокой надежностью. При выходе из строя агрегатов, подающих воздух, опускание оболочки происходит очень медленно. За это время люди могут спокойно эвакуироваться из здания. При достаточно мощных нагнетающих агрегатах в пневматических зданиях проемы можно открывать на длительное время.

Основными элементами пневматического здания являются оболочка (иногда с каркасом), воздухонагнетающий агрегат и дверь или ворота. В зданиях, возведенных из прозрачных оболочек, проемы для освещения не требуются. Если же оболочка непрозрачна, то в ней предусматривают окна преимущественно круглого очертания. При искусственном освещении электропроводку и арматуру подвешивают на специальных петлях, пришиваемых и приклеиваемых к оболочке, или прикрепляют к элементам каркаса.

Для создания необходимого избыточного давления под оболочками зданий и сооружений используют различного типа насосы и центробежные воздуходувки, оборудованные автоматическими устройствами для поддержания заданного давления.

Двери и ворота в зданиях из мягких оболочек в целях герметизации могут иметь воздушные шлюзы. Простейшей дверной конструкцией является скользящий карман. Проем в этом случае закрывают висячей мембраной, которая прижимается к оболочке избыточным внутренним давлением. Часто предусматривают вращающиеся двери, которые даже при высоком внутреннем давлении не оказывают заметного сопротивления входящим или выходящим.

Пневматические сооружения имеют существенные недостатки: они сравнительно дороги, легко повреждаемы от механических воздействий и неогнестойки, вследствие чего они непригодны для капитального строительства.

Материал оболочек пневматических зданий должен быть воздухопроницаемым, эластичным, прочным, легким, долговечным и надежным в эксплуатации.

Для пневматических зданий преимущественно применяют полиэфирные, поливинилхлоридные, полиэтиленовые пленки. Их можно клеить и сваривать. Недостатком этих пленок является то, что они быстро стареют под воздействием ультрафиолетовых лучей солнца.

Долговечность пленок можно повысить абсорбирующими покрытиями с применением сажи, путем напыления металлов или каширования алюминиевой фольгой. С этой же целью пневматические конструкции окрашивают в различные цвета или покрывают слюдой или кварцевыми зернами. Такое покрытие, сохраняя светопрозрачность материала, надежно защищает пленки от ультрафиолетовых лучей.

Широко применяют для оболочек армированные пленки. Армирующие сетки с ячейкой от 3 до 20 мм изготавливают из металлических проволок, натуральных, минеральных или синтетических волокон. Сетки за-

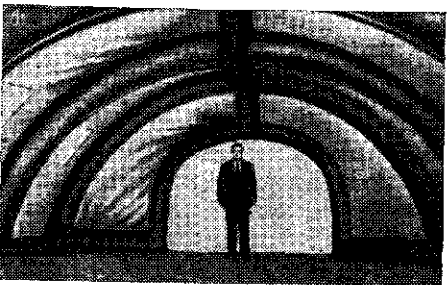
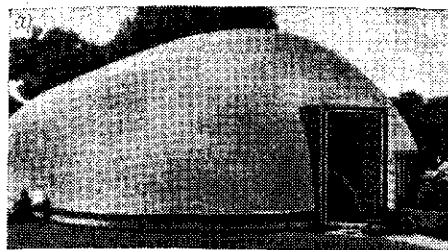


Рис. XV-11. Пневматические конструкции зданий:

а — воздухоопертая конструкция склада (США); б — то же, сооруженная военного соединения; в — пневмокаркасная конструкция здания (Англия)

прессовывают в пленку. Для оболочек используют также прорезиненные ткани.

Прочность на разрыв наиболее распространенных пленок составляет 3—20 кг/мм² (30—200 МПа).

В зависимости от способа обеспечения устойчивости и неизменяемости оболочки пневматические здания и сооружения подразделяют на три основные группы: воздухоопертые, воздухоносимые и комбинированные.

Воздухоопертые пневматические своды и купола изготавливают из тонкой газонепроницаемой пленки (ткани). Эксплуатируемый объем таких конструкций находится под небольшим избыточным давлением — порядка 10—50 мм вод. ст. (100—500 Па). Расчетное давление поддерживается воздушными двигателями небольшой мощности. Например, для оболочки размером в плане 12×24 м необходима установка мощностью 0,33 кВт. Недостатком воздухоопертых конструкций является невозможность использования их для зданий с часто открывающимися большими проемами.

Ниже рассмотрено несколько вариантов воздухоопертых зданий. На рис. XV-11, а показан склад размером 12×24 м, оболочка которого изготовлена из нейлоновой ткани, покрытой виниловой пленкой. Конструкция выдерживает стоящего на ней человека. В сложенном виде

оболочка представляет собой тук размером 0,9×1,5 м. Склад монтируют трое рабочих за 1 ч. Световые проемы отсутствуют, так как оболочка пропускает свет. Сооружение требует в 3 раза меньше затрат, нежели сборно-разборное здание из металлических конструкций.

Крупным сооружением воздухоопертого типа является созданный в США «пятикупольник», предназначенный для размещения обслуживающих помещений военно-ракетного соединения (рис. XV-11, б). Центральный купол имеет диаметр 45 м и высоту 25 м, а крайние купола — соответственно 30 и 15 м. Купола соединены проходами. Внутри оболочек поддерживается постоянное избыточное давление 20 мм вод. ст. (200 Па).

Воздухонесимые конструкции имеют пневматические несущие элементы в виде пневмоарок, колонн и т. д., находящиеся под избыточным давлением порядка 0,3—5 ат (0,03—0,5 МПа), а оболочка свободно опирается на них. Несущие элементы изготовляют из прочной воздухонепроницаемой ткани.

Воздухонесимые конструкции можно также устраивать совмещенными в виде двойной оболочки, разделенной диафрагмами. Толщину оболочки назначают исходя из условий устойчивости и теплотехники.

Преимущество воздухонесимых конструкций заключается в обеспечении нормального атмосферного давления внутри помещений, что исключает необходимость их герметизации и устройство шлюзов. Однако на эти конструкции расходуется больше ткани, и они дороже воздухоопертых конструкций.

Пневмоарки и колонны опирают на самостоятельные фундаменты и крепят к ним шарнирно. Возникающий в арках распор гасится затяжками или надежно закрепленными в грунте фундаментами. Оболочку, набрасываемую на пневмокаркас, крепят к земле по периметру здания.

На рис. XV-11, в изображено пневмокаркасное сооружение с несущими пневмоарками и накинутой на них оболочкой.

Здания и сооружения комбинированной конструкции состоят из воздухонесимых и воздухоопертых элементов, а также сочетания этих конструкций с другими (например, тросовыми и стоечными).

В зданиях такого типа основными несущими конструкциями являются пневмоарки, а дополнительной — воздухоопертая оболочка. В обычных условиях оболочку можно эксплуатировать при нормальном атмосферном давлении (как в пневмокаркасных зданиях), а в период наибольших нагрузок на здание (сильный ветер, снегопад) — при избыточном внутреннем давлении, как в воздухоопертых зданиях. Избыточное давление снимает часть нагрузки с элементов каркаса.

К группе комбинированных относят также смешанные пневматические конструкции, основным несущим элементом которых является жесткий каркас (из дерева, алюминия или стали) или каркас переменной жесткости (из канатов или оттяжек).

По каркасу укладывают ограждающую оболочку, которая может быть обычно опертой на него или воздухоопертой. Смешанные конструкции могут пе-

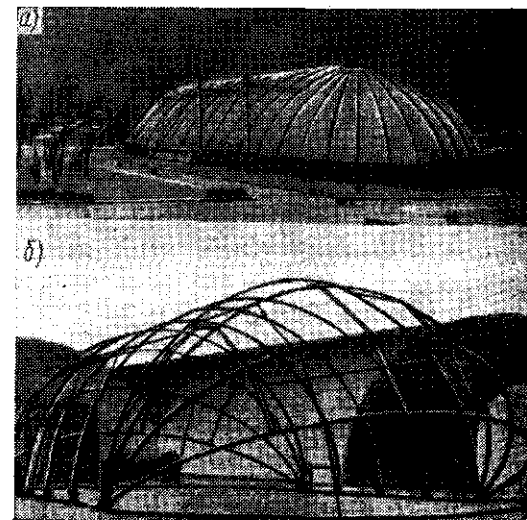


Рис. XV-12. Пневматические конструкции:

а — с каркасом, усиленным оттяжками; б — с жестким трубчатым каркасом

рекрывать значительно большие пролеты, нежели другие пневматические. Однако наличие жесткого каркаса значительно увеличивает их вес.

Сооружения со смешанными пневматическими конструкциями показаны на рис. XV-12. Легкий стальной каркас (рис. XV-12, б) состоит из опорной рамы размерами в осях 11×22 м, одиннадцати трубчатых дуг полукруглого очертания радиусом 5,5 м и связей между дугами. Пять средних дуг расположены вертикально с шагом 2,5 м, остальные — веерообразно. Оболочка изготовлена из синтетической ткани, покрытой с двух сторон поливинилхлоридом. Все соединения делают на шарнирных замках без болтов.

Воздуходувки включают только при сильном ветре, когда избыточным внутренним давлением необходимо натянуть оболочку и таким образом исключить ее колебание. В остальных случаях воздуходувки выключены и оболочка свободно лежит на каркасе. Вся конструкция весит около 5 т. Такие сооружения можно использовать для складов, гаражей, небольших ангаров, мастерских и других целей.

Форму пневматических зданий и сооружений выбирают с учетом назначения, габаритов, условий акустики и освещения помещений. Более часто применяют сферическую форму (полусферу или $\frac{3}{4}$ шара) или сводчатую (полуцилиндр). В плане сводчатым сооружениям придают прямоугольную или овальную форму. В первом случае свод замыкают по торцам цилиндрической поверхностью, во втором — сферической. В отношении раскроя и изготовления полуцилиндрические оболочки имеют преимущества, так как склеивают их из прямых полотнищ материала почти без отходов.

В местах опирания пневматических сооружений обычно действуют выдергивающие усилия. Для противодействия им предусматривают различные устройства, главное место среди которых занимают анкеры.

Простейшим устройством являются мешки или трубы, наполненные водой или песком, укладываемые по периметру оболочки. Балластные устройства плотно прижимают оболочку к земле, предотвращая выход воздуха наружу.

Широко используют стальные винтовые анкеры, которые ввинчивают в грунт в местах крепления оболочки. Анкеры могут иметь конструкцию, похожую на гарпун. При забивании в грунт они складываются, имея при этом незначительное сопротивление, а при выдергивании — раскрываются, и их сопротивление выдергиванию резко возрастает.

Для восприятия больших выдергивающих усилий анкеры из круглой стали заделывают в бетонных фундаментах, заглубленных в грунт. В этих условиях можно применять иглообразные анкеры. Анкерование достигается при этом забивкой стальной перфорированной трубы в грунт и нагнетанием в нее цементного или химического раствора.

XVI ОТВОД ВОДЫ С ПОКРЫТИЙ

Способы водоотвода и область их применения

В промышленных зданиях важное значение имеет обеспечение надежного отвода дождевых и талых вод с покрытия. Недостаточно правильно выбрать способ водоотвода, необходимо также высококачественное исполнение водостоков.

В зависимости от температурного режима помещений, профиля и конструктивной схемы покрытия, протяженности скатов и количества осадков, выпадающих в районе строительства, водоотвод с покрытий может быть наружным или внутренним. Наружный водоотвод называют *неорганизованным*, если сброс воды происходит по свесам карниза, и *организованным*, когда вода отводится с кровель по водосточным трубам и желобам. Последний способ водоотвода в промышленных зданиях применяют редко.

Наружный неорганизованный способ водоотвода имеет два недостатка, ограничивающих его применение: увлажнение стен, снижающее их теплотехнические качества и долговечность; образование наледей на карнизах, что вызывает интенсивное разрушение кровли. В покрытиях, имеющих организованный наружный водоотвод, указанные недостатки проявляются в меньшей мере, однако замерзание воды в желобах и водосточных трубах может привести к выходу из строя всей системы.

В отапливаемых зданиях водоотвод с покрытий, как правило, устраивают внутренним, а в неотапливаемых — наружным неорганизованным. Внутренний водоотвод является более совершенным и надежным способом удаления воды с кровель.

Положительная температура в отапливаемых зданиях исключает опасность замерзания в стояках талой воды. При наружном водостоке в таких зданиях на карнизе образуется ледяной вал, так как стекающая вода от подтаявшего снега под действием внутреннего тепла замерзает на холодных карнизах.

Покрытия многопролетных неотапливаемых зданий можно проектировать с внутренним отводом воды лишь при наличии производственных тепловыделений (обеспечивающих положительную температуру в зданиях) или специального обогрева водоприемных воронок и стояков, чтобы вода, образующаяся от таяния снега на крыше под действием солнечных лучей, не замерзала в системе.

В отдельных случаях (если это требуется технологией, когда на площадке отсутствует дождевая канализация, при деревянных или металлодеревянных несущих конструкциях покрытия и др.) можно устраивать наружный водоотвод в отапливаемых зданиях. Высота их не должна превышать 10 м, а ширина покрытия с уклоном в одну сторону — 36 м.

Толщину теплоизоляционного слоя в этих случаях целесообразно назначать с учетом, чтобы снег на крыше под действием внутреннего тепла не подтаивал.

В зданиях с многоскатными покрытиями при внутреннем водоотводе с крайних и повышенных средних пролетов воду рекомендуется удалять также через внутренние водостоки.

С покрытий прямоугольных фонарей шириной более 12 м и трапециевидных шириной более 6 м предусматривают внутренний отвод воды.

Наружный водоотвод

При наружном отводе воды с покрытий на продольных стенах зданий предусматривают карнизы с выносом и обеспечением слива за

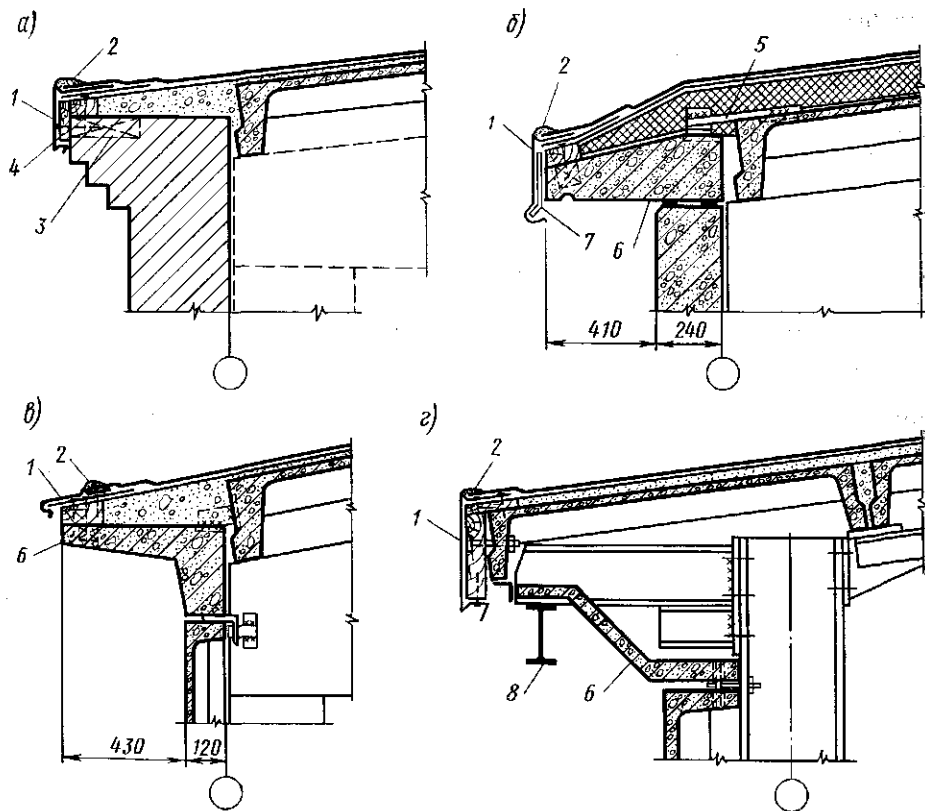


Рис. XVI-1. Виды карнизов:

а — кирпичный; б — утепленный из карнизных плит; в — то же, неутепленный; г — обогреваемый; 1 — фартук из оцинкованной стали; 2 — мастика; 3 — деревянная пробка; 4 — доска; 5 — анкер; 6 — карнизная плита; 7 — костыли через 750 мм; 8 — балка для опирания карнизных плит и подвески люльки

наружную плоскость стены. Во избежание чрезмерного увлажнения стен стекающей водой свес карниза должен быть по возможности большим. Сток воды происходит по всей длине карниза.

В зависимости от конструкции стенового ограждения применяют несколько типов карнизов. В зданиях с кирпичными и мелкоблочными стенами карниз выполняют в основном из кирпича. При небольшом выносе карниза (до 20—30 см и не более половины толщины стены) его выкладывают путем постепенного напуска рядов кладки. Каждый последующий ряд выпускают на 6—8 см. При выносе более 30 см карниз выкладывают по сборным железобетонным плитам, заделанным в стене, или выполняют из специальных карнизных плит.

Кирпичный карниз обычно имеет конструкцию, показанную на рис. XVI-1, а. Вдоль карниза к деревянным пробкам, устанавливаемым через 750 мм, крепят доску и рейку, необходимые для заделки фартука из оцинкованной стали и кровельного ковра. Ковер заводят на фартук и приклеивают мастикой.

В стенах из крупных бетонных блоков и панелей карниз выполняют из сборных железобетонных карнизных панелей, имеющих длину до 6 м (рис. XVI-1, б, в). Карнизные панели имеют прямоугольное или Г-образное сечение с выносом полки около 400 мм и высотой стенки 300 и 600 мм (в зависимости от типа несущих конструкций покрытия).

Карнизные панели укладывают на верхний ряд стеновых блоков или панелей и крепят в местах опирания и к покрытию сваркой закладных элементов. Свес карниза обделывают кровельной оцинкованной сталью.

При наружном водоотводе с покрытий отапливаемых зданий, а иногда и зданий с малонаблюдательными выделениями тепла целесообразно устраивать обогреваемые карнизы. Конструкция одного из таких карнизов показана на рис. XVI-1, г. Обогреваемые карнизы исключают наросты льда в местах заделки кровельного ковра и тем самым повышают долговечность покрытия.

По периметру карниза в зданиях высотой более 10 м на кровлях с уклонами от 5 до 35% следует предусматривать решетчатое ограждение высотой не менее 0,6 м из негорючих материалов.

Внутренний водоотвод

Системы внутренних водостоков состоят из водоприемных воронок, стояков (водосточных труб), подпольных или подвесных трубопроводов и выпусков (рис. XVI-2).

Водоприемные воронки принимают стекающую с кровли дождевую или талую воду, направляя ее в стояки, откуда она по трубопроводам и выпускам поступает в наружную сеть ливневой или общесплавной канализации.

Схему внутренних водостоков выбирают в зависимости от размеров и назначения здания, числа и величины пролетов, конструкции кровельного покрытия, размеров и характера расстановки технологического оборудования и др.

В однопролетных зданиях лучшей считается схема с одной воронкой на стояке (рис. XVI-2, а), обеспечивающая хорошую пропускную способность и надежность работы при пониженной температуре. При наличии ливневой или общесплавной канализации с одной стороны здания применяют схему с подпольными трубопроводами (рис. XVI-2, в). Если же

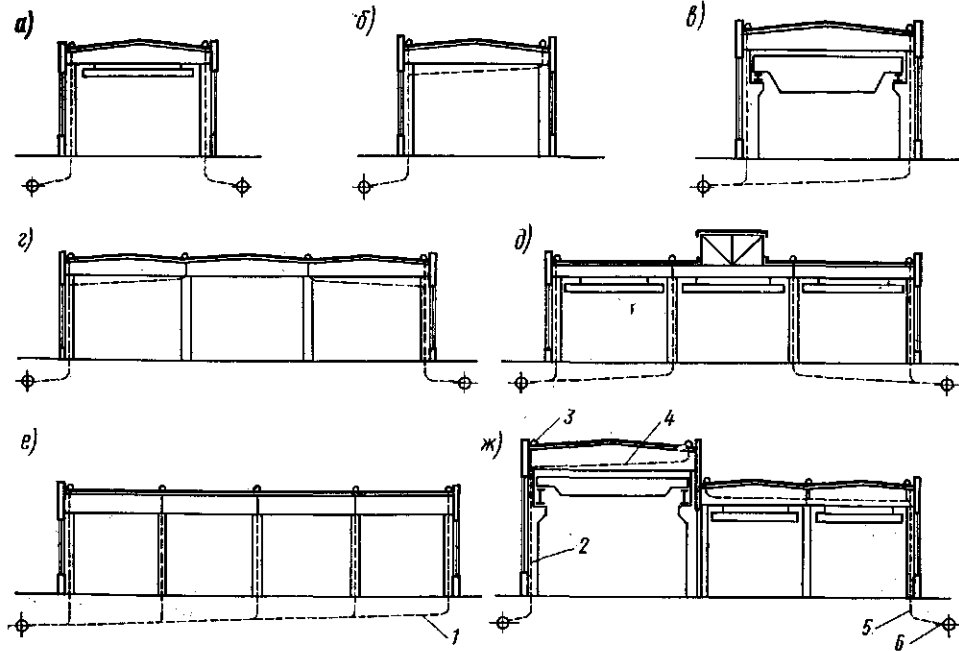


Рис. XVI-2. Основные схемы внутренних водостоков:

а—в — однопролетных зданий; г—ж — многопролетных зданий; 1 — подпольный трубопровод; 2 — стояк; 3 — водоприемная воронка; 4 — подвесной трубопровод; 5 — выпуск; 6 — коллектор ливневой или общесплавной канализации

невозможно устроить подпольные трубопроводы из-за сильно развитых фундаментов под оборудование, используют схему с подвесными трубопроводами (рис. XVI-2, б).

При выборе схемы внутренних водостоков в многопролетных зданиях исходят из тех же соображений, стремясь разместить на каждом стояке минимальное количество воронок (рис. XVI-2, г—ж).

Площадь водосбора, приходящаяся на одну воронку, определяют с учетом климата, типа кровли и схемы внутренних водостоков. Главным фактором климатических условий, подлежащим учету, является интенсивность дождя. Максимальная площадь водосбора (в м²) на одну воронку не должна превышать величин, указанных в табл. XVI-1.

Места расположения воронок на кровле выбирают с учетом профиля покрытия и допустимой площади водосбора на одну воронку. На скатных покрытиях воронки располагают в ендовах, на плоских — над ряда-

Тип кровли	Величина q_{20} , л/с на 1 га		
	более 120	120—100	менее 100
Скатная	600	800	1200
Плоская	900	1200	1800
Плоская, заливаемая водой	750	1000	1500

Примечание. Величину q_{20} — интенсивность дождя продолжительностью 20 мин для данной местности — принимают по нормам.

ми колонн. Расстояние между воронками в ендовах скатных покрытий не должно превышать 48 м (обычно 18, 24 или 30), а на плоских покрытиях — не более 60 м.

Минимальные уклоны отводных трубопроводов принимают:

для подвесных трубопроводов — 0,005;

для подпольных трубопроводов диаметром 100 мм — 0,008; диаметром 150 мм — 0,005; диаметром 200 мм и более — 0,004.

Наибольшую длину выпуска от стояка или прочистки до оси смотрового колодца принимают равной 15—20 м (в зависимости от диаметра труб). На сети внутренних водостоков для прочистки ее помимо смотровых колодцев и прочисток предусматривают ревизии.

В зависимости от высоты и назначения здания, схемы и условий работы внутренних водостоков стояки, трубопроводы и выпуски изготавливают из чугунных, асбестоцементных и пластмассовых напорных труб. Подпольные трубопроводы и выпуски можно выполнять из керамических, бетонных и железобетонных труб. Диаметр труб определяют расчетом.

Стояки размещают обычно открыто около колонн, стен и перегородок и крепят к ним хомутами. В зданиях с повышенными требованиями к чистоте возможно скрытое расположение стояков. Подвесные трубопроводы крепят к несущим конструкциям покрытия.

В промышленных зданиях устраивают утепленные ендовы, в которых теперь не предусматривают продольный уклон к водоприемным воронкам (рис. XVI-3, а, б). Кровельный ковер в ендовах и на прилегающих к ним участках скатных кровель с уклоном до 10% защищают бронирующим слоем из мелкого гравия, втопленного в мастику, так как отсутствие продольного уклона может явиться причиной застоя воды в ендовах.

Ширина ендов зависит от уклона кровли и величины привязки. Так, при нулевой привязке ширину крайней, ендовы принимают 200—250 мм (при уклоне кровли $1/3$) и 500—600 мм (при уклоне кровли $1/8$ — $1/12$); ширину средних ендов при тех же уклонах кровли — соответственно 600—700 и 1200—1300 мм. На плоских кровлях ендовы не делают. В неутепленных покрытиях воронки ставят на горизонтальную поверхность, образованную укладкой тощего бетона, в утепленных — на специальные легковесные блоки (рис. XVI-3, в).

В покрытиях с несущим штампованным настилом воронки монтируют на стальных оцинкованных поддонах. По периметру отверстия под

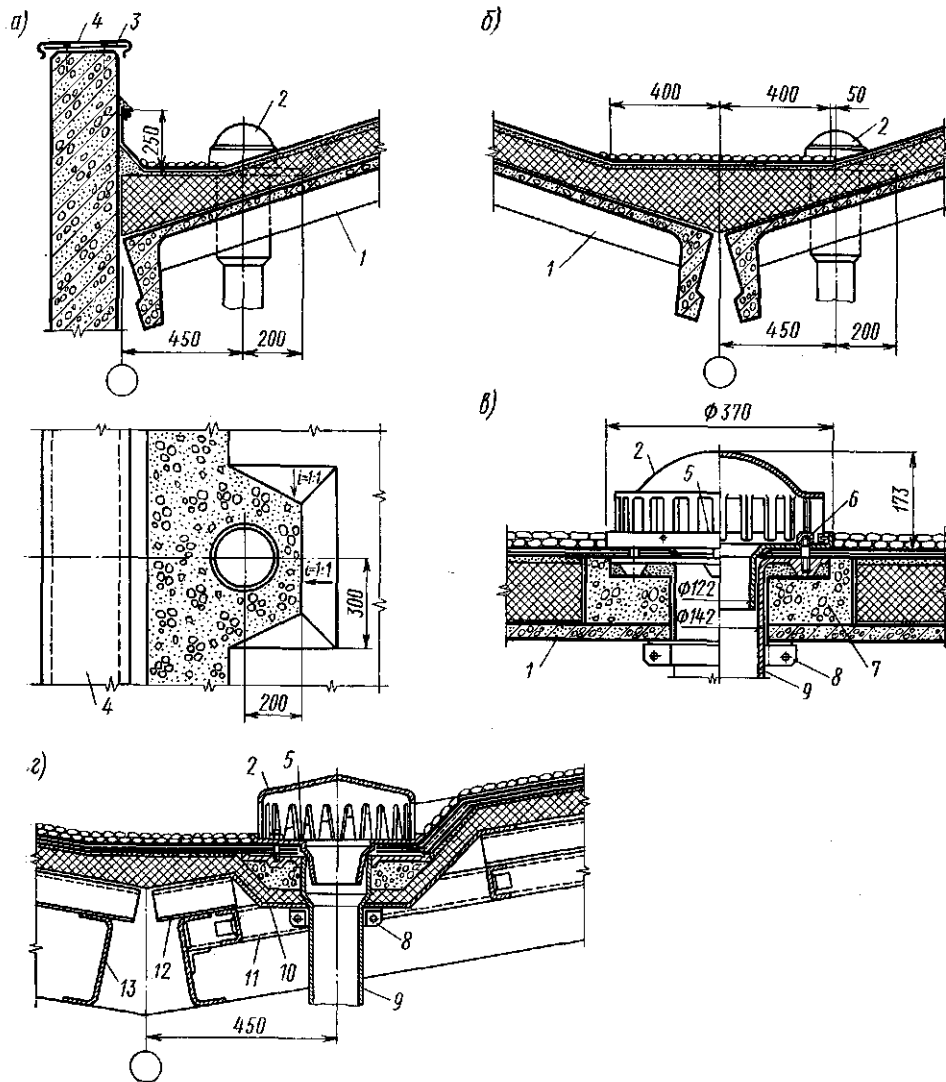


Рис. XVI-3. Детали внутренних водостоков:

а — присенная ендова; б — средняя ендова; в — установка воронки Вр-9 в покрытиях с железобетонными плитами; г — то же, воронки Вр-9Б по штампованному настилу; 1 — плита покрытия; 2 — воронка; 3 — костыли на дюбелях; 4 — оцинкованная сталь; 5 — прижимной фланец с патрубком; 6 — глухая гайка; 7 — легковесный блок; 8 — хомут; 9 — сливной патрубок; 10 — стальной оцинкованный поддон; 11 — рама для поддержания настила; 12 — штампованный настил; 13 — гнутый прогон

поддон кровельный настил опирают на стальную раму, выполняемую из гнутых швеллеров (рис. XVI-3, г).

Из многих конструкций водоприемных воронок более распространенны воронки типов Вр-9, Вр-9Б, Вр-10 и Вр-8. При установке этих воронок кровельный ковер зажимают между сливным патрубком и прижимным фланцем с помощью шпилек и резиновых прокладок. Сливной патрубок крепят к настилу хомутом, а купол воронки к прижимному фланцу — болтиками.

Для плоских эксплуатируемых кровель применяют воронки Вр-10, отличающиеся от воронок Вр-9 тем, что их купол заменен плоской водоприемной решеткой, укладываемой на бортик прижимного фланца.

Водоприемный колпак воронок Вр-8, применяемых в водонаполненных кровлях, состоит из приемной решетки и передвижного колпака. Воронки снабжают регулирующим переливным патрубком, удерживающим водяной слой заданной толщины. Пропускную способность воронок регулируют перемещением колпака по высоте приемной решетки.

В местах установки воронок всех типов основной кровельный ковер усиливают тремя мастичными слоями, армированными стеклохолстом.

В ендовах покрытий горячих цехов, в первую очередь прокатных, скапливается большое количество тяжелой пыли (иногда толщина слоя превышает 0,4 м). Эта пыль замедляет и без того малую скорость стекающей воды (продольный уклон отсутствует или равен 1—2%).

Надежную работу системы внутреннего водостока в горячих пыльных цехах можно обеспечить при продольном уклоне ендов в 3—4%. В данном случае целесообразно устраивать ендовы из специальных сборных железобетонных балок-лотков, укладываемых по верху стропильных конструкций покрытия.

Необходимый в ендовах продольный уклон (до 4%) образуют приданием лотка наклонного положения. Лотковая балка в рабочем положении имеет около воронки швеллерное сечение со стенкой внизу, в зоне водораздела — швеллерное сечение со стенкой вверху и в середине — двутавровое сечение. Лоток может иметь длину 6 и 12 м, ширину 100—150 см и толщину плиты 30—40 мм.

Водоотвод, как правило, устраивают внутренним с покрытий фонарей, имеющих вертикальное остекление при ширине фонарей 12 м и более, а также при наклонном остеклении, если ширина их покрытий превышает 9 м.

Во избежание обмерзания систем внутренних водостоков в неотапливаемых зданиях предусматривают обогрев воронок, стояков и трубопроводов. Обогревают их теплым воздухом, подводимым к системе из смежных зданий и помещений или нагреваемым калориферами, при помощи труб парового или водяного отопления (если теплопровод проходит вблизи здания), устройством специальных водоприемных воронок с электронагревателями и т. д.

По периметру наружных стен на покрытиях с внутренним водоотводом устраивают парапет из негорючих материалов высотой не менее 0,6 м над кровлей с плоскими ендовами и не менее 0,25 м от линии водораздела при скатных ендовах.

XVII ФОНАРИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Назначение и типы световых фонарей

В промышленных зданиях большой ширины и длины нормативную естественную освещенность невозможно обеспечить через световые проемы в наружных стенах. В покрытиях таких зданий предусматривают спе-

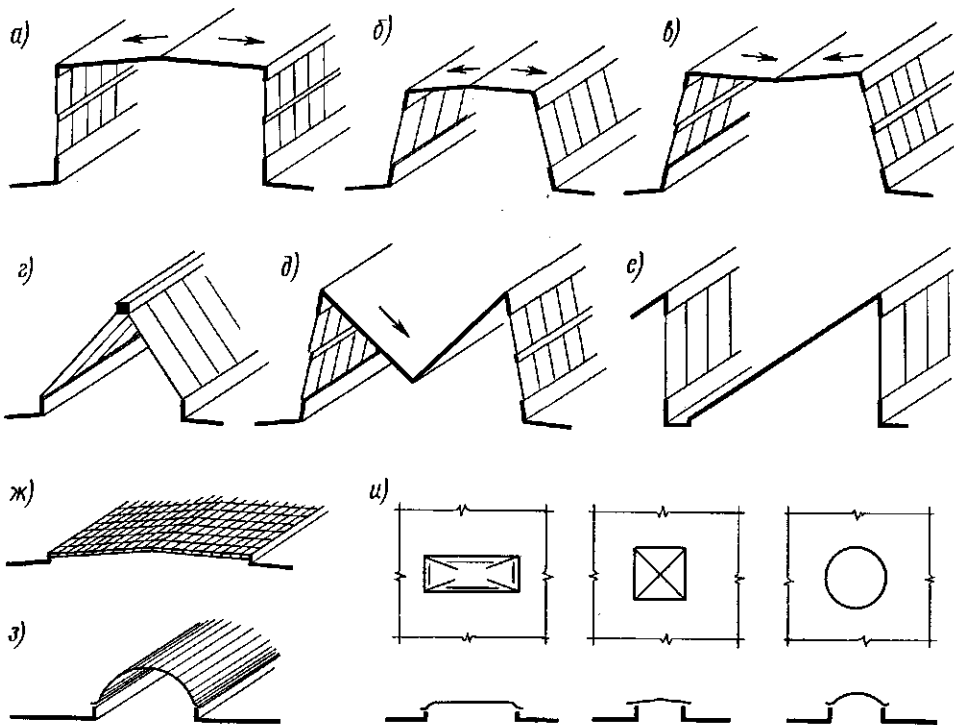


Рис. XVII-1. Основные типы световых (светоаэрационных) фонарей:
а — прямоугольный; б, в — трапециевидные; г — треугольный; д — М-образный; е — шедовый; ж-и — зенитные

циальные проемы с остекленными надстройками, называемыми световыми фонарями. Наряду с освещением эти фонари служат целям воздухообмена в помещениях; называют такие фонари *светоаэрационными*.

Фонари подразделяют на прямоугольные, трапециевидные, треугольные, М-образные, шедовые и зенитные.

Прямоугольные фонари (рис. XVII-1, а), имея вертикальное остекление, отличаются незначительной инсоляцией и загрязняемостью; они более водонепроницаемы и удобны в очистке, нежели фонари с наклонным остеклением. Такие фонари просты в устройстве и надежны в эксплуатации.

Недостаток прямоугольных фонарей — относительно малая светоактивность. Так, для удовлетворения заданной освещенности площадь остекления в прямоугольных фонарях должна быть примерно в 1,6 раза больше, чем в фонарях с наклонным остеклением.

В трапециевидных фонарях (рис. XVII-1, б, в) остекление расположено к горизонту под углом 70—80°. Поэтому такие фонари обладают хорошей светоактивностью. Однако значительная инсоляция, повышенная загрязняемость, возможность протекания при открытых переплетах и усложненное конструктивное решение ограничивают применение трапециевидных фонарей.

Треугольные фонари (рис. XVII-1, г) имеют профиль треугольника с наклоном остекленных поверхностей к горизонту в 45°. Их применяют лишь для целей освещения, т. е. устраивают с глухим остеклением.

Несмотря на хорошие светотехнические качества, указанные фонари применяют редко, что объясняется их значительной инсолирующей способностью, сложностью конструкции и трудностью очистки.

Фонари М-образные (рис. XVII-1, д) устраивают с вертикальным и наклонным остеклением и для них характерны преимущества и недостатки фонарей, рассмотренных выше. Их применяют преимущественно в зданиях с производствами, требующими интенсивного воздухообмена.

Шедовые фонари (рис. XVII-1, е), как и М-образные, устраивают с вертикальным или наклонным остеклением, как правило, ориентированным на северную часть небосвода. Шедовые фонари изолируют помещение от прямых солнечных лучей, создают равномерное и рассеянное освещение, однако их монтируют из сложных и трудно поддающихся типизации конструкций.

Рассмотренные традиционные типы фонарей при современных условиях строительства и высоких требованиях к эстетике интерьера и микроклимату помещений имеют существенные недостатки. В частности, они многодельны и неэкономичны в эксплуатации, усложняют создание требуемого санитарно-гигиенического режима в помещениях. Кроме того, они задерживают много снега на крыше.

Более совершенна конструкция зенитных фонарей (рис. XVII-1, ж—и), имеющих светопрозрачные поверхности в плоскости покрытия. Светопрозрачные ограждения выполняют из стеклоблоков, стеклопластика и органического стекла. Зенитные фонари обладают высокой светоактивностью, по сравнению с прямоугольными фонарями требуют в 2 раза меньшую площадь световых проемов, обеспечивают равномерное освещение рабочих мест, имеют небольшой вес и хорошие эксплуатационные качества.

Недостатки зенитных фонарей — повышенная загрязняемость

пылью и заносимость снегом. В фонарях со сводчатыми и купольными прозрачными элементами, обладающими хорошими аэродинамическими свойствами, эти недостатки проявляются незначительно.

Выбор типов и размеров фонарей

При выборе типа фонарей учитывают их световую активность, климатические характеристики района строительства (величину инсоляции, направление и силу господствующих ветров, количество осадков и др.), внутренний температурно-влажностный режим помещений, требования к интерьеру и технико-экономические показатели. Необходимо также иметь в виду, что тип фонаря существенно влияет на стоимость строительства и эксплуатации здания.

Световая активность фонарей зависит от наклона и площади остекления, расположения его по отношению к рабочей плоскости. Так, наклонное остекление при угле 60° к горизонту светоактивнее вертикального примерно на 60%.

Размеры фонарей определяют на основании светотехнического расчета. Оптимальная в светотехническом отношении ширина прямоугольных фонарей в многопролетных зданиях составляет 0,4—0,6 (не менее 0,3) ширины пролета, а отношение высоты фонарей к их ширине — около 0,3 (не более 0,45). Ширину шедов принимают равной 0,7—0,9 величины пролета.

Унифицированные прямоугольные фонари имеют ширину 6 м для пролетов 12 и 18 м и ширину 12 м — для пролетов 24, 30 и 36 м. Номинальную высоту остекления принимают для фонарей шириной 6 м — 1×1500 , 1×1750 и 2×1250 мм, а для фонарей шириной 12 м — 1×1750 , 2×1250 и 2×1500 мм.

Чтобы обеспечить равномерное освещение производственных помещений, необходимо соблюдать следующее расстояние между осями смежных фонарей:

при прямоугольных фонарях — не более $3,5 H$;

при трапециевидных, шедовых и зенитных — не более $2,5 H$ (H — расстояние от рабочей плоскости до низа остекления фонаря).

Во избежание затенения фонарей расстояние между соседними световыми проемами параллельно расположенных на одном уровне фонарей должно быть не менее полуторной суммы высот соседних фонарей при вертикальном остеклении и суммы высот соседних фонарей — при наклонном остеклении. (Высоту фонаря считают от кровли до его карниза).

Фонари проектируют, как правило, длиной не более 84 м. Расстояние между торцами фонарей и от торцов до стен здания принимают равным шагу стропильных конструкций.

Размеры и количество зенитных фонарей также определяют светотехническим расчетом. На их светоактивность влияют форма в плане, глубина шахты и угол наклона боковых граней опорного стакана (рамы),

геометрические параметры помещений. Более эффективны квадратные и прямоугольные (отношение длины к ширине не более двух) фонари с шахтами небольшой высоты и отделанными в белый цвет гранями. Устраивают также круглые в плане зенитные фонари.

Конструкции световых фонарей

Световые (светоаэрационные) фонари монтируют из несущих и ограждающих конструкций. Несущие конструкции фонарей (за исключением зенитных) имеют вид рам; при железобетонных фермах и балках покрытия применяют стальные и иногда железобетонные рамы, при стальных фермах покрытия — стальные рамы, а при деревянных фермах и балках — деревянные рамы.

Несущие стальные конструкции прямоугольных фонарей включают: фонарные панели, фонарные фермы, панели торцов фонарей и связи. В зависимости от шага стропильных конструкций, типа ограждающего настила и высоты остекления фонаря в каталоге предусмотрено несколько типоразмеров указанных элементов. На рис. XVII-2 показаны схемы стальных конструкций фонаря при шаге стропил 6 м с железобетонными плитами покрытия и при высоте остекления 2×1250 мм.

Фонарные панели (рис. XVII-2, а) состоят из стоек, горизонтальных элементов и листовой обшивки, предусматриваемой в пределах высоты борта фонаря. Панели располагают в плоскостях остекления фонаря и опирают на стропильные конструкции; верхними горизонтальными опорами служат фонарные фермы и панели торцов фонарей. Вне зависимости от шага стропильных конструкций (6 или 12 м) номинальная длина панелей принята равной 12 м.

Фонарные фермы и панели торцов фонарей (рис. XVII-2, б, в) располагают над стропильными конструкциями. Они имеют ширину 6 и 12 м и состоят из системы стоек, горизонтальных элементов и раскосов.

В зависимости от высоты остекления высоту фонарных элементов принимают: при железобетонных плитах покрытия — 2720, 3430 и 3930 мм, при стальном профилированном настиле — 2635, 3345 и 3845 мм (соответственно для высоты остекления — 1×1750 , 2×1250 или 2×1500 мм).

Несущие конструкции фонарей изготавливают из холодногнутых или горячекатаных швеллеров и уголков. Крепят их к фермам и балкам покрытия болтами и сваркой.

Ограждение прямоугольного фонаря состоит из покрытия, бортовых элементов, остекленных поверхностей и торцовых стенок. Покрытие фонаря имеет ту же конструкцию, что и покрытие цеха (рис. XVII-3). Карниз при покрытии из профилированного настила делают из стального швеллера или деревянных брусков, а при покрытии из железобетонных плит — из асбестоцементных панелей. Покрытие принимают с наружным водоотводом и уклоном 1,5% вне зависимости от уклона стропильных конструкций.

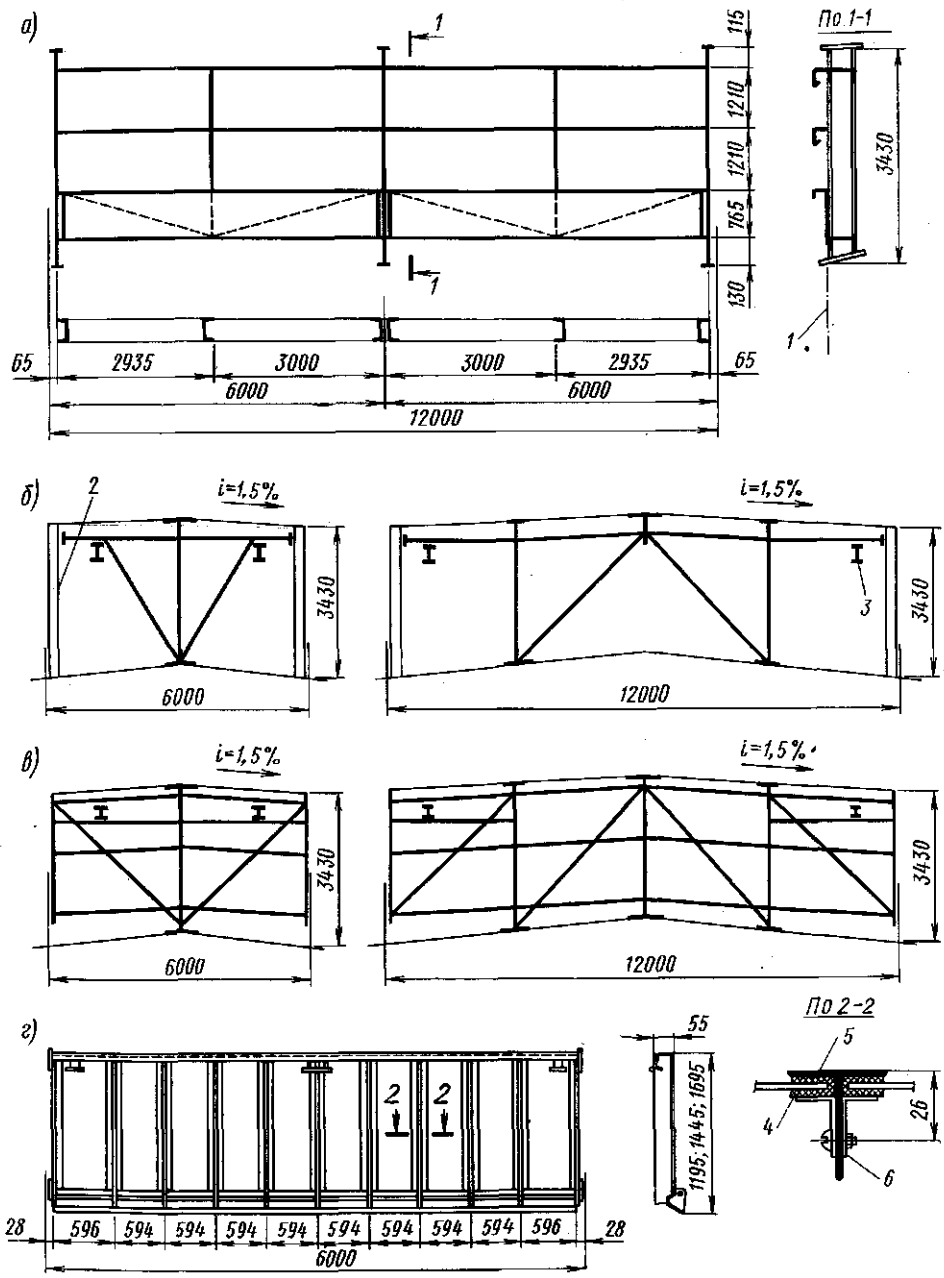


Рис. XVII-2. Схемы стальных конструкций прямоугольного фонаря:
 а — фонарная панель; б — фонарные фермы; в — панели торцов; г — фонарный переplet; 1 — ось узла стропильной фермы; 2 — фонарная панель; 3 — монорельс; 4 — резиновый профиль; 5 — таврик № 4, 5; 6 — клямера

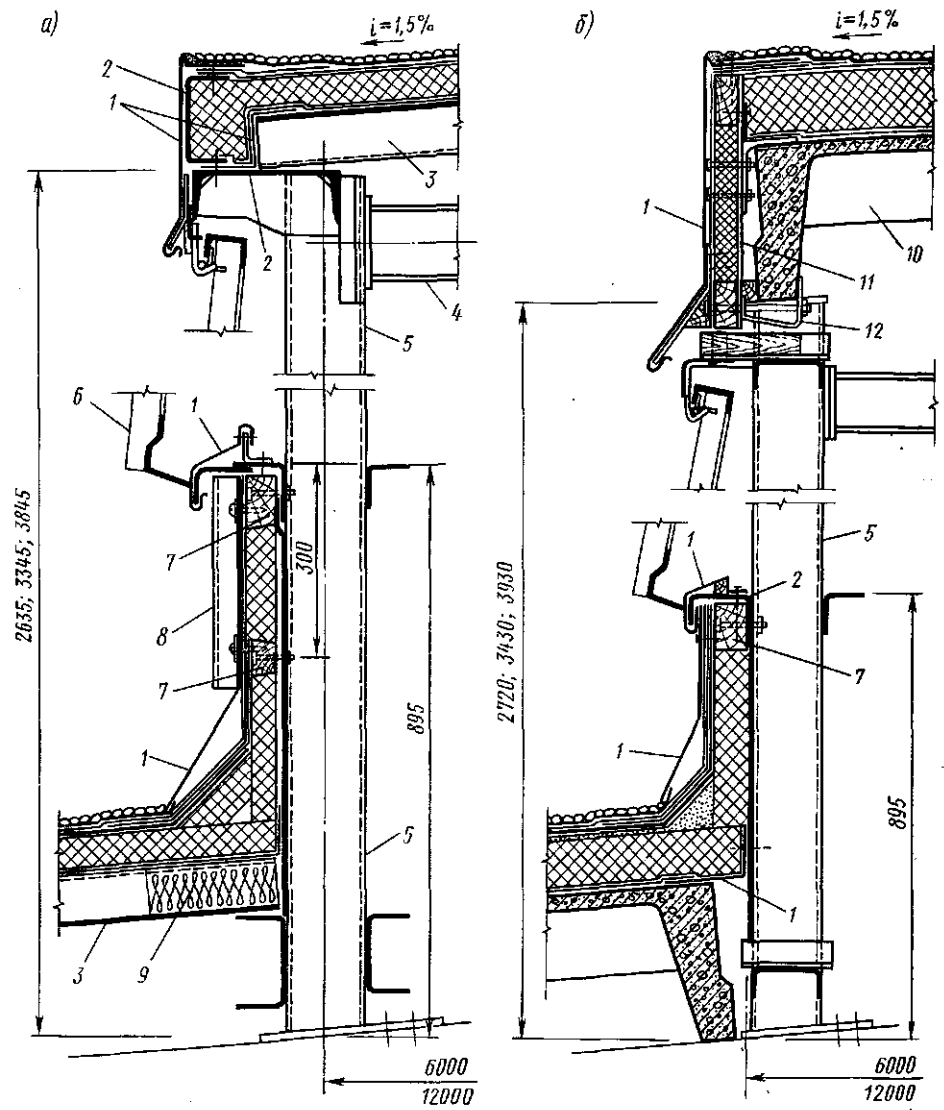


Рис. XVII-3. Конструктивные детали прямоугольных фонарей:
 а — при покрытии из стального профилированного настила; б — при покрытии из железобетонных плит; 1 — кровельная оцинкованная сталь; 2 — швеллеры; 3 — профилированный настил; 4 — фонарная ферма; 5 — фонарная панель; 6 — переplet; 7 — деревянные бруски; 8 — асбестоцементные или стальные волнистые листы; 9 — противопожарная заглушка; 10 — железобетонная плита; 11 — асбестоцементная карнизная панель; 12 — крепежный анкер

Борты фонарей утепляют пенополистиролом, фибролитом или другим эффективным материалом; утеплитель прилегает к стальным листам фонарной панели. Снаружи утеплитель защищают асбестоцементными или стальными волнистыми листами или же водоизоляционным ковром и стальным фартуком (рис. XVII-3, а, б). Торцовые стенки фонарей выполняют из профилированных настилов, стальных и асбестоцементных волнистых листов с утеплителем. Торцовые стенки целесообразно остеклять.

Остекленные поверхности прямоугольных фонарей состоят из стальных переплетов и заполнения. Переплеты имеют длину 5944 мм, ширину 1195, 1445 и 1695 мм (рис. XVII-2, з). Переплеты навешивают на фонарные панели с помощью шарниров, допускающих открывание на угол до 70°. Открывают переплеты с помощью специальных механизмов.

Заполняют переплеты обычным или армированным стеклом толщиной 4—8 и шириной 575 мм. В зданиях с мостовыми кранами тяжелого режима работы для остекления применяют армированное стекло, а при заполнении обычным стеклом под ним предусматривают горизонтальные металлические сетки (для удержания стекол от падения вниз). Стекла ставят на замазке или резиновых прокладках и крепят клямерами.

Пространственную устойчивость фонарей обеспечивают *горизонтальные связи* по верху фонарей, воспринимающие продольные усилия от ветровых нагрузки, и *вертикальные связи* между фонарными фермами, передающие усилия с горизонтальных связей на диск покрытия по стропильным фермам.

Конструкции трапециевидных и треугольных фонарей мало отличаются от прямоугольных, но имеют более сложные сопряжения отдельных элементов. Шедовые фонари, как правило, входят в основную конструкцию покрытия, образуя его зубчатый профиль. Несущими конструкциями шедовых фонарей являются стропильные фермы, размещаемые в плоскостях вертикального или наклонного остекления.

Для ограждения глухих участков применяют железобетонные плиты или скорлупы, опирающиеся одним концом на верхний, а другим — на нижний пояс ферм. Шедовое покрытие может иметь также балочную конструкцию.

Весьма разнообразны конструкции зенитных фонарей. Их выполняют со светопропускающими элементами из органического стекла, стеклопластика, стеклопакетов, профильного стекла и стеклоблоков.

Зенитные фонари с применением *оргстекла* подразделяют на точечные фонари с размерами светового проема 1200×1400 мм и панельные со световыми проемами 1400×6000 мм. Эти фонари состоят из металлического стакана, опорной деревянной рамы и светопропускающих элементов (рис. XVII-4).

Стаканы выполняют из листовой стали толщиной 2—3 мм и крепят к железобетонным плитам покрытия дюбелями. Боковые грани стаканов для повышения светоактивности фонарей делают наклонными и окрашивают в белый цвет. Опорные рамы, являющиеся основанием для светопропускающих элементов, изготавливают из антисептированной древесины.

Светопропускающие элементы делают из оргстекла толщиной 3—4 мм. Для лучшего самоочищения от пыли и снега и большей прочности им придают купольную форму. В панельных фонарях светопрозрачный колпак состоит из рядовых и торцовых секций, соединенных между собой с помощью накладок из оргстекла. В зависимости от теплотехнических условий купола могут быть одно-, двух- и трехслойными.

Крепят купола к опорной раме шурупами с колпачками через уплотняющие прокладки. Места примыкания кровельного ковра к фонарям защищают оцинкованной сталью. Если необходимо использовать зенитные фонари для аэрации, купола устранивают открывающимися.

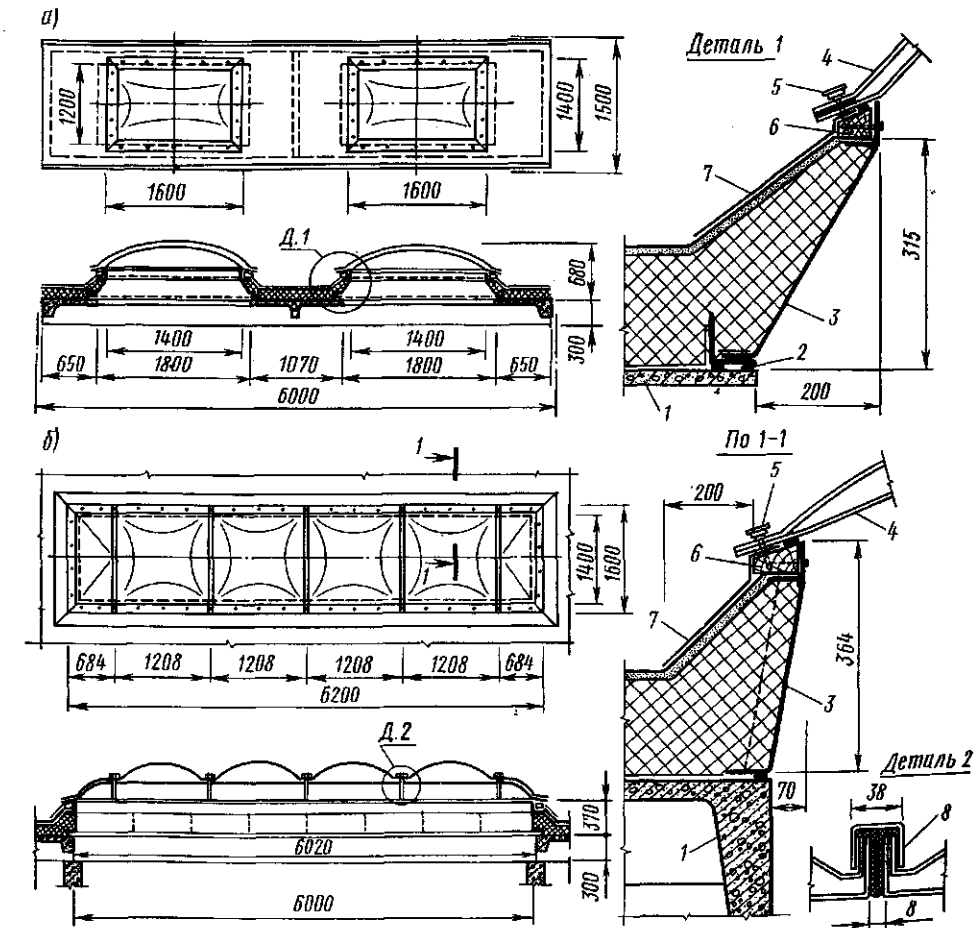


Рис. XVII-4. Зенитные фонари из органического стекла:

а — точечного типа; б — панельный; 1 — плита покрытия; 2 — герметик; 3 — стальной стакан; 4 — двухслойный купол из оргстекла; 5 — колпачок; 6 — опорная деревянная рама; 7 — оцинкованная кровельная сталь; 8 — накладка из оргстекла

В отапливаемых зданиях с покрытием из стального профилированного настила зенитные фонари можно устраивать из *стеклопакетов*. Размеры двускатных фонарей в плане 3×3 м, а односкатных — 1×1,5 м. Основными элементами фонаря являются стеклопакеты, стальной стакан, нащельники и фартук (рис. XVII-5, а).

Светопроникающее заполнение фонарей укладывают наклонно под углом 12° к плоскости покрытия. Стаканы изготовляют из холоднокатаных и прокатных профилей, а фартуки — из оцинкованной стали толщиной 0,7 мм. Стаканы крепят к прогонам и настилу самонарезающими

болтами. Соединяют стеклопакеты со стаканом прижимными планками и болтами. Зазоры заделывают резиновыми уплотнителями.

Стыки между стеклопакетами нужно перекрывать алюминиевыми нащельниками. Снизу фонарей предусматривают стальную защитную сетку. Принципиально аналогичную конструкцию имеют зенитные фонари со светопрозрачным заполнением из профильного стекла.

Зенитные фонари из *стеклоблоков* целесообразно устраивать в зданиях с кондиционированными параметрами воздушной среды и в зданиях, располагаемых в малоснежных районах. Светопроникающие проемы в таких фонарях перекрывают стекложелезобетонными панелями.

Стекложелезобетонная панель состоит из монолитной рамы и стеклоблоков и имеет размеры 1480×5970×368 мм (рис. XVII-5, б). В швы между блоками закладывают стержни диаметром 4 мм. Для повышения эксплуатационной надежности панели торцы стеклоблоков покрывают эластичной мастикой, а в качестве крупного заполнителя бетона используют крошку крупностью 6—10 мм из базальта, гранита, известняка или мрамора. Толщину швов между блоками принимают не менее 20 мм.

На стропильные конструкции панели укладывают свободно через стальные столики, а швы между панелями заделывают керамзитом и прокладками из пороизола или гернита. Сверху стыки покрывают стеклотканью на мастике. Уклон панелей по скату должен быть не менее 1/12. Панели поднимают над поверхностью кровли на 15—20 см, что облегчает их очистку и способствует быстрому стоку воды.

Перспективными являются зенитные фонари из *стеклопластиковых панелей* (рис. XVII-5, в). Панель размером 1744×6264×190 мм состоит из стальной рамы, монолитного двухслойного стеклопластика толщиной 50 мм и эффективного утеплителя, приклеенного к стенке рамы.

Такие панели опирают на железобетонные плиты покрытия и крепят к ним сваркой закладных элементов. Кровельный ковер заводят под напуски панелей и заделывают водоизоляционной мастикой.

Для заполнения проемов зенитных фонарей весьма эффективен светопрозрачный *стеклопластик в виде волнистых листов*. Такое ограждение обладает легкостью, достаточной прочностью и хорошими светотехническими качествами (равномерная, рассеянная освещенность, отсутствие бликов на рабочих плоскостях, малая инсоляция помещений). Однако это ограждение имеет относительно невысокую огнестойкость и недостаточно стойко к атмосферным воздействиям.

Стеклопластиковые листы применяют в сочетании с волнистыми асбестоцементными, алюминиевыми или стальными кровельными листами. Ширина листов 900—1200, длина до 6000 и толщина 1,5—2,5 мм. Листы крепят к прогонам крюками, болтами или шурупами (рис. XVII-5, г). Величина нахлестки в продольном направлении 150—200 мм, в поперечном — не менее ширины одной волны. Стыки листов герметизируют ленточными эластичными прокладками или мастикой.

Во избежание растрескивания листов при затяжке креплений между прогонами и листами предусматривают деревянные или пластмассовые прокладки. Стеклопластиковыми листами можно заполнять отдельные проемы или полностью все покрытие.

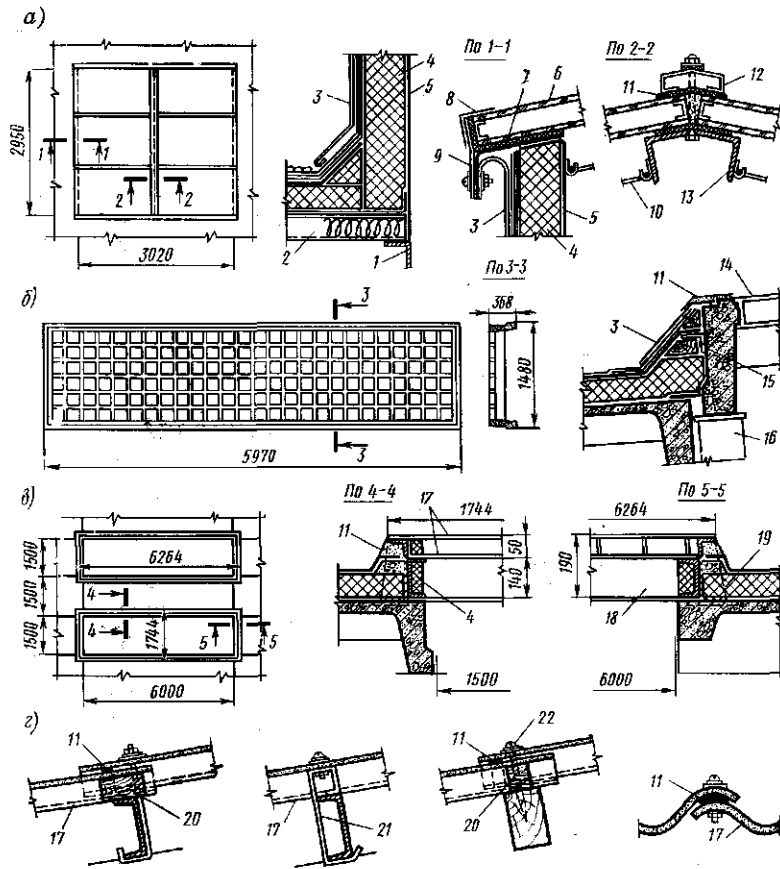


Рис. XVII-5. Зенитные фонари:

а — из стеклопакетов; б — из стеклоблоков; в — из стеклопластиковых панелей; г — из отдельных листов стеклопластика; 1 — прогон; 2 — профилированный настил; 3 — фартук; 4 — утеплитель; 5 — стакан фонаря; 6 — стеклопакет; 7 — резиновый уплотнитель; 8 — фольга; 9 — прижимной элемент; 10 — защитная сетка; 11 — мастика; 12 — нащельник; 13 — перешлет; 14 — стеклоблок; 15 — уголок; 16 — опорный столик; 17 — стеклопластик; 18 — рама из швеллеров и уголков с ребрами; 19 — ребра через 0,5 м; 20 — деревянная подкладка; 21 — крюк из полосы; 22 — шуруп

Технико-экономические показатели здания с фонарями различного типа и без фонарей

Тип здания и фонаря	Общестроительные расходы на покрытие			Расходы на сантехническое обслуживание			Расходы на электроосвещение			Общие затраты		
	кап.	эк.	пр.	кап.	эк.	пр.	кап.	эк.	пр.	кап.	эк.	пр.
Без фонарей	11,8	0,6	2,6	3,2	1,1	1,6	2,2	0,8	1,3	17,2	2,5	5,5
С прямоугольными фонарями шириной 6 м	15,6	1,2	3,9	2,8	0,9	1,3	1,4	0,3	0,6	19,8	2,4	5,8
С точечными зенитными фонарями (рис. XVII-4, а)	14,5	0,8	3,2	3,3	1,2	1,8	1,4	0,3	0,6	19,2	2,3	5,6
С зенитными фонарями из стеклоблоков (рис. XVII-5, б)	12,2	0,6	2,7	3,5	1,3	1,8	1,4	0,3	0,6	17,1	2,2	5,1
С зенитными фонарями из стеклопластиковых панелей (рис. XVII-5, в)	14,0	0,7	2,9	3,4	1,2	1,8	1,4	0,3	0,6	18,8	2,2	5,3

Примечания: 1. Принятые сокращения: кап. — капитальные, эк. — эксплуатационные, пр. — приведенные.
2. Капитальные расходы подсчитаны в руб/м², а эксплуатационные и приведенные — в руб/м²·год.

В табл. XVII-1 приведены технико-экономические показатели для фонарного здания размерами 288×288 м и высотой 6 м при расчетном к. е. о., равном 3%, избыточных тепловыделениях 10 ккал/м³·ч (11,6 Вт/м³) и расчетной температуре наружного воздуха — 30°.

Фонарные переплеты имеют большие размеры, значительный вес и располагают их высоко над уровнем пола. Поэтому для их открывания предусматривают специальные устройства — механизмы рычажного типа с электрическим или ручным приводом и механизмы реечного типа (первые наиболее распространены).

В зависимости от времени года и условий аэрации механизм можно установить на угол открывания в 25, 50 и 70°. Отдельные переплеты можно открывать вручную.

Поскольку механизмы открывания фонарных переплетов работают в весьма трудных условиях (омываются газами, часто с вредными примесями; пылью; влажным воздухом), необходимо предусматривать мероприятия по защите их от коррозии и обеспечивать удобный доступ к ним для осмотра и ремонта. Для предохранения наиболее ответственных трущихся деталей от прямого оседания пыли предусматривают кожухи из кровельной стали.

Для очистки фонарного остекления с внутренней стороны применяют те же устройства и приспособления, что и для очистки окон, а также тележки, перемещающиеся по монорельсам или балкам, уложенным по верхним поясам стропильных конструкций.

Для целей аэрации, особенно зданий с нормальным температурно-влажностным режимом, часто используют обычные световые фонари с открывающимися переплетами. Возможность задувания ветром этих фонарей может снижать требуемую кратность воздухообмена и даже возвращать загрязненный воздух в рабочую зону помещения.

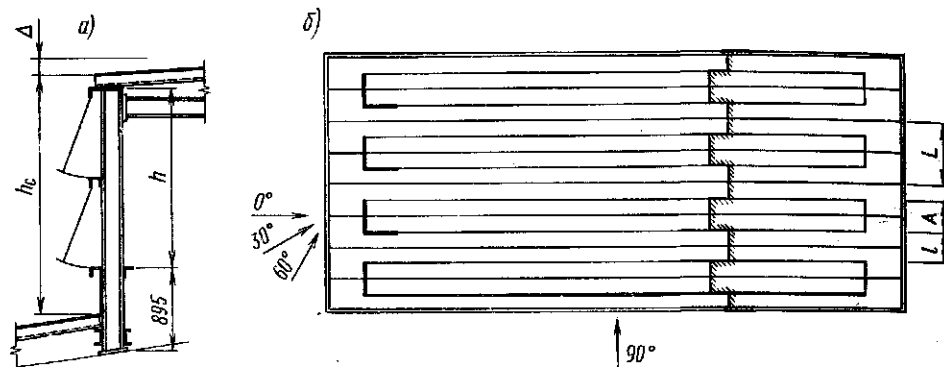


Рис. XVII-6. Схемы для определения незадуваемости прямоугольных фонарей:
а — разрез фонаря по фонарной панели; б — план покрытия многопролетного здания с фонарями

При расположении прямоугольных фонарей в одном уровне они взаимно защищают друг друга от задувания ветром, направленным под углом 90° к продольным осям фонарей. Такие фонари считаются незадуваемыми (рис. XVII-6), если между высотой фонаря h_c , высотой ската его кровли Δ и шириной межфонарного пространства l существует соотношение $l \leq 5(h_c + \Delta)$. При этом наружные открытые проемы крайних фонарей будут задуваться.

Таблица XVII-2

Пролет здания L, м	Ширина фонаря А, м	Высота остекления фонаря h, мм			Примечание
		1×1750	2×1250	2×1500	
18	6	Н	Н	—	Буква Н означает, что фонарь незадуваемый, буква З — что фонарь задуваемый
24	12	Н	Н	Н	
30	12	—	З*	Н	
36	12	—	З	З*	

* При чередовании с пролетами 18 и 24 м фонари незадуваемы.

Данные табл. XVII-2 показывают, при каких соотношениях L , A и h фонари средних пролетов многопролетных зданий не задуваются или задуваются.

Прямоугольные фонари при вышеуказанных соотношениях размеров также не задуваются, если направление ветра составляет с продольной осью фонарей 0° . Если же этот угол составляет от 30 до 60° , то проемы, прилегающие к торцам фонарей, частично задуваются (на рис. XVII-6, б эти проемы показаны жирными линиями).

При непродолжительном задувании таких проемов (не более 20% времени) в фонарях над участками без оборудования, выделяющего вредные газы, проемы не защищают. Если же такого задувания нельзя допускать, в этих проемах предусматривают глухие переплеты остекления на участке длиной, равной размеру l . Другой мерой защиты указанных проемов от задувания может быть установка торцовых щитов в межфонарном пространстве.

Незадуваемость обычных фонарей, как отмечалось, можно обеспечить регулированием наветренных и подветренных переплетов с учетом направления и скорости ветра. При закрытых наветренных и открытых подветренных переплетах фонарь работает как незадуваемый. Однако в этом случае площадь вытяжных отверстий оказывается вдвое уменьшенной и зачастую недостаточной для нормального воздухообмена в помещениях.

Вследствие этого, если вышеприведенное соотношение, определяющее незадуваемость фонаря, не выполняется (а также в однопролетных зданиях и в крайних пролетах многопролетных зданий), устраивают фонари с ветрозащитными панелями. Ветрозащитные панели, размещаемые на некотором расстоянии от остекления, отражают набегающий воздушный поток, предохраняют открытые проемы от задувания и, создавая около фонаря разрежение воздуха, обеспечивают одновременную работу всех вытяжных отверстий фонаря (рис. XVII-7, а).

Между фонарем и ветрозащитной панелью рекомендуется предусматривать через определенное расстояние поперечные щиты. Световые фонари, снабженные ветрозащитными панелями и щитами, работают на вытяжку воздуха устойчиво при любом направлении ветра.

Ветрозащитные панели выполняют из асбестоцементных или металлических волнистых листов. Для отвода дождевой и талой воды между нижней кромкой панели и кровлей здания оставляют щель высотой 50—80 мм.

К недостаткам такого типа фонарей следует отнести интенсивное загрязнение остекления и снижение светоактивности фонарей за счет затенения панелями. Желательно панели выполнять из листов прозрачного стеклопластика.

Для целей аэрации можно использовать и зенитные фонари. В таких фонарях светопрозрачные колпаки устраивают открывающимися или в стаканной части предусматривают щели с регулируемым жалюзи.

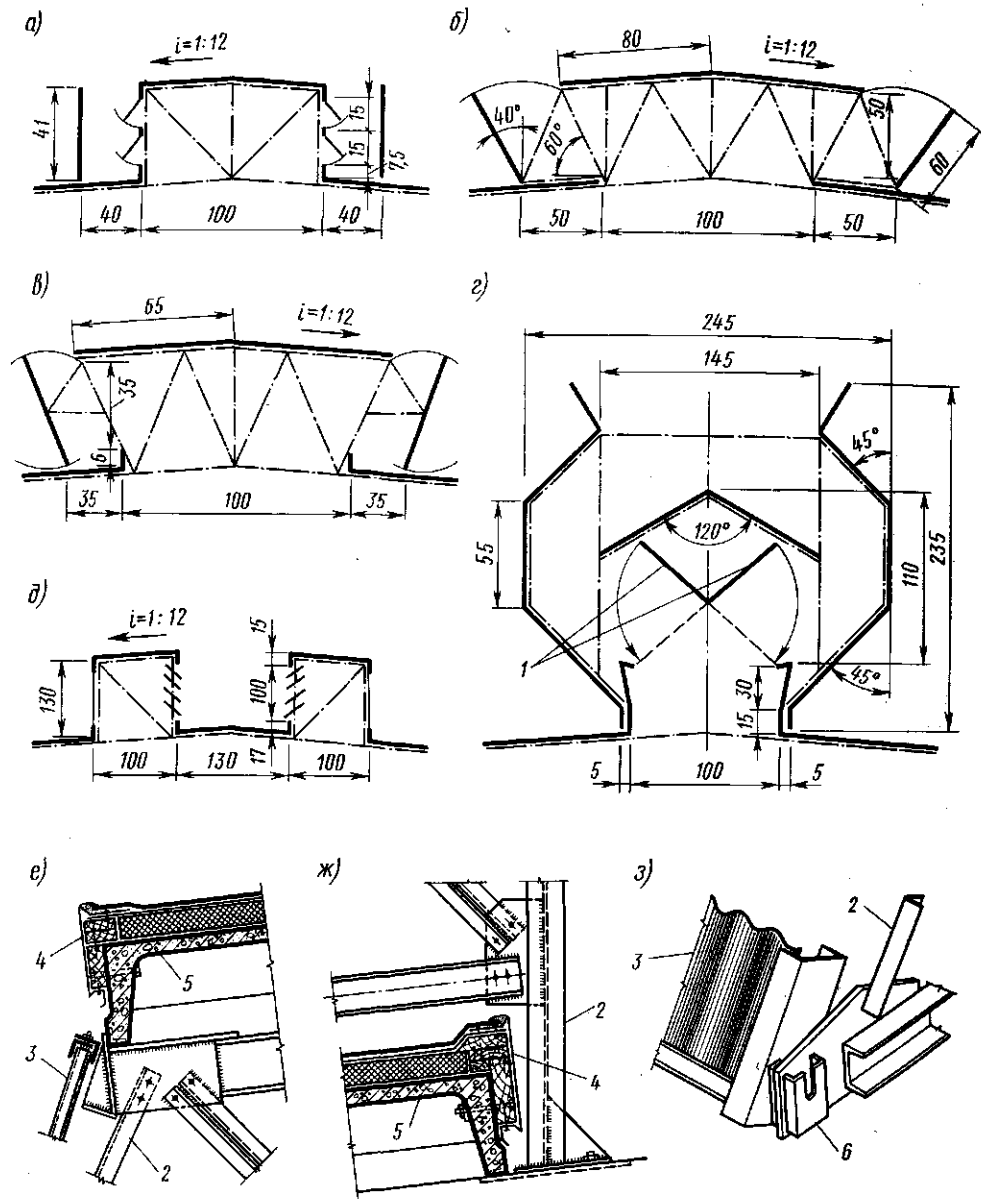


Рис. XVII-7. Основные типы аэрационных фонарей:

а — световой фонарь с ветрозащитными панелями; б — фонарь КТИС; в — фонарь ПСК-2; г — фонарь Гипромега; д — фонарь Батурина; е, ж — карниз и нижняя часть фонаря КТИС; з — узел навески ветрозащитной панели фонаря КТИС; 1 — клапаны; 2 — рама фонаря; 3 — ветрозащитная панель; 4 — оцинкованная сталь; 5 — плита покрытия; 6 — подшипник из швеллера № 8

Для естественного воздухообмена в зданиях с большим выделением тепла устраивают специальные незадуваемые аэрационные фонари; системы КТИС, ПСК-2, Гипромеза, Батурина и др. (рис. XVII-7, б — д).

Фонарь КТИС (рис. XVII-7, б) служит только для аэрации. Незадуваемость его обеспечивается ветрозащитными панелями поворотного типа, укрепленными на нижних горизонтальных осях (рис. XVII-7, в). Поворот панелей позволяет регулировать количество выходящего из цеха воздуха. В теплое время года панели откидывают в сторону от фонаря на 40° от вертикали, а в холодное — на меньший угол или полностью притворяют.

Фонарь ПСК-2 (рис. XVII-7, в) отличается от описанного фонаря тем, что его ветрозащитные панели имеют среднюю подвеску, что позволяет поворачивать панели с меньшими усилиями.

Фонарь Гипромеза (рис. XVII-7, г) предназначен тоже исключительно для аэрации. Интенсивность вытяжки регулируется посредством клапанов из двух плоскостей. Атмосферные осадки, попавшие внутрь фонаря, отводятся на крышу здания наклонными поверхностями через щели у основания фонаря.

Фонарь Батурина (рис. XVII-7, д) относится к категории светоаэрационных. Он состоит из двух частей, у которых наружные боковые плоскости имеют глухое остекление, а внутренние снабжены управляемой жалюзийной решеткой. Фонарь устраивают с разрывами по длине, а торцы соединяют перегородками. При любом направлении ветра стенки фонаря и перегородки отражают набегающие потоки воздуха, создавая разрежение в межфонарном пространстве.

Рамы рассмотренных фонарей изготовляют из металлических профилей и опирают на несущие конструкции покрытия. Ветрозащитные панели, устраиваемые из асбестоцементных или металлических волнистых листов, крепят к консолям рам шарнирно. Покрытие фонарей состоит из тех же элементов, что и основное покрытие цеха (рис. XVII-7, е, ж).

ГЛАВА

XVIII ПОЛЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Требования к полам. Конструкция пола оказывает существенное влияние на стоимость зданий. Так, в одноэтажных зданиях стоимость пола составляет от 5 до 25%, а в многоэтажных — от 5 до 12% полной стоимости здания.

При выборе вида и конструкции пола необходимо прежде всего установить характер производственных воздействий на пол, а также требования, обеспечение которых будет способствовать эксплуатационной надежности и долговечности пола.

Полы промышленных зданий должны удовлетворять следующим требованиям: обладать высокой механической прочностью, ровной и гладкой поверхностью; не скользить; мало истираться и не пылить при езде тележек и ходьбе; иметь хорошую эластичность, устраняющую поврежденные предметы при падении на пол; быть бесшумными при езде транспортных средств и ходьбе людей; обладать малым коэффициентом теплоусвоения, что предотвращает ощущение холода у стоящих на полу людей; иметь высокую стойкость против возгорания, водонепроницаемость и водостойкость, стойкость против химической агрессии (кислот, щелочей, газов); не проводить электроток и не вызывать искрения; обеспечивать возможность проведения быстрого и легкого ремонта; быть индустриальными в строительстве, легко очищаться и сохранять долго хороший внешний вид.

Практически нет такого типа пола, который одновременно удовлетворял бы всем отмеченным выше требованиям. В этом нет и необходимости, которые вытекают из специфики данного производства. Если на пол будет воздействовать одновременно несколько факторов с противоречивыми требованиями, то тип пола выбирают по наиболее важным для данного производственного участка факторам.

Любой технологический процесс расчленяется на отдельные операции или этапы, имеющие свои особенности, а следовательно, и различные требования к полам, поэтому в одном здании на различных производственных участках часто предусматривают полы нескольких типов.

В проектной документации приводят план полов с указанием в каждом отделении типов и деталей полов, а также применяемых для них материалов и изделий.

Уровень пола первого этажа должен быть, как правило, выше планировочной отметки примыкающей территории на 150 мм. При высоком уровне грунтовых вод, когда подстилающий слой находится в пределах высоты их капиллярного поднятия, уровень пола располагают на 500 мм выше планировочной отметки.

При выборе типа и конструкции пола из числа допустимых к применению в данных условиях следует отдавать предпочтение более эффективному в технико-экономическом отношении.

Конструктивные элементы полов

В одноэтажных зданиях полы устраивают непосредственно на грунте, в многоэтажных — на перекрытиях.

Основными конструктивными элементами полов являются: покрытие — верхний элемент пола, непосредственно воспринимающий эксплуатационные воздействия;

подстилающий слой (подготовка) — элемент пола, распределяющий нагрузки по основанию;

прослойка — промежуточный слой, связывающий покрытие с нижележащим элементом или же служащий для покрытия упругой постелью; стяжка — слой, образующий жесткую или плотную корку по нежестким или пористым элементам перекрытия; стяжку устраивают также для выравнивания поверхности элементов пола (или перекрытия) или для придания покрытию заданного уклона;

гидроизоляция — один слой или несколько, препятствующий проникновению через пол сточных вод и других жидкостей и прониканию в пол грунтовых вод;

теплоизоляционный слой — элемент пола на грунте, уменьшающий общую теплопроводность пола.

Покрытия выполняют во всех типах полов, а прочие его элементы и детали (плинтусы, сточные лотки, деформационные швы и др.) принимают в зависимости от типа и конструкции пола.

Покрытия полов подразделяют на сплошные (бетонные, ксилолитовые, пластмассовые, цементные, асфальтовые, щебеночные, глинобитные и др.) и из штучных материалов (различных плит, рулонных материалов, брусчатки, торцовых шашек, досок и др.). Толщину покрытий назначают в зависимости от нагрузок на пол, применяемых материалов, свойств грунта основания и механических воздействий на полы. Наименование полу дают по типу его покрытия.

Подстилающие слои могут быть песчаные, шлаковые, гравийные, щебеночные, глинобетонные, булыжные, бетонные и др. Толщину подстилающих слоев назначают по расчету и принимают не менее: песчаного — 60, шлакового, гравийного, щебеночного, глинобетонного — 80, булыжного — 120, бетонного — 100 мм.

Сыпучие подстилающие слои применяют для устройства полов с покрытиями из штучных материалов и при плотных грунтах основания, а бетонные — для полов с монолитными и рулонными покрытиями и при слабых грунтах. В полах по перекрытиям в качестве подстилающего слоя часто используют звукоизоляционные материалы.

Прослойки могут быть из цементно-песчаного раствора, жидкого стекла, битумной или дегтевой мастики и песчаные. В зависимости от конструкции пола толщину прослоек принимают: цементно-песчаных — 10—15, из жидкого стекла — 10—25, мастичных — 1—3 и песчаных — 10—15 мм. В полах из чугунных и стальных плит применяют прослойки песчаные толщиной 60—220 мм и из мелкозернистого бетона толщиной 35—40 мм.

Стяжки выполняют из цементно-песчаного раствора марки 150—200 (толщина 20—50 мм), ксилолита марки 50—75 (15 мм), бетона марки 100 (20—40 мм) и легкого бетона марки 50—75 (20—60 мм). Допускается применение сборных стяжек из железобетонных и твердых древесноволокнистых плит толщиной соответственно 40—50 и 4—5 мм.

Гидроизоляция в полах предназначена для защиты их от сточных вод и других жидкостей при средней и большой интенсивности воздействия вод гидроизоляцию размещают под покрытием пола, а для защиты от капиллярного поднятия грунтовых вод — под подстилающим слоем.

В первом случае применяют оклеечную изоляцию, состоящую из 2—4 слоев изола или гидроизола, 3—5 слоев толя или толь-кожи или 1—2 слоев полиизобутилена, укладываемых на соответствующих мастиках; во втором — наливную из одного слоя, пропитанного битумом или дегтем щебня, асфальтовую из слоя асфальто- или дегтебетона или оклеечную из двух слоев изола, гидроизола, толя или толь-кожи на мастике.

Звуко- и теплоизоляцию в полах устраивают из минераловатных и стекловолоконных матов и плит, древесноволокнистых плит, легких бетонов и сыпучих материалов (шлак, песок и др.).

Грунты основания должны исключить возможность общих и местных деформаций пола. Слабые грунты укрепляют трамбованием. Торф и другие растительные грунты в основаниях под полы заменяют более плотными, исключая деформации.

При наличии пучинистых грунтов в основании пола помещений, если возможно промерзание грунтов при эксплуатации, предусматривают устройство по основанию теплоизоляционного слоя из неорганического материала (например, шлака), или заменяют пучинистый грунт при обратной засыпке котлована непучинистым грунтом.

Полы со сплошным покрытием

Глинобитные полы (рис. XVIII-1, а) делают в некоторых отделениях горячих цехов, где на пол воздействуют высокие температуры, возможно падение на пол тяжелых предметов, и в складах. Покрытие этого пола, совмещающее в себе и функции подстилающего слоя, состоит из смеси глины, песка и воды. Прочность материала покрытия должна быть не менее 20 кг/см² (2 МПа).

При добавлении в глинобитную смесь 2—3% маслянистых веществ и 55—65% гравия или щебня получают глинобетонный пол, имеющий повышенные механические качества.

Гравийные и щебеночные полы (рис. XVIII-1, б) устраивают в местах проезда транспорта на резиновом ходу, в складах; когда нельзя применять глинобитные полы из-за их пыльности. Гравийные полы выполняют из гравийно-песчаных смесей, иногда улучшенных добавкой суглинка. Для щебеночных покрытий используют щебень из каменных материалов крупностью 25—75 мм. Поверхность обрабатывают клинцом крупностью 15—25 мм и каменной мелочью 5—15 мм. Укладывают гравийную смесь и щебень слоями толщиной 100—200 мм с выравниванием и уплотнением каждого слоя катками.

Щебеночные покрытия можно пропитывать горячим битумом с трехкратным разливом. После первого разлива битума рассыпают клинец, а после второго и третьего — каменную мелочь, каждый раз в количестве 0,8—1 м³ покрытия (после каждой россыпи покрытие уплотняют катками).

Покрытие в этих полах служит одновременно подстилающим слоем.

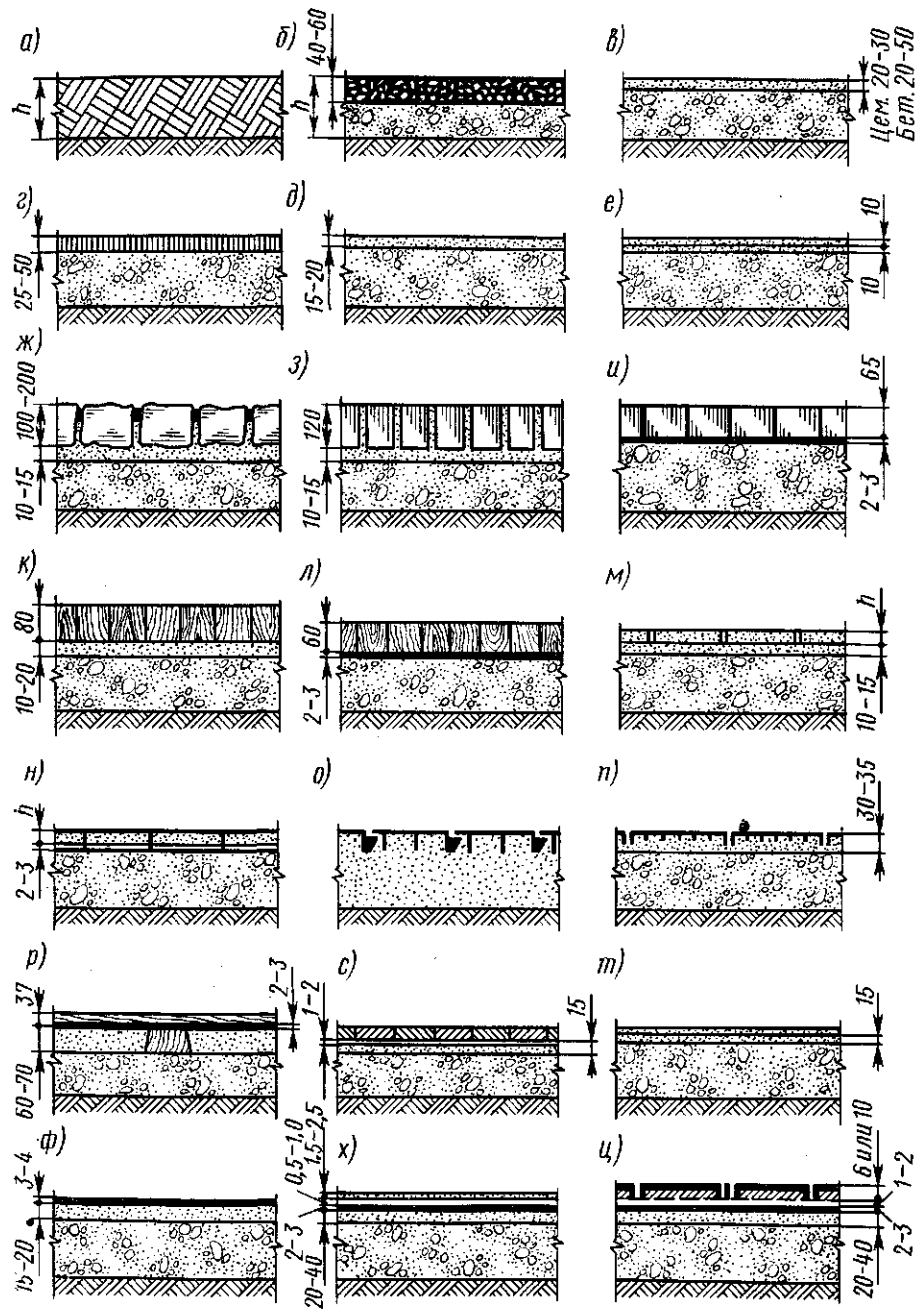


Рис. XVIII-1. Полы промышленных зданий:

a — глинобитный; *б* — гравийный или щебеночный; *в* — бетонный; *г* — асфальтобетонный; *д, е* — ксилолитовые; *ж* — брусчатый; *з, и* — кирпичные; *к, л* — торцовые; *м, н* — плиточные; *о, п* — металлические; *р* — дощатый; *с* — паркетный; *т* — из линолеума; *ф* — поливинилацетатный; *х* — из поливинилхлоридного линолеума; *ц* — из фенолитовых плиток

Бетонные и цементно-песчаные полы (рис. XVIII-1, *в*) предусматривают в цехах с повышенной влажностью, при воздействии на пол минеральных масел, кислот и щелочей, в проездах и в складах. Бетонные и цементно-песчаные покрытия укладывают по бетонному подстилающему слою.

Бетонное покрытие имеет толщину 20—50 мм и выполняется из бетона марки 200—400 на гравийном или щебеночном заполнителе. Толщина цементно-песчаного покрытия (марка раствора 200—300) составляет 20—30 мм.

Вид заполнителя и цемента определяют в зависимости от требований, предъявляемых к полу. Крупность заполнителя бетонного покрытия не должна превышать 0,6 толщины слоя.

К этой группе относят также мозаичные и металлоцементные полы. Мозаичное покрытие, имеющее толщину 20—25 мм, состоит из цементно-песчаного раствора, мелкого заполнителя и песка, изготовляемых из мрамора, гранита и базальта.

Металлоцементное покрытие толщиной 15—20 мм выполняют из смеси стальной стружки (размер 1—5 мм), цемента и воды, укладываемой по прослойке толщиной 15 мм из цементно-песчаного раствора. Для покрытия применяют металлоцементный раствор марки не ниже 500 состава 1:1 по объему.

В отдельных случаях поверхности полов железнят. В целях повышения прочности и уменьшения истираемости бетонные и цементно-песчаные покрытия пропитывают флюатами и уплотняющими составами.

Асфальтобетонные полы (рис. XVIII-1, *г*) устраивают в складах, проездах и проходах (при малоинтенсивном движении), а также в местах воздействия на пол малоконцентрированных кислот и щелочей. Асфальтобетонные покрытия имеют толщину 25—50 мм и состоят из смеси битума с пылевидным заполнителем, песком и щебнем или гравием (иногда добавляют волокнистый материал).

Крупность щебня и гравия из природного камня и нераспадающихся металлургических шлаков не должна превышать 20 мм. Битум должен иметь температуру размягчения от 50 до 60°. В качестве пылевидного заполнителя применяют мелкомолотые материалы (каменные, металлургические шлаки, песок и др.). Предел прочности при сжатии у асфальтобетона должен быть не менее 50 кг/см² (5 МПа).

Асфальтобетонное покрытие укладывают по бетонному, булыжному или щебеночному подстилающему слою.

Ксилолитовые полы (рис. XVIII-1, *д, е*) делают в помещениях с длительным пребыванием людей, без интенсивного движения, а также в цехах со специальными требованиями к взрывоопасности (безыскровости). Ксилолитовое покрытие толщиной 15—20 мм выполняют из смеси каустического магнезита, опилок и водного раствора магнезия. В смесь, как правило, добавляют пигмент минерального происхождения. Прочность на растяжение ксилолита состава 1:2 (магнезит и опилки по объему) должна быть не менее 30 кг/см² (3 МПа). Иногда ксилолитовое покрытие устраивают двухслойным с толщиной каждого слоя 10 мм. Подстилающим слоем для ксилолитовых полов служит бетонный слой.

Брусчатые полы (рис. XVIII-1, ж) устраивают в тех помещениях, где воздействуют высокие температуры, химические реагенты и удары, а также на путях движения тяжелого транспорта, в том числе и на гусеничном ходу. Брусчатку готовят из гранита, базальта, диабазы и других материалов с пределом прочности на сжатие не менее 1000 кг/см² (100 ПМа). Размеры брусчатки в плане 150×200) и по высоте 100—200 мм.

Брусчатку укладывают по бетонному (иногда песчаному) подстилающему слою на песчаной, цементно-песчаной или мастичной прослойке. Толщина прослойки из песка составляет 10—15 мм, из мастики — 2—3 мм, из раствора и жидкого стекла — 10—15 мм.

Полы из клинкера (рис. XVIII-1, з, и) применяют в тех же случаях, что и брусчатые. Они имеют аналогичную с ними конструкцию. Укладывают клинкер (или кирпич) на ребро или плашмя.

Торцовые полы (рис. XVIII-1, к, л) имеют малый коэффициент теплоусвоения, эластичны и бесшумны, благодаря чему их применяют в тех помещениях, где людям приходится в течение всей смены работать стоя (механические, сборочные, инструментальные цехи и др.).

Для торцовых покрытий применяют деревянные шашки прямоугольной или шестигранной формы, изготовленные из здоровой древесины хвойных и твердых лиственных пород, за исключением пихты, березы, бука и дуба. Ширина прямоугольных шашек составляет 40—100, шестигранных 120—200 мм, их длина 100—260, а высота 60 или 80 мм. В полах из торцовой шашки, укладываемой на песчаной прослойке толщиной 10—15 мм, подстилающий слой может быть любым, а в случае укладки шашки на битумной или дегтевой мастике толщиной 2—3 мм — бетонным и асфальтобетонным.

При укладке торцового покрытия (независимо от материала прослойки) шашки погружают в горячую мастику всеми гранями, кроме верхнего торца, и быстро укладывают вплотную одну к другой. Толщина швов между шашками не должна превышать 2 мм. Шашки укладывают волокнами перпендикулярно плоскости пола, а швы между ними заполняют битумной мастикой.

Плиточные полы (рис. XVIII-1, м, н) принято настилать в зданиях многих отраслей промышленности, особенно в помещениях с повышенной чистотой. Плиточные покрытия выполняют из бетонных цементно-песчаных, мозаичных, ксилолитовых, асфальтобетонных плиток, изготовляемых из материалов и смесей, аналогичных одноименным сплошным покрытиям, а также из керамических плиток (в полах, подвергающихся воздействию кислот и щелочей). Плитки укладывают на прослойках из цементно-песчаного раствора и жидкого стекла толщиной 10—15, из мастик — 1—3 мм. В полах с плиточными покрытиями подстилающий слой должен быть прочным и жестким. Этим требованиям хорошо удовлетворяет слой бетона. Толщина швов между плитками размером до 200 мм не должна превышать 2 мм, а более крупными плитками — 3 мм.

Металлические полы (рис. XVIII-1, о, п), имеющие высокую стоимость вследствие большого расхода металла, применяют в исключительных случаях, в частности на отдельных участках мартеновских, литейных, прокатных, кузнечных и термических цехов (в местах возможного падения на пол тяжелых предметов, воздействия высоких температур и там, где требуется гладкая, непылящая поверхность пола).

Для таких покрытий применяют чугунные плиты с размерами в плане 248×248 и 298×298 мм, толщиной 6 мм и высотой с ребрами соответственно 42 и 30 мм, а также стальные штампованные плиты размером 300×300×19 мм и толщиной 2,5—3 мм.

Плиты укладывают на прослойку из песка или мелкозернистого бетона. В первом случае подстилающий слой принимают бетонным, булыжным, глинобетонным, гравийным, песчаным и т. п., во втором — только бетонным.

В промышленных зданиях настилают также дощатые, паркетные и линолеумные полы (рис. XVIII-1, р—т), конструкция которых не отличается от аналогичных полов гражданских зданий.

Новые виды полов

Рассмотренные типы полов из традиционных строительных материалов (бетона, асфальта, керамики, камня, дерева и металла) широко применяют в массовом промышленном строительстве. Однако в ряде случаев они не отвечают возросшим требованиям в отношении прочности, стойкости к химическим реагентам, теплостойкости и гигиеничности. Обычно эти полы легко загрязняются, имеют темную окраску и неудобны в эксплуатации.

Перспективны новые типы полов на основе тех полимерных материалов, которые обладают большой прочностью, высоким сопротивлением истиранию, водонепроницаемостью, эластичностью и экономичностью.

Покрытия полов, выполняемые из полимерных материалов, могут быть бесшовными, плиточными и рулонными.

Составы для бесшовных покрытий изготовляют из синтетических вяжущих, наполнителей и цемента (для полимерцементных составов). Их подразделяют:

по *консистенции* — на мастичные, которые наносят распылением и разливом, растворные и бетонные, укладываемые специальными машинами и виброприспособлениями;

по *исходному вяжущему* — на поливинилацетатные, полиэфирные, эпоксидные, фурановые и полимерцементные.

Толщину поливинилацетатных, полиэфирных и эпоксидных покрытий принимают 3—5 мм, фурановых — 5—10 мм, полимерцементных: мастичных — 3—4, растворных — 7—10 и бетонных — 15—20 мм. Во всех видах бесшовных полов необходимы бетонный подстилающий слой и стяжки из цементно-песчаного раствора и легкого бетона (рис. XVIII-1, ф).

Поливинилацетатные, полиэфирные и полимерцементные (мастичные) покрытия устраивают в цехах со слабыми механическими воздействиями на полы. Полиэфирные полы, кроме того, стойки к растворам кислот и щелочей слабой и средней консистенции; они хороши для помещений с повышенными требованиями к внешнему виду, беспыльности и безыскровости. Эпоксидные и фурановые полы стойки к растворам щелочей, кислот и большинству масел и органических растворителей.

В помещениях с сухим режимом эксплуатации полов и умеренными механическими воздействиями можно применять полимерцементные (растворные и бетонные) на основе поливинилацетатной эмульсии, а в помещениях с влажным режимом и умеренными механическими воздействиями — полимерцементные (растворные и бетонные) на основе дивинилстирольного латекса.

Плиточные полы устраивают из поливинилхлоридных, кумароновых, фенолитовых, резиновых и сверхтвердых древесноволокнистых плиток. Плитки могут быть квадратные, прямоугольные и фигурные, одно- и многоцветные, гладкие и рифленые. Размеры их находятся в пределах от 100×200 до 500×500 мм, толщина от 1,5 до 7,5 мм. Сверхтвердые древесноволокнистые плиты имеют длину 1200—5400, ширину 1200—1800 и толщину 3—4 мм.

Для этих полов устраивают обычно бетонный подстилающий слой, прослойки из холодных мастик и все виды стяжек.

Наиболее распространены поливинилхлоридные и резиновые плитки, обладающие высокой гигиеничностью, диэлектрическими, гидро- и звукоизоляционными свойствами, стойкостью ко многим химическим реагентам и повышенной температуре. Принимают их для покрытий полов в зданиях с повышенными требованиями к чистоте, а также в помещениях с требованиями взрывобезопасности и химической стойкости.

Фенолитовые плитки обладают высокой механической прочностью, паронепроницаемостью, стойкостью к большинству минеральных и органических кислот, они не абсорбируют паров ртути. Их рекомендуют для полов в цехах с повышенным воздействием химических реагентов. Кумароновые плитки отличаются безыскровостью и беспыльностью.

На рис. XVIII-1, *ц* показана конструкция пола из фенолитовых плиток.

В покрытиях из плиток можно создать многообразный рисунок, их просто приклеивать и легко заменять поврежденные участки без замены всего покрытия. Недостатком плиточных покрытий является большое количество швов, что несколько снижает гигиеничность и долговечность пола.

Рулонные материалы для покрытия полов, изготавливаемые из полимеров, подразделяют на поливинилхлоридные, алкидные, резиновые и другие синтетические линолеумы и ковровые покрытия. Их изготавливают безосновными и с упрочняющей или тепло- и звукоизолирующей основой, одно- и многоцветными, с гладкой, рифленой и ворсистой поверхностью. Линолеумы выпускают длиной от 6 до 20 м, шириной 1—2 м и толщиной от 1,5 до 6 мм.

Незначительная толщина, эластичность и мягкость линолеума обуславливают необходимость укладки его по ровному и прочному основанию. Подстилающий слой выполняют из бетона, который выравнивают цементно-песчаным раствором, ксилолитом или легким бетоном. Наклеивают линолеум холодной мастикой. На рис. XVIII-1, *х* показан пол из поливинилхлоридного линолеума. Поливинилхлоридный и резиновый линолеумы имеют ту же область применения, что и аналогичные плиточные материалы.

Сравнительные показатели некоторых типов полов с бетонным подстилающим слоем приведены в табл. XVIII-1.

Таблица XVIII-1

Технико-экономические показатели полов

Виды полов	Тепло-свое- ние, ккал/м ² × × ч · град (Вт/м ² · °С)	Истираемость (пыльность)	Тепло- стойкость, °С	На 1 м ² пола	
				общая стоимость, руб.	затраты труда, чел-ч
Бетонный	25(29,1)	Малая	100	3,61	0,91
Асфальтобетонный	22(25,6)	Средняя	50	3,42	0,72
Ксилолитовый двухслойный	18(20,9)	»	50	4,32	1,5
Из керамических плиток . . .	28(32,6)	Малая	100	6,39	2,2
Из бетонных плиток (с гид- роизоляции)	25(29,1)	»	100	7,88	1,5
Из асфальтовых плит (с гид- роизоляции)	22(25,6)	Средняя	50	5,53	1,5
Из торцовой шашки на мас- тике	10(11,6)	»	50	7,5	1,9

Основные детали полов

В местах примыкания бетонных, цементных, мозаичных и металлоцементных покрытий к покрытиям других типов укладывают окаймляющие уголки, препятствующие обмятию и выкрашиванию покрытий (рис. XVIII-2, *а*). Крепят уголки анкерами, которые приваривают к уголкам и заделывают в подстилающий слой. Шаг анкеров 0,5—0,6 м. Для крепления уголков, опирающихся на тепло- или звукоизоляционный слой, предусматривают бортики из бетона.

Стыки сплошных ксилолитовых покрытий с другими полами устраивают через окаймляющие деревянные рейки, которые прибивают к деревянным антисептированным пробкам, заделываемым в подстилающий слой через 0,5—0,6 м (рис. XVIII-2, *б*).

По периметру участков покрытия из металлических плит предусматривают элементы, закрепляющие крайние ряды плит. Эти элементы представляют собой крюки из стали диаметром 10 мм, которые ставят через 0,5 м и заделывают в подстилающий слой или бетонный бортик (рис. XVIII-2, *в*).

В местах примыкания полов к стенам, перегородкам, фундаментам под оборудование, колоннам и другим конструкциям, выступающим над полом, предусматривают плинтусы или галтели. При покрытиях поливинилацетатных, дощатых, паркетных, из листовых и плитных материалов плинтусы (галтели) делают из деревянных реек или из полимерных материалов (рис. XVIII-2, *г, д*).

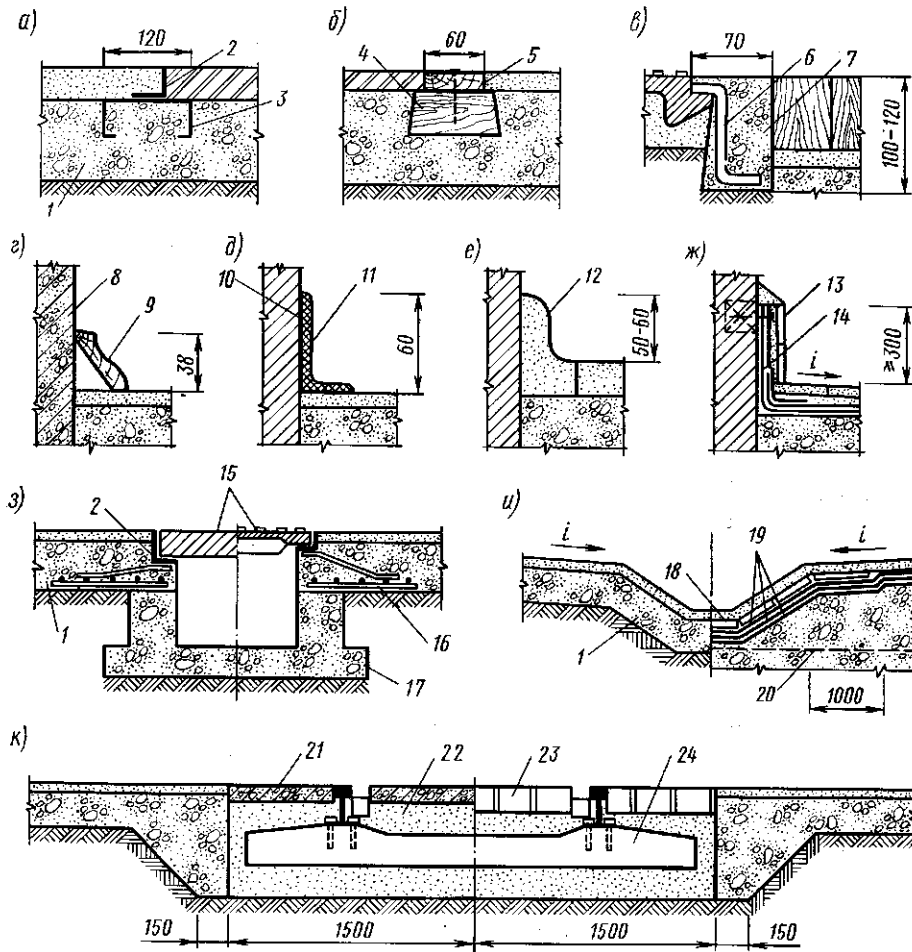


Рис. XVIII-2. Детали полов промышленных зданий:

а, б — примыкания сплошных покрытий; *в* — то же, из штучных материалов; *г-ж* — плинтусы; *з* — примыкание пола к каналу; *и* — сточный лоток; *к* — полы в зоне железнодорожных путей; *1* — подготовка; *2* — уголок; *3* — анкер; *4* — пробки; *5* — рейка; *6* — крюки; *7* — бетонный бортик; *8* — стена; *9* — деревянная галтель; *10* — мастика; *11* — плинтус из пластмасс; *12* — плинтус из раствора; *13* — плинтус из керамических плиток; *14* — изоляция на мастике; *15* — съемные плиты; *16* — сварная сетка; *17* — канал; *18* — плиточная изоляция; *19* — то же, оклеечная; *20* — подстилающий слой или плита перекрытия; *21* — железобетонные плиты; *22* — песок; *23* — брусчатка, кирпич, торцовая шашка; *24* — железобетонная шпала

При сплошных и плитных бетонных, цементно-песчаных, мозаичных, металлоцементных, металлических и керамических покрытиях на цементно-песчаной прослойке устраивают плинтусы из цементно-песчаного раствора марки 150 (рис. XVIII-2, *е*). В помещениях, где на пол воздействует вода, кислота или щелочь, плинтусы выполняют из керамических или каменных литых плиток, а также из клинкерного или кислотостойкого кирпича (рис. XVIII-2, *ж*).

Примыкания полов к каналам и приямкам конструктивно исполняют, как это показано на рис. XVIII-2, *з*. Съемные плиты выполняют из материала, наиболее удовлетворяющего требованиям к полу (железобетонные из обычного или жароупорного бетона, металлические плиты).

Покрытия лотков нужно выполнять из материалов (кирпича, плиток, бетона), стойких к стекающей жидкости. Сплошные покрытия, устраиваемые из бетона или цементно-песчаного раствора марки не ниже 300, допускается устраивать только при стоке воды и растворов нейтральной реакции (рис. XVIII-2, *и*). Гидроизоляция в лотках может быть оклеечной и обмазочно-плиточной.

Трапы в полах для стока воды и нейтральных жидкостей делают чугунные или из бетона, а для стока отработанных вод с примесью кислот и щелочей — из керамических труб или с применением керамической облицовки.

В зоне железнодорожных путей полы обычно устраивают из брусчатки, бетона марки не ниже 300, асфальтобетона и других материалов (рис. XVIII-2, *к*). В зоне путей колеи 1524 мм покрытие пола делают разборное (например, из железобетонных плит) и располагают его на уровне головки рельсов. При движении в этой зоне безрельсового транспорта следует применять желобчатые (трамвайные) рельсы. Уклон пандуса прирельсовой зоны должен быть не круче 1 : 3.

ГЛАВА

XIX ПРОЧИЕ ЭЛЕМЕНТЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

В настоящей главе рассмотрены лестницы, перегородки, ворота, двери, противопожарные преграды, деформационные швы, фундаменты под технологическое оборудование и устройства по ограничению вибраций и шума в помещениях.

Лестницы

Лестницы промышленных зданий подразделяют на основные, служебные, пожарные и аварийные.

Основные лестницы, предназначенные для сообщения между этажами и эвакуации людей, по конструкции аналогичны лестницам гра-

жданских зданий. Их можно расположить в здании или вывести за его контуры. Выносить лестничные клетки целесообразно при больших нагрузках на перекрытия; они позволяют полнее использовать производственную площадь и могут обогатить архитектурную композицию зданий. Стены лестничных клеток выкладывают из кирпича или монтируют из панелей и опирают на ленточные фундаменты, фундаментные бал-

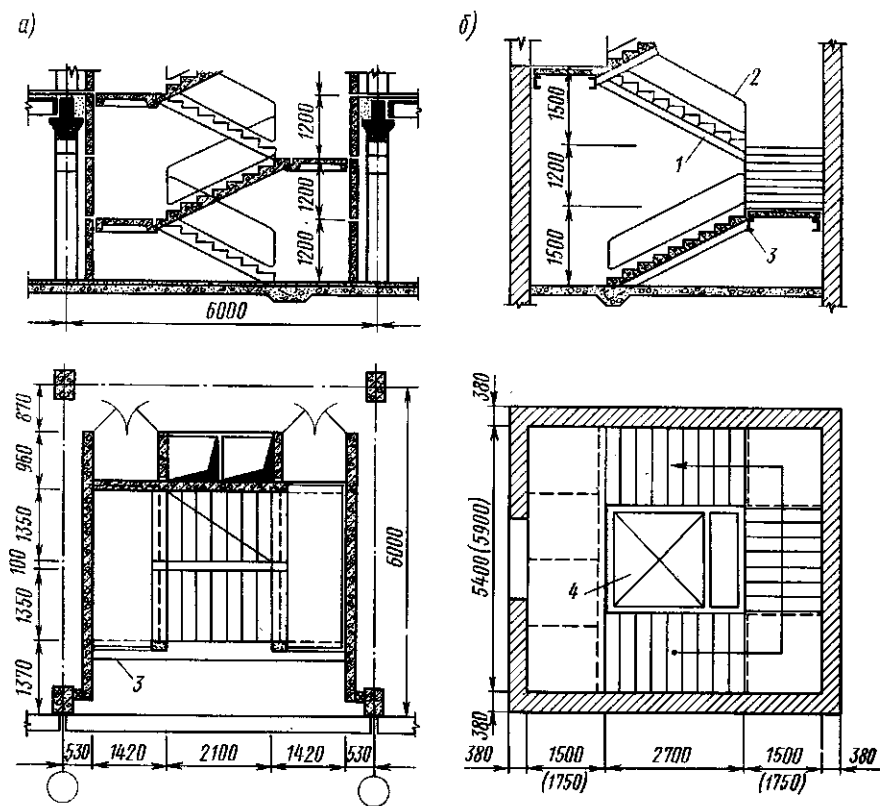


Рис. XIX-1. Основные лестницы многоэтажных зданий:
а — двухмаршевая с цельными маршами; *б* — трехмаршевая с отдельными ступенями по косярам; 1 — косяк; 2 — ограждение; 3 — балка; 4 — лифт

ки и замкнутые поэтажные балочные каркасы. Лестничные марши и площадки изготовляют в виде цельных железобетонных элементов (рис. XIX-1, *а*), реже — из отдельных ступеней по косярам и плоских площадочных плит (рис. XIX-1, *б*). В последнем случае лестничные клетки имеют несущие кирпичные стены и конструктивно не связаны с каркасом здания.

Уклон маршей, как правило, принимают 1:2 с размерами ступеней 300×150 мм. Унифицированные марши имеют ширину 1350, 1500 и 1750 мм, а высоту подъема — от 1,2 до 2,1 м. Ступени покрывают моза-

ичным слоем толщиной не менее 15 мм. С лестничными клетками блокируют обычно пассажирские и грузовые лифты.

Количество лестничных клеток определяют по нормам. Расстояние от наиболее удаленного рабочего места до ближайшего эвакуационного выхода должно составлять от 30 до 100 м в зависимости от категории

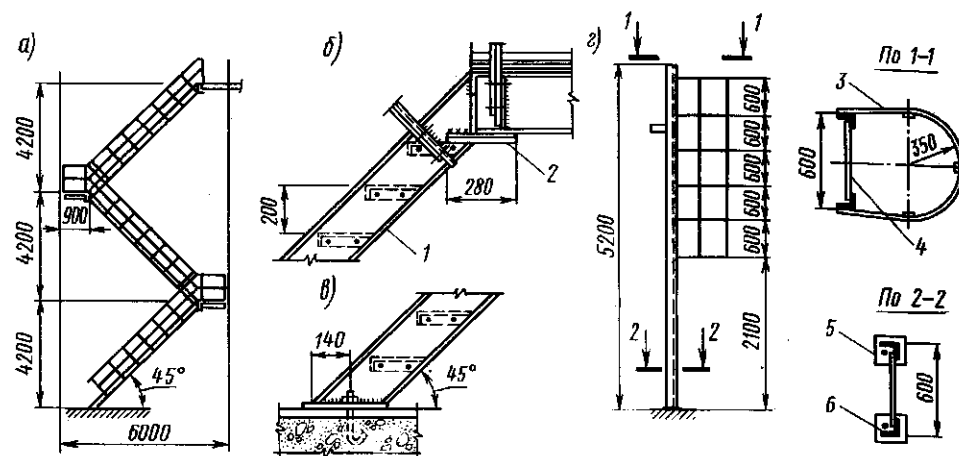


Рис. XIX-2. Примеры конструктивного решения служебных лестниц:
а — маршевая; *б* — верхний узел опоры марша; *в* — опирание марша на бетонную подготовку; *г* — стремянка; 1 — швеллер № 18; 2 — уголок № 56; 3 — полоса 40×4 мм; 4 — стержень диаметром 18 мм (через 300); 5 — пластина 100×100×6 мм; 6 — уголок № 8

производства, степени огнестойкости зданий и их этажности. Двери, ведущие из производственных помещений наружу или в лестничную клетку, должны открываться в сторону выхода.

Служебные лестницы устраивают для прохода к одиночным рабочим местам, для осмотра и обслуживания оборудования и наиболее ответственных строительных конструкций и других целей. Выполняют их из экономичных гнутых металлических профилей (швеллеров и уголков). Крепят такие лестницы к полу, строительным конструкциям и оборудованию.

Служебные лестницы для интенсивного движения (рис. XIX-2, *а—в*) монтируют из маршей и переходных площадок. Марши должны иметь угол наклона к горизонту 45 и 60°, ширину 600—1000 мм и шаг проступей 200 и 300 мм. Высоту маршей принимают от 600 до 6000 мм. Марши имеют ограждения с поручнями. Ступени и площадки монтируют из элементов штамповочного и решетчатого типов.

В случаях индивидуального использования лестниц (например, для подъема крановщика на посадочную площадку) предусматривают стремянки, составляющие с горизонтом угол 90° и имеющие ширину 600 мм (рис. XIX-2, *г*). Шаг проступей, выполняемых из стержней, принят 300 мм.

Пожарные лестницы предусматривают для зданий высотой до верха карниза или парапета 10 м и более. Такие лестницы устраивают также в местах перепадов высот смежных пролетов для соединения находящихся на разных уровнях покрытий и у торцов фонарей. Размещают лестницы снаружи здания напротив глухих участков стен.

У зданий высотой до карниза или парапета от 10 до 30 м пожарные лестницы шириной до 0,6 м устраивают вертикально (рис. XIX-2, в), а у зданий большей высоты — наклонно с маршами под углом не более 80°, шириной 0,7 м и порежучточными площадками не реже чем через 8 м по высоте. Эти лестницы должны иметь поручни.

Расстояние между лестницами по периметру здания принимают не более 200 м. Крепят лестницы к стенам или каркасу анкерами из уголков (швеллеров), располагаемыми по высоте через 2,4—3,6 м.

Аварийные лестницы предназначаются для эвакуации людей из здания во время пожара или аварии, если по каким-либо причинам невозможно использовать основные лестницы. Их размещают снаружи здания; они имеют многомаршевую конструкцию и сообщаются с помещениями через площадки или балконы, устраиваемые на уровне эвакуационных выходов.

Аварийные лестницы должны иметь ширину не менее 0,7 м, уклон маршей не более 1:1 и ограждение высотой не менее 0,8 м. Выполняют их из стали или сборного железобетона аналогично пожарным многомаршевым лестницам.

Для зданий высотой до верха карниза или парапета 10 м и более предусматривают один выход на крышу на каждые 40 000 м² кровли: в одноэтажных зданиях (без наружных эвакуационных лестниц) — по наружной открытой стальной лестнице, в многоэтажных — из лестничной клетки.

Перегородки

При проектировании промышленных зданий количество перегородок необходимо сводить к минимуму, так как они снижают степень универсальности зданий, ухудшают естественное освещение и воздухообмен в помещениях.

Перегородки должны обладать прочностью и устойчивостью, отвечать противопожарным требованиям, иметь, как правило, сборно-разборную конструкцию. Иногда к перегородкам предъявляют звукоизоляционные требования.

В зависимости от характера производства перегородки подразделяют на выгораживающие и ограждающие.

Выгораживающие перегородки имеют высоту 2,2—3 м; ими ограждают инструментальные кладовые, промежуточные склады, цеховые конторы и другие вспомогательные помещения. Перегородки монтируют из деревянных, металлических или железобетонных щитов

шириной, кратной модулю 500 мм. Нижнюю часть щитов делают сплошной (глухой), а верхнюю — обычно остекленной или сетчатой.

Деревянные выгораживающие перегородки собирают из столярных щитов шириной 446, 946 и 1946 мм и стоек-вкладышей сечением 54×50 мм (рис. XIX-3, а). Щиты и стойки устанавливают на направляющий брус, прикрепляемый к полу, а по веру щитов укладывают брус жесткости, который крепят к стене или колоннам. При большой протяженности устойчивость перегородок обеспечивают постановкой через 6 м щитов-ребер шириной 446 мм.

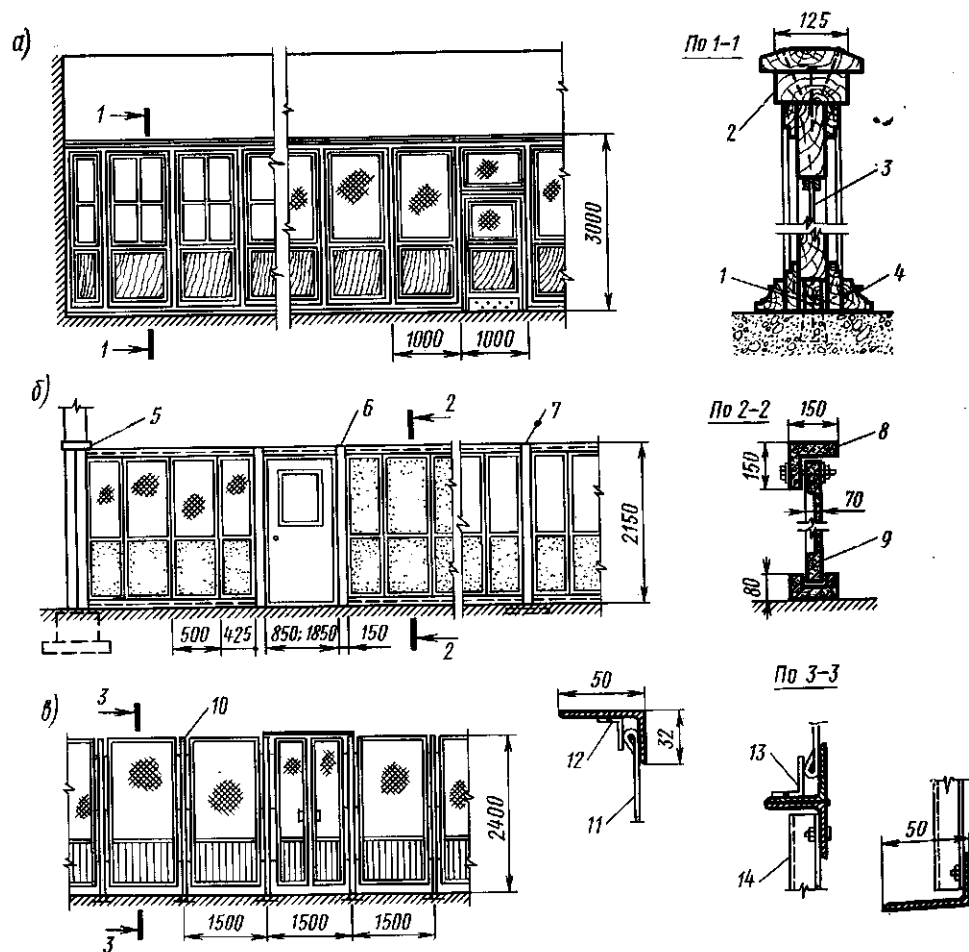


Рис. XIX-3. Выгораживающие перегородки из щитов:

а — деревянные; б — железобетонные; в — стальные; 1 — направляющая рейка; 2 — верхняя обвязка; 3 — стекло или сетка; 4 — плинтус; 5 — хомут; 6 — стойка-вкладыш; 7 — несущая стойка; 8 — обвязка; 9 — глухой щит; 10 — стойка из трубы 60×30×3 мм; 11 — сетка № 50; 12 — сварка; 13 — уголок 22×16,6×1,5 мм; 14 — профилированный настил

Железобетонные перегородки монтируют из щитов шириной 495 и 420 мм, высотой 2050 и толщиной 70 мм, нижней и верхней обвязки, стоек-вкладышей. Через 6 м по длине перегородок устанавливают несущие стойки, под которые предусматривают фундаментные плиты размером $1 \times 0,5 \times 0,075$ м (рис. XIX-3, б). Обвязки укладывают по всей длине перегородок. Стойки-вкладыши крепят к колоннам стальными хомутами, а верхнюю обвязку — к стойкам болтами. Двери устраивают деревянные.

Стальные выгораживающие перегородки (рис. XIX-3, в) состоят из стоек, устанавливаемых с шагом 1,5 м, основных щитов размерами $1,5 \times 1,8$ и $1,5 \times 2,4$ м и доборных щитов размерами $1 \times 1,8$ и $1 \times 2,4$ м, навешиваемых на стойки. Высота перегородок 1,8 и 2,4 м. Стойки выполняют из прямоугольных труб сечением 60×30 и толщиной стенки 3 мм. Обвязка щитов — сварная из уголков $50 \times 32 \times 4$ мм.

Щиты высотой 1,8 м заполняют стальной сеткой на всю высоту, а щиты высотой 2,4 м в верхней части — сеткой и нижней — оцинкованными профилированными листами. Между собой листы крепят заклепками. Стойки устанавливают на покрытие пола — для перегородок высотой 1,8 м и на бетонную подготовку для перегородок высотой 2,4 м; крепят стойки к полу самозаанкеривающимися цанговыми болтами.

Ограждающие перегородки (на всю высоту помещения) предусматривают в тех цехах, где необходимо отделить вредные производства от других помещений или изолировать наиболее шумные отделения. Делают такие перегородки из кирпича, мелких блоков, железобетонных панелей, стальных профилированных и асбестоцементных листов.

Кирпичные перегородки толщиной 120 и 250 мм имеют самонесущую конструкцию. Их прислоняют к колоннам каркаса здания или размещают между колоннами (в зависимости от наличия мостовых кранов и подстропильных конструкций). Устойчивость перегородок обеспечивают кирпичными пилястрами или креплением к стальным фахверковым колоннам, имеющим шаг 6 м.

В кирпичных перегородках толщиной 120 мм предусматривают горизонтальные стальные пояса с подвижным по вертикали креплением к колоннам. Расстояние между поясами должно быть не более 3 м. Фахверковые колонны крепят к фундаментам и диску покрытия. Опирают перегородки на фундаментные балки, а при высоте до 4 м — на утолщение в бетонной подготовке пола.

В многоэтажных зданиях кирпичные перегородки опирают на междуэтажные перекрытия и крепят только к колоннам каркаса. Перегородки толщиной 120 мм армируют горизонтальными стержнями.

При кирпичных перегородках затрудняется перепланировка помещений в случае изменения технологического процесса, и на них затрачивается много ручного труда. Поэтому более целесообразны ограждающие перегородки из железобетонных крупноразмерных плит, допускающие быстрый демонтаж без изменения основных конструкций здания.

Перегородки из железобетонных панелей располагают прислонно к колоннам каркаса. Панели для них применяют в основном высотой

1,2 и 1,8 м. Длина рядовых панелей 5980 мм, примыкающих к подкрановым балкам и консолям, температурным швам и торцовым стенам, — уменьшенная; толщина панелей 80 мм. Изготавливают панели из легких и тяжелых бетонов марки 50—200 и армируют проволочными сетками.

По высоте перегородки состоят из нижней и верхней частей. Нижняя (самонесущая) часть, выполняемая из панелей, начинается от верха на бетонки на фундаментах и не доходит на 1,2 м до низа стропильных кон-

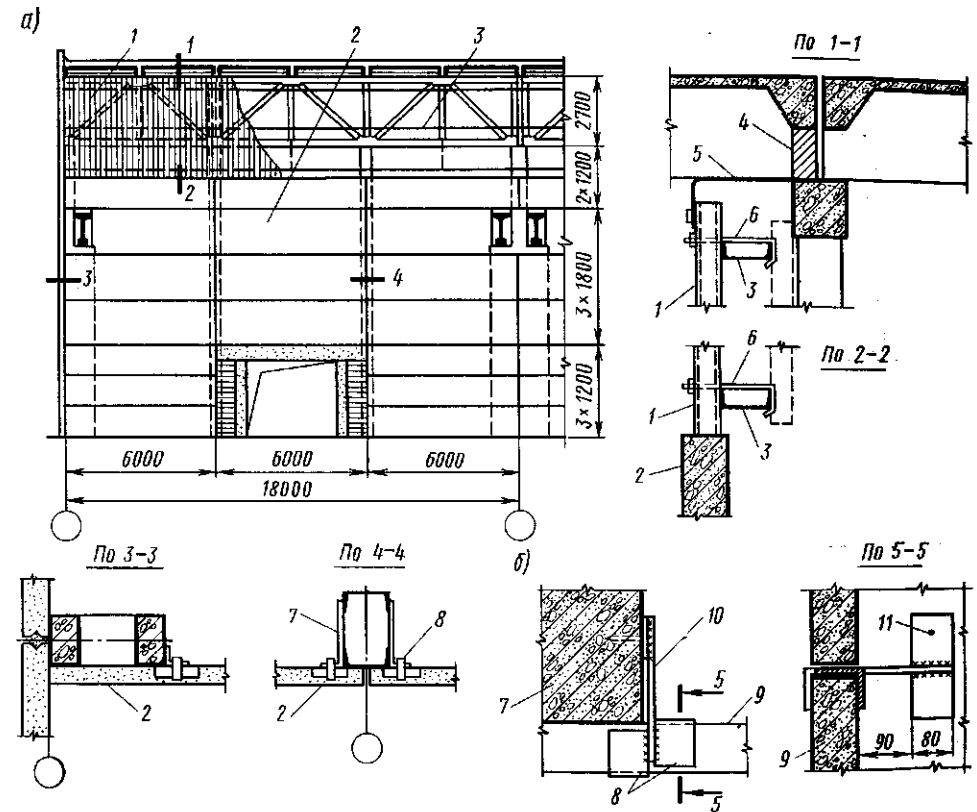


Рис. XIX-4. Детали ограждающих панельных перегородок:

а — из железобетонных панелей; б — из гипсобетонных или фибролитовых панелей; 1 — асбестоцементные листы; 2 — железобетонные панели; 3 — ригель; 4 — кирпичная стенка; 5 — оцинкованная сталь; 6 — крепежный крюк; 7 — фахверковые стойки; 8 — уголки; 9 — гипсобетонные или фибролитовые панели; 10 — соединительный элемент; 11 — дюбель

струкций. В продольных перегородках зданий с мостовыми кранами нижнюю часть перегородок доводят до низа подкрановых балок. Верхняя часть, выполняемая из асбестоцементных листов по стальному каркасу или фибролитовых плит, начинается от верха панельной части и доходит до плит покрытия (рис. XIX-4, а).

Фахверковые железобетонные или стальные колонны перегородок имеют шаг 6 м; их опирают на фундаменты и крепят шарнирно к фермам или балкам покрытия. Крепят панели к колоннам в двух верхних точках коротышами из уголков (аналогично стеновым панелям). Швы между панелями заполняют цементным раствором марки 50. Асбестоцементные листы прикрепляют к ригелям стальными крюками.

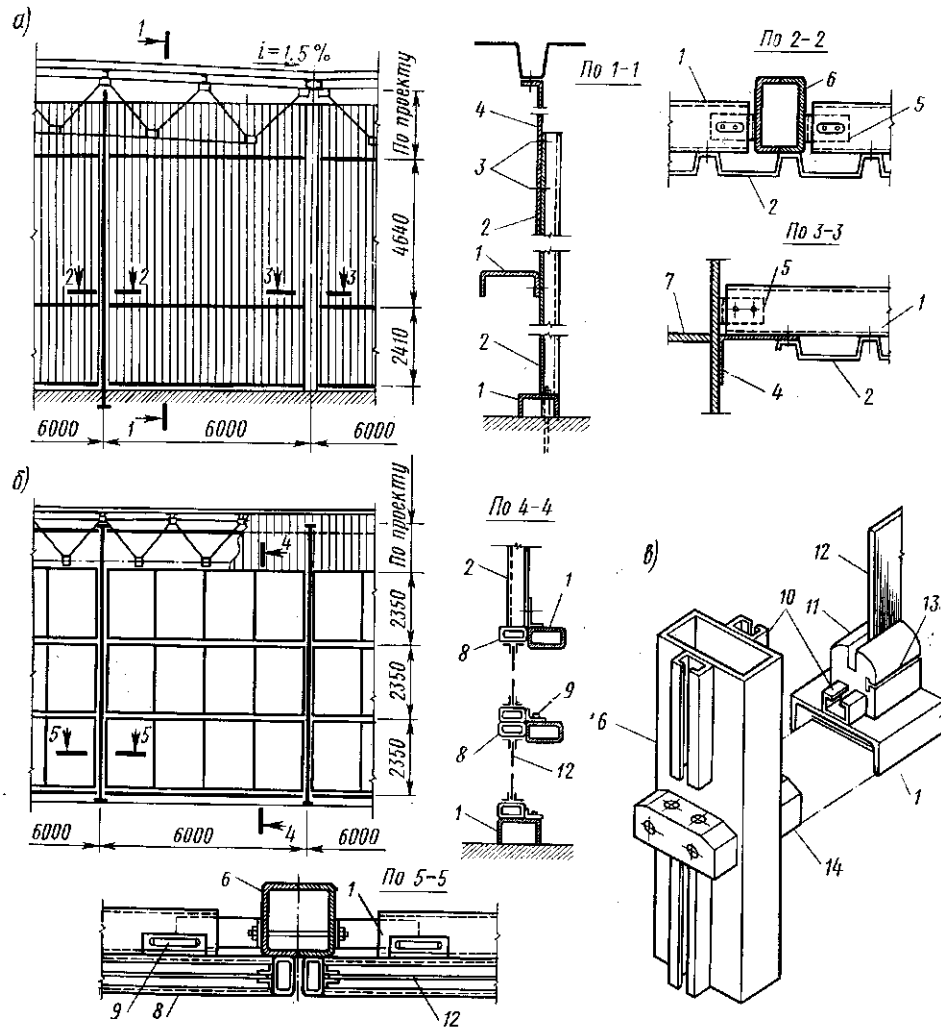


Рис. XIX-5. Ограждающие перегородки из листовых материалов:

а — из профилированного листа; б — из асбестоцементных листов; в — герметическая; 1 — ригель; 2 — профилированные листы; 3 — заклепки; 4 — стальной лист толщиной 1,5 мм; 5 — уголок 90×70×4 мм; 6 — фахверк; 7 — колонна; 8 — панели; 9 — крепежный элемент; 10 — стальной профиль; 11 — резиновый профиль; 12 — асбестоцементный лист или стекло; 13 — замок; 14 — пластмассовый столик

Ограждающие перегородки монтируют тоже из гипсобетонных и фибролитовых панелей, имеющих такие же размеры, что и железобетонные панели. Фибролитовые панели обрамляют деревянными брусками; их плоскости облицовывают листовыми материалами или штукатурят. В случае заполнения швов цементным раствором панели крепят в двух верхних углах, а при заполнении упругими прокладками — в четырех углах. Крепят панели соединительными элементами, которые пристреливают дюбелями к основному и фахверковым колоннам (рис. XIX-4, б).

В зданиях с легкими металлическими конструкциями и неагрессивной средней перегородки можно возводить из стальных профилированных и асбестоцементных плоских листов. Такие перегородки могут быть ограждающими, т. е. на всю высоту помещения, и выгораживающими высотой 2,4 и 3,6 м.

Стальные перегородки состоят из каркаса, выполняемого из стоек и ригелей, и обшивки из профилированных листов с высотой гофра 40 мм (рис. XIX-5, а). Фахверковые стойки из труб, свариваемых из двух гнутых швеллеров, устанавливают с шагом 6 м и крепят к полу и несущим конструкциям здания. Ригели из гнутых швеллеров располагают по высоте через 1,5—4,7 м (в зависимости от высоты помещения, типа конструкций покрытия, наличия мостовых кранов и др.). Ригели крепят к стойкам болтами через опорные столики из уголков. Листы с ригелями соединяют самонарезающими болтами, а между собой — комбинированными заклепками.

Асбестоцементные перегородки монтируют из панелей размерами 1,2×6 и 2,4×6 м, стоек фахверка и ригелей (рис. XIX-5, б). Перегородки набирают из панелей до несущих конструкций покрытия, а межферменное пространство заполняют стальными профилированными листами. Рамы панелей изготавливают из труб 50×25×2 и 60×30×2 мм с заполне-

Таблица XIX-1

Технико-экономические показатели перегородок

Конструкция перегородки	Масса, кг/м ²	Стоимость в деле, руб/м ²	Трудовые затраты на монтаже, чел-ч/м ²
Кирпичная толщиной 250 мм	518	8,4	2,3
Из железобетонных панелей толщиной 80 мм	137	7,4	1,1
То же, керамзитобетонных	72	6,9	1,1
То же, ячеистобетонных	62	6,4	1,1
Из фибролитовых плит	59,6	6,4	0,6
Из стальных профилированных листов (однослойная)	22,5	8,4	0,41
То же, трехслойная	33,5	15,5	1,4
Щитовая с заполнением стеклом и профилированным листом	29,5	13,0	0,9
Каркасная с заполнением асбестоцементными листами	35	15,8	0,66
Из стеклопрофилита коробчатого сечения	24	12,2	1,8
То же, шедлерного сечения	24	9,4	2,2

нием плоскими асбестоцементными листами или стеклом, с резиновым уплотнителем. Панели крепят к стойкам и ригелям уголками.

В герметизированных зданиях перегородки можно монтировать из листовых материалов с уплотнителем из специального резинового профиля (рис. XIX-5, в). Хорошими качествами обладают перегородки из стеклоблоков и стеклопрофилитов. По конструкции они не отличаются от аналогичного заполнения оконных проемов.

В табл. XIX-1 приведены технико-экономические показатели некоторых типов перегородок.

Ворота и двери

Ворота. Для проезда напольного транспорта в наружных стенах, а иногда и в перегородках предусматривают ворота. В цехах с большой интенсивностью людских потоков ворота используют для прохода людей. Расстояние между воротами устанавливают исходя из технологических требований и условий эвакуации из помещений.

Размеры проемов ворот принимают кратными модулю 600 мм. Типовые ворота имеют размеры 2,4×2,4; 3×3; 3,6×3; 3,6×3,6; 3,6×4,2 и 4,8×5,4 м. В большепролетных сборочных цехах тяжелого машиностроения, самолетостроения, в ангарах размеры ворот могут достигать нескольких десятков метров. Размеры проемов ворот должны превышать размеры габаритов транспортных средств в груженом состоянии по ширине не менее чем на 600 и по высоте на 200 мм.

Ворота размещают в продольных или торцовых стенах. Косые железнодорожные входы в здание устраивать не рекомендуется, так как из-за увеличения ширины проема иногда приходится удалять колонну, что усложняет конструкцию покрытия и подкрановых путей.

Большие габариты транспортных средств и ворот затрудняют устройство в них тамбуров, поэтому во избежание остужения помещений и появления в них сквозняков ворота отапливаемых зданий оборудуют воздушно-тепловыми завесами. Снаружи ворот предусматривают пандусы с уклоном до 1:10.

Ворота подразделяют на распашные, раздвижные, подъемные, подъемно-поворотные и откатные (рис. XIX-6). Чаще других делают раздвижные и распашные двупольные ворота, простые в устройстве и надежные в эксплуатации.

Тип ворот выбирают с учетом габаритов проема, требуемой степени герметизации помещений, наличия свободного пространства около проема, частоты движения транспорта, способа управления приводом при открывании и эксплуатационных требований.

Полотна распашных и раздвижных ворот могут быть металлодеревянными (рис. XIX-7) и цельнометаллическими. В последнем случае обвязку, выполненную из гнутых профилей, обшивают штампованными листами, а между обшивками размещают утеплитель. В одном из полотен устраивают калитку для прохода людей.

Полотна распашных ворот навешивают к железобетонной раме проема на петли (рис. XIX-7, а), а полотна раздвижных ворот подвешивают на двух ходовых роликах к рельсу, уложенному на верхнюю направляющую (рис. XIX-7, б). Над перемычкой раздвижных ворот предусматривают козырек.

Железобетонная рама ворот, обрамляющая проем, может быть сборной и монолитной. В зависимости от ширины ворот раму опирают на

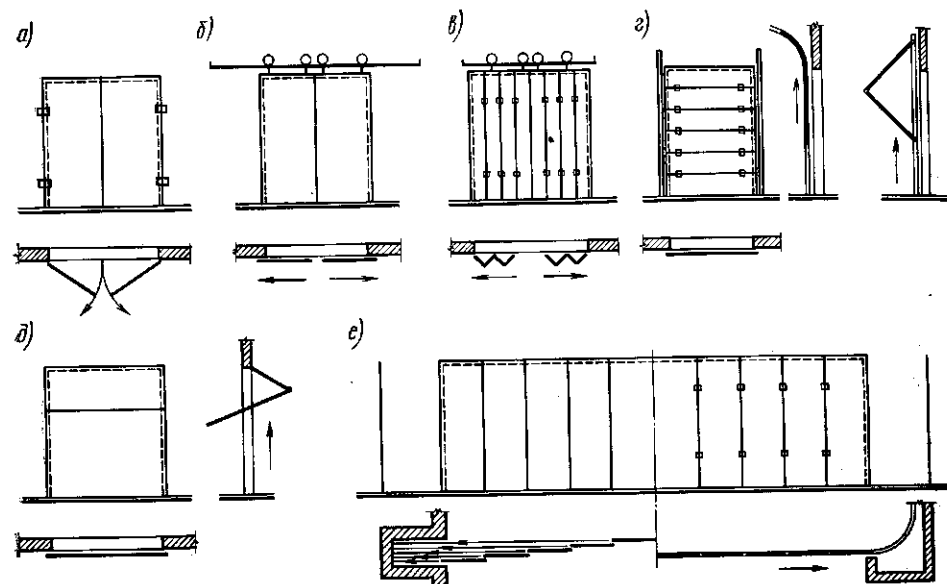


Рис. XIX-6. Основные виды ворот промышленных зданий:

а — распашные; б, в — раздвижные; г — подъемные; д — подъемно-поворотные; е — откатные

уступы фундаментов колонн каркаса или на самостоятельные фундаменты. В пределах шага колонн, между которыми расположены ворота, фундаментную балку не укладывают.

В раздвижных складчатых воротах полотна собирают из шарнирно связанных между собой узких створок, которые при открывании складываются в пакет, благодаря чему занимают мало места (рис. XIX-6, в). В подъемных воротах полотно может состоять из одного элемента, двух или нескольких горизонтальных створок (рис. XIX-6, г). При открывании полотно по направляющим поднимается вверх.

Каркас полотна подъемно-поворотных ворот выполняют из стальных прямоугольных труб, а заполнение — из филенок, изготовляемых из органического стекла, бумажнослоистого пластика или штампованных листов, склеенных пенопластом. Полотна этих ворот двустворчатые. Створки при открывании поворачиваются и складываются под перемычкой, занимая горизонтальное положение (рис. XIX-6, д).

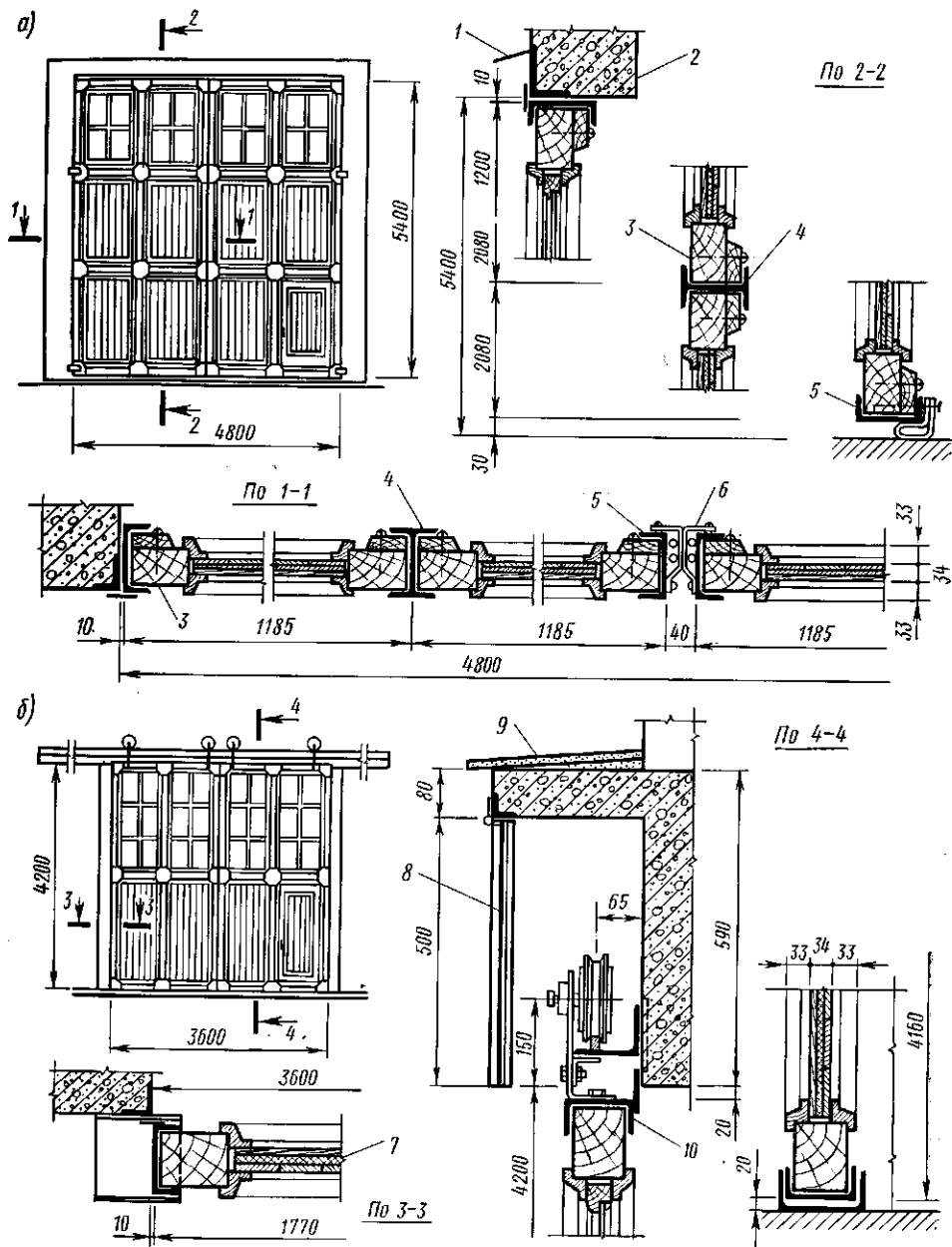


Рис. XIX-7. Примеры конструктивного решения ворот:

а — распашных; б — раздвижных; 1 — полоса 70×6 мм; 2 — ригель рамы; 3 — обвязка 117×82 мм; 4 — двутавр № 12; 5 — швеллер № 12; 6 — резиновый нащельник; 7 — войлок; 8 — стальной лист толщиной 1 мм; 9 — асбестоцементный лист; 10 — швеллер № 10

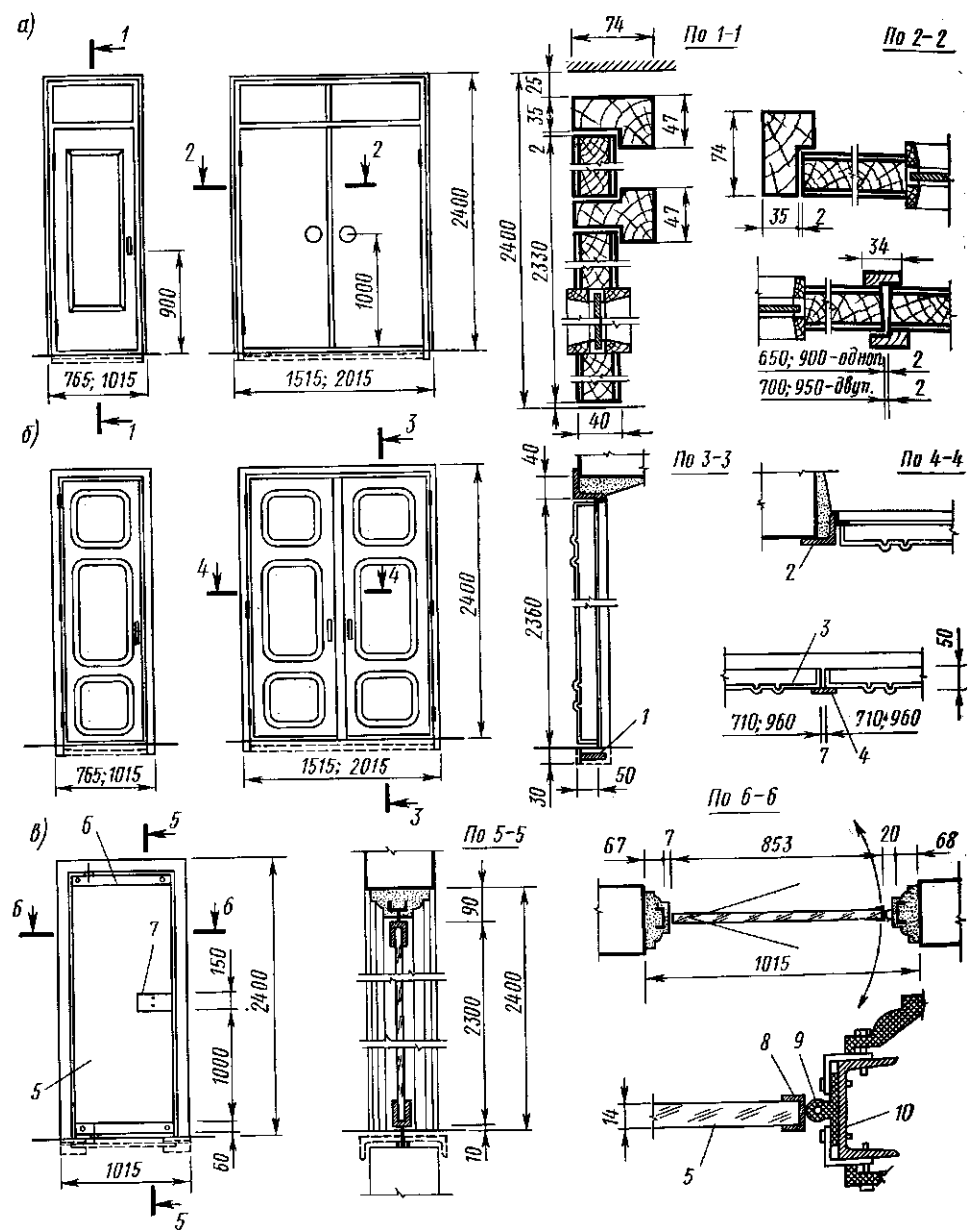


Рис. XIX-9. Температурные швы в зданиях:

а — деревянные; б — стальные; в — стеклянная; 1 — полоса 60×6 мм; 2 — коробка из уголка 75×5 и 32×20×4 мм; 3 — полотно из листа толщиной 2 мм; 4 — нащельник из полосы 50×4 мм; 5 — стальнит (853×2300×14 мм); 6 — накладки из стали (60×8 мм) по упругим прокладкам; 7 — толкатель из стали 150×8 мм; 8 — алюминиевый профиль; 9 — резиновая прокладка; 10 — коробка из швеллеров № 6, 5

Полотна откатных ворот составлены из нескольких цельнометаллических створок с эффективным утеплителем. При открывании ворот створки заходят в специальные карманы, перемещаясь по рельсам, или заводятся в помещение вдоль боковых стен (рис. XIX-6, е).

В промышленных зданиях рекомендуется устраивать ворота качающегося типа. Полотна таких ворот выполняют из резины или прозрачного упругого пластика, натягиваемых на раму. Водитель проезжает через такие ворота без остановки для открывания полотен. Качающиеся ворота до минимума сокращают тепловые потери помещения.

Двери промышленных зданий по материалу подразделяют на деревянные, металлические и стеклянные, а по конструкции — на одно- и двупольные, распашные и откатные. Дверные проемы имеют номинальные размеры ширины 1; 1,5 и 2 м и высоты 1,8; 2; 2,3 и 2,4 м.

Двери, устраиваемые на путях эвакуации, могут быть только распашными и открываться наружу по движению. Около наружных дверей, предназначенных для регулярного прохода, предусматривают тамбуры. Глубина тамбура должна превышать ширину дверного полотна на 0,4—0,5 м.

Дверные проемы обрамляют коробками. Деревянные коробки (рис. XIX-8, а) собирают из брусков 74×47 мм и крепят в проемах гвоздями или ершами, забиваемыми в деревянные пробки. Деревянные полотна, имеющие толщину 40 мм, состоят из клееных щитов или древесностружечных плит с облицовкой. Нижнюю часть полотен (на высоту до 60 см), как правило, обшивают оцинкованным железом.

Коробки стальных дверей изготавливают из уголков 75×5 мм, а полотна штампуют из стальных листов толщиной 2 мм (рис. XIX-8, б). Иногда стальные полотна защищают от ударов бамперными приспособлениями — пружинными стальными щитами.

Обрамления проемов при стеклянных полотнах выполняют из алюминиевых профилей с наличниками из пластмассы. Полотна, как правило, качающегося типа изготавливают из стекла «сталинит». Высота полотна принята 2,3, ширина — 0,853 м (рис. XIX-8, в).

Стеклянные двери устраивают в главных входах и вестибюлях промышленных зданий в местах меняющегося по направлению интенсивного потока людей.

Деформационные швы

В промышленных зданиях, имеющих большие размеры в плане или состоящих из нескольких объемов с различными высотами и нагрузками на основание, предусматривают деформационные швы, которые в зависимости от назначения подразделяют на температурные, осадочные и антисейсмические.

Температурные швы предупреждают образование трещин в конструктивных элементах зданий вследствие деформаций, вызываемых колебаниями температуры наружного и внутреннего воздуха. Темпера-

турные швы (продольные и поперечные), расчленяя по вертикали все надземные конструкции здания на отдельные части, обеспечивают независимость их горизонтальных перемещений.

Фундаменты и другие подземные элементы здания не расчленяют температурными швами, так как они под воздействием температуры не деформируются до опасной величины.

Осадочные швы предусматривают в тех случаях, когда ожидается неодинаковая и неравномерная осадка смежных частей здания. Такая осадка может происходить при значительной разнице высот смежных частей (более 10 м или более 3 этажей), при различных по величине и характеру нагрузках на основание, при разнородных грунтах основания под фундаментами и при наличии пристроек к зданиям.

Осадочные швы устраивают на границах смежных частей здания, и в отличие от температурных они расчленяют по вертикали все конструкции здания, допуская самостоятельную осадку отдельных его объемов. Осадочные швы обеспечивают и горизонтальные перемещения расчлененных частей, поэтому их можно совмещать с температурными швами. В этом случае их называют температурно-осадочными.

Антисейсмические швы предусматривают в зданиях, расположенных в районах с землетрясениями. Такие швы разрезают здание на отдельные отсеки, представляющие собой самостоятельные устойчивые объемы, и обеспечивают их независимую осадку.

В промышленных зданиях массового строительства обычно устраивают только температурные швы, которые подразделяют на поперечные и продольные. Расстояние между температурными швами назначают в зависимости от конструктивного решения здания, климатических показателей района строительства и температуры внутреннего воздуха (табл. XIX-2). В деревянно-каркасных зданиях температурные швы не устраивают.

Таблица XIX-2

Наибольшие расстояния между температурными швами, допускаемые без расчета при наружной температуре не ниже —40°

Конструкции каркаса	Отапливаемые здания	Неотапливаемые здания	Открытые сооружения
	Расстояние между температурными швами, м		
Сборные железобетонные	60	40	40
Смешанные (железобетонные колонны, стальные или деревянные фермы или балки)	60	40	40
Монолитные и сборно-монолитные из тяжелого бетона	50	30	30
То же, из легкого бетона	40	25	25
Стальные	230	200	130

Примечания: 1. Для железобетонных конструкций одноэтажных промышленных зданий расстояние между температурными швами допускается без расчета увеличивать на 10%, а при обосновании расчетом — и на большую величину.

2. При температуре наружного воздуха ниже —40° расстояние между швами при стальном каркасе принимают: в отапливаемых зданиях — 160 м, в неотапливаемых — 140 м и в открытых сооружениях — 100 м.

Поперечные температурные швы решают, как правило, на парных колоннах. В одноэтажных зданиях эти швы в большинстве случаев не имеют вставки (см. рис. IV-2, *д*), а в многоэтажных могут быть со вставкой и без нее (см. рис. IV-3, *е*, *ж*). Более технологичны швы без вставки: для них не требуется доборных ограждающих элементов.

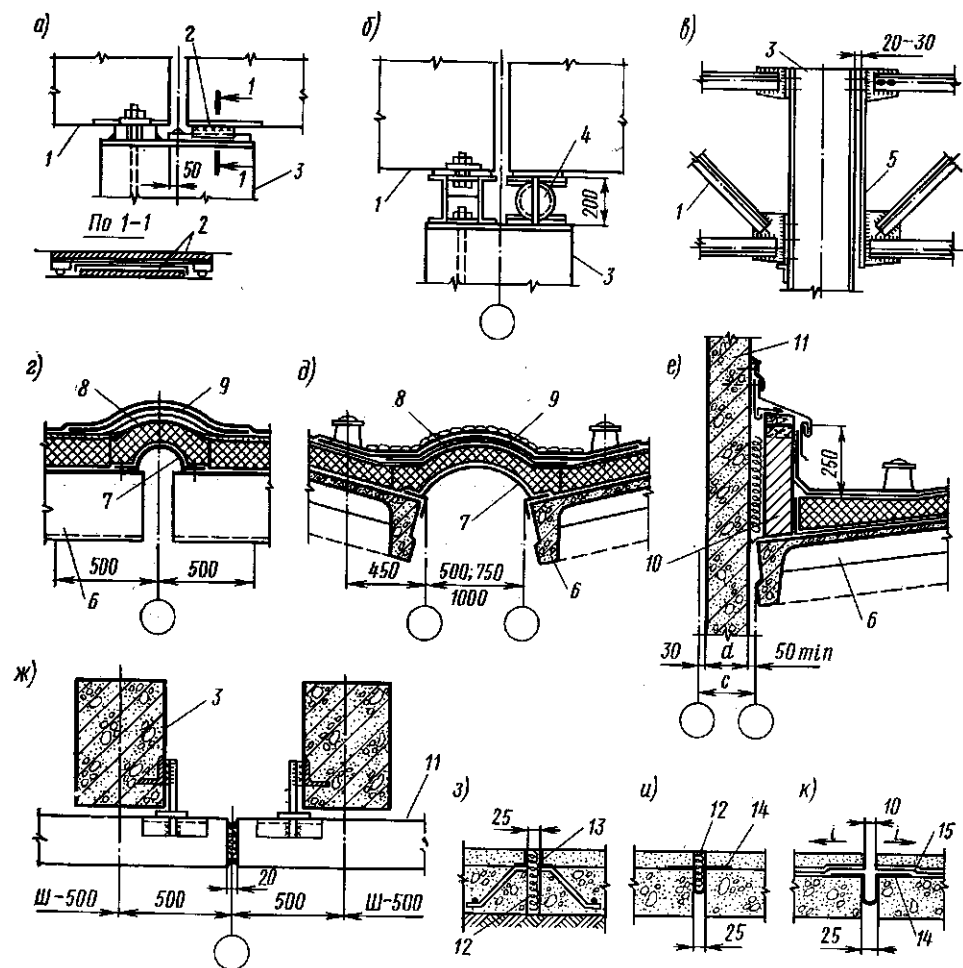


Рис. XIX-9. Температурные швы в зданиях:

а — на одном ряду колонн при скользящих опорах; *б* — то же, на катковых опорах; *в* — то же, с помощью гибкой пластины; *г* — поперечный шов в покрытии; *д* — то же, продольный; *е* — шов в месте перепада высот смежных пролетов; *ж* — шов в стене без вставки; *з* — в полах на грунте со сплошной одеждой; *и* — в полах на перекрытиях; *к* — в полах с клеящей гидроизоляцией; *1* — несущие конструкции покрытия; *2* — стальные пластины с прокладками из фторопластовой пленки; *3* — колонна; *4* — каток; *5* — гибкая пластина; *6* — настилы покрытия; *7* — стальной компенсатор; *8* — кровельная сталь; *9* — стеклоткань; *10* — кирпичная стенка; *11* — стеновая панель; *12* — мастика или пакая; *13* — уголок; *14* — компенсатор; *15* — гидроизоляция

Парные колонны в местах поперечных температурных швов опирают на общие фундаменты (см. рис. X-4, *б*).

Продольные температурные швы в зданиях устраивают, как правило, на двух рядах колонн со вставкой, ширину которой в зависимости от вида привязки в смежных пролетах принимают в 500, 750 и 1000 мм (см. рис. IV-2, *ж* — *и*). При совмещении продольного температурного шва с перепадом высот смежных пролетов размер вставки принимают иным (см. рис. IV-2, *к* — *м* и табл. IV-4). Эти условия соблюдаются и в местах взаимно перпендикулярного примыкания пролетов.

В зданиях с железобетонным каркасом без мостовых кранов допускается продольный температурный шов устраивать на одинарных колоннах. При этом несущие конструкции одного из прилегающих к шву пролетов ставят на колонны через скользящие прокладки из пленки фторопласта (рис. XIX-9, *а*). Такой шов, отличаясь простотой, позволяет отказаться от парных колонн и подстропильных конструкций, а также от доборных элементов в стенах и покрытии.

Известна конструкция продольного шва с опиранием несущих элементов покрытия одного из примыкающих к шву пролетов на катковые опоры. Однако такой шов металлоемок, сложен в устройстве, подвержен коррозии, требует смазки и уменьшения длины колонн, а поэтому применяют такую конструкцию редко (рис. XIX-9, *б*).

В зданиях без мостовых кранов с цельнометаллическим или смешанным каркасом (железобетонные колонны и стальные фермы) продольные температурные швы также допускается конструировать на одном ряду колонн. При этом фермы одного из пролетов, прилегающих к шву, опирают на колонны через гибкие металлические пластины (рис. XIX-9, *в*).

В ограждающих конструкциях здания температурные швы предусматривают в тех же местах, что и в несущих. (В полах устраивают дополнительные швы).

Температурные швы в покрытиях выполняют без разрыва кровельного ковра (рис. XIX-9, *г*, *д*). Швы перекрывают полуцилиндрическими стальными компенсаторами; к плитам покрытия их крепят дюбелями. На компенсаторы укладывают полужесткие минераловатные плиты, затем оцинкованную сталь и водоизоляционный ковер, который в пределах шва усиливают дополнительными слоями из рулонного материала и стеклоткани на мастике.

Для заделки кровельного ковра в местах перепада высот на покрытии пониженных пролетов устраивают кирпичную стенку. Сверху шов покрывают компенсатором и фартуком из оцинкованной стали (рис. XIX-9, *е*).

Стеновые панели в местах швов крепят к колоннам, как и рядовые панели (рис. XIX-9, *ж*). В швах со вставкой применяют специальные доборные блоки. Полость шва заполняют просмоленной паклей или другим материалом. Иногда шов закрывают компенсатором, прикрепляемым к стеновым панелям дюбелями.

Температурные швы в полах на грунте с бетонным подстилающим слоем и при жестких покрытиях предусматривают только в помещени-

ях, в период эксплуатации которых возможны положительные и отрицательные температуры воздуха (рис. XIX-9, з). Такие швы размещают через 6—8 м во взаимно перпендикулярных направлениях.

Швы, показанные на рис. XIX-9, и, к, устраивают в местах расположения основных температурных швов здания. В полах с уклоном швы совмещают с водоразделом стока жидкостей.

Противопожарные преграды

К таким преградам относят противопожарные стены, зоны и перекрытия. Преграды препятствуют распространению пожара, обеспечивают защиту от огня и лучистой энергии.

Противопожарные стены возводят на всю высоту зданий из негорючих материалов с пределом огнестойкости не менее 2,5 ч и опирают на самостоятельные фундаменты или фундаментные балки. Эти стены должны обладать высокой прочностью и устойчивостью, сохраняя указанные свойства при одностороннем обрушении конструкций здания при пожаре.

Если по условиям технологического процесса противопожарные стены возвести нельзя, то в здании предусматривают противопожарные зоны, представляющие собой негорючую полосу (вставку) в стенах и покрытии, ограниченную выступающими гребнями.

Противопожарные стены или гребни зоны должны возвышаться над кровлей при сгораемом покрытии или при негорючем и трудногорючем покрытии со сгораемым утеплителем на 60 см, а при негорючем и трудногорючем покрытиях с трудногорючим утеплителем — на 30 см.

В зданиях со сгораемыми или трудногорючими наружными стенами противопожарные стены должны выступать за плоскость основных стен, за карнизы и свесы крыш не менее чем на 30 см или примыкать к негорючим участкам наружных стен с негорючими карнизами шириной в плане не менее 1,8 м с одной и с другой стороны от противопожарной стены.

В зависимости от расположения относительно продольной оси здания противопожарные стены и зоны могут быть продольными и поперечными.

Проемы в противопожарных стенах заполняют негорючими или трудногорючими элементами с пределом огнестойкости не менее 1,2 ч.

Площадь проемов не должна превышать 25% площади противопожарной стены. Проемы обычно оборудуют самозакрывающимися устройствами и водяными завесами.

Заполнение дверей и ворот, предусматриваемых в противопожарных стенах, делают из стальных полотен с прослойкой воздушной или из минерального войлока. Оконное заполнение устраивают из пустотелых стеклянных блоков с армированием швов стержневой арматурой или из армированного стекла, вставляемого в стальные или железобетонные переплеты.

Негорючие перекрытия устраивают в большинстве случаев над подвальными или цокольными этажами, а также над промежуточными этажами в зависимости от назначения здания и степени огнестойкости его конструкций, устанавливаемой нормами проектирования. Люки в таких перекрытиях предусматривают негорючими или трудногорючими (предел огнестойкости не менее 1,5 ч).

Количество противопожарных преград в здании определяют с учетом степени огнестойкости и этажности здания.

Фундаменты под технологическое оборудование

Технологическое оборудование (агрегаты, машины, станки и т. п.) обычно устанавливают на фундаменты, которые воспринимают вес оборудования и равномерно распределяют его на основание или перекрытие. Фундаменты должны также воспринимать и гасить возникающие в оборудовании колебания.

В зависимости от вида оборудования, условий его размещения и характера грунтов основания фундаменты можно сооружать бесподвального типа (полностью заглубленные в грунт) и подвального (с развитой надземной частью).

Больше других типов фундаментов для установки всех видов оборудования применяют массивные фундаменты бесподвального типа (рис. XIX-10, а). Такие фундаменты устраивают в виде сплошных блоков или плит с вырезами, выемками и отверстиями для размещения и крепления технологического оборудования, а также для его обслуживания при эксплуатации.

Фундаменты подвального типа имеют большую высоту, стенчатую форму (рис. XIX-10, б) или рамную (рис. XIX-10, в).

Наземная часть стенчатых фундаментов состоит из продольных и поперечных стен, на которые укладывают отдельные ригели и плиты, служащие опорой для оборудования. Основанием стен является общая фундаментная плита. Наземная часть рамных фундаментов образуется рядом поперечных (по отношению к оси вала машины) П-образных рам, опирающихся на фундаментную плиту или на замкнутый ленточный ростверк. Поверху рамы соединяют продольными балками.

Фундаменты всех типов в большинстве случаев возводят из бетона и железобетона. Верхнюю часть рамных фундаментов иногда делают из стальных прокатных элементов. Бетонные и железобетонные фундаменты могут быть монолитные, сборные и сборно-монолитные.

Сборные и сборно-монолитные фундаменты собирают из унифицированных дырчатых, пустотелых и сплошных блоков и плит. Можно применять также свайные фундаменты, осуществляемые в виде высокого свайного ростверка с монолитной или сборной верхней плитой.

Размеры подошвы фундаментов определяют расчетом, причем они должны быть не меньшими, чем это необходимо по условиям размещения оборудования. Высоту фундаментов и глубину заложения их уста-

навливают с учетом размещения и крепления оборудования, а также в зависимости от несущей способности грунтов основания.

При проектировании и расчете фундаментов должны быть обеспечены следующие требования: прочность, устойчивость и выносливость; отсутствие сильных вибраций, мешающих работе оборудования и обслужи-

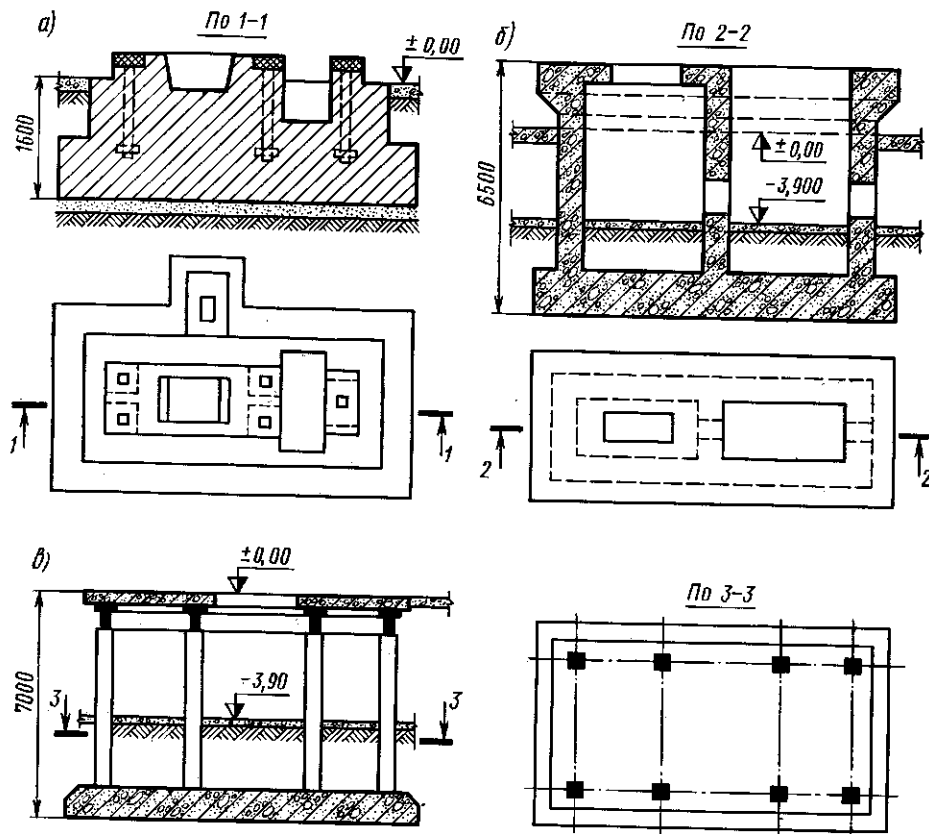


Рис. XIX-10. Примеры фундаментов под оборудование:

а — массивный бесподвального типа; б — стенчатый подвального типа; в — рамный подвального типа

вающего персонала; простота и надежность крепления оборудования; экономичность конструкции.

Крепят оборудование к фундаментам анкерными болтами, заделываемыми в тело фундаментов. Мелкие агрегаты и станки, не вызывающие больших динамических нагрузок, в ряде случаев устанавливают непосредственно на бетонную подготовку полов производственных зданий. Подготовку в этом случае при необходимости утолщают и усиливают арматурой.

Станки с индивидуальным электродвигателем допускается устанавливать без крепления к фундаментам или подготовке (такие станки легко и быстро переставляются, что очень важно для перестройки технологических процессов).

В многоэтажных зданиях технологическое оборудование устанавливают на плиты междуэтажных перекрытий. В местах установки тяжелого технологического оборудования междуэтажные перекрытия усиливают — укладывают более прочные плиты или предусматривают дополнительные стойки под них.

Меры по снижению вибрации и шума в цехах

При работе технологического оборудования промышленные здания подвергаются динамическим воздействиям. Возникающие при этом вибрации конструкций и производственный шум оказывают весьма неблагоприятное воздействие на организм человека: ослабляют внимание, повышают утомляемость, отрицательно влияют на нервную систему, вызывают головную боль и снижают производительность труда рабочих.

В настоящее время в связи с ростом мощности и быстроходности машин вопросы борьбы с вибрациями и производственным шумом требуют особого внимания.

Порог болевого ощущения у человека наблюдается при уровне шума в 130 дБ, возникающего при работе реактивного двигателя. Трудно переносимый уровень шума в 115—120 дБ возникает при ударах молотка по стали в котельных цехах, при работе пескоструйных аппаратов. Утомительный уровень шума создается, например, при работе отбойным молотком (100 дБ), при распиловке древесины циркульными пилами (95—105 дБ), при работе токарного станка (90—100 дБ). Шум обычного среднего механического завода измеряется в 60 дБ (обычная речь на расстоянии 1 м; уровень шума акустической лаборатории с хорошей звукоизоляцией равняется 5 дБ).

Мероприятия по снижению производственного шума нужно предусматривать на начальной стадии проектирования зданий. При этом необходимо выявить источники шума и их уровни, а также помещения, требующие звукоизоляции.

В перечень источников шума включают не только машины, механическое оборудование и ручной инструмент, непосредственно участвующие в процессе производства, но и санитарно-техническое оборудование, трансформаторы, электрогенераторы, а также внутрицеховой и внутризаводской транспорт. Задача при этом заключается в доведении уровня шума до допустимых нормами.

При регламентации уровней шума в большинстве случаев приходится исходить не из комфортных, а из терпимых условий, когда вредного воздействия шум не оказывает или оно проявляется незначительно. Допустимые уровни звукового давления и уровни звука на постоянных рабочих местах в помещениях и на территории промышленных предпри-

тий приведены в «Санитарных нормах проектирования промышленных предприятий» (СН 245).

Для ослабления шума в промышленных зданиях проводят мероприятия по трем основным направлениям: 1) снижают его в источнике возникновения; 2) применяют строительно-акустические и объемно-планировочные мероприятия; 3) используют индивидуальные средства защиты рабочих.

Метод снижения шума в источнике его возникновения считается наиболее успешным и экономичным; он облегчает другие методы борьбы с производственным шумом.

Для снижения шума в его источнике предусматривают следующие мероприятия:

заменяют шумное оборудование менее шумным. Применение текстолитовых или бакелитовых шестерен со специальными видами зацепления вместо стучащих металлических шестерен с прямыми зубьями позволяет значительно уменьшить шумность машин и механизмов. Шум снижается также при использовании подшипников скольжения вместо подшипников качения, замене возвратно-поступательного движения равномерным вращением, тщательной статической и динамической балансировке движущихся деталей, уменьшении люфта в механизмах и т. п.;

вместо шумных технологических процессов и операций переходят на менее шумные. Так, значительный эффект получается при замене штамповочных молотов гидравлическими прессами, клепочных операций сварочными;

применяют для механизмов кожухи из звукопоглощающих материалов; облицовывают металлические кожухи звукопоглощающими материалами; покрывают вибрирующие детали специальными вибропоглощающими материалами; используют для передачи усилий эластичные муфты, пружины, упругие прокладки и пр.;

заменяют внутрицеховой транспорт с двигателями внутреннего сгорания транспортом с электротягой; стальные колеса транспортных тележек — резиновыми шинами (то же, в мостовых кранах) и т. п.

Если предотвратить шум или значительно ослабить его в источнике возникновения невозможно, применяют строительно-акустические и объемно-планировочные меры, препятствующие распространению шума, перечисленные ниже.

Прежде всего необходима рациональная в отношении шумового режима планировка предприятий и отдельных участков в цехах. Более шумные цехи, если это возможно по условиям технологии, располагают вдали от цехов с незначительным шумом, учитывая направление господствующих ветров.

При внутренней планировке цехов объединяют станки и агрегаты по их шумности; наиболее шумные группы полезно размещать как можно дальше от помещений, в которых выполняется работа, требующая умственного напряжения. Предусматривают в зданиях хорошо звукоизолированные кабины для рабочих при дистанционном управлении агрегатами и помещения для отдыха.

Эти меры целесообразны в тех цехах, в которых шумное оборудование расположено равномерно по всему помещению. Необходимо иметь в виду, что при большей площади на один станок шум соседних станков ощущается меньше.

Тяжелые машины ударного действия в многоэтажных зданиях размещают на нижнем этаже; если необходимы такие машины на верхних этажах, под ними следует располагать помещения с невысокими требованиями к уровню шума (складские и др.). Шумные участки в пределах этажа отделяют от других глухими стенами или вспомогательными помещениями (кладовыми, санитарными узлами, коридорами и т. п.).

Ограждающие конструкции облицовывают звукоизолирующими (плотными и тяжелыми) и звукопоглощающими (легкими, упругими и пористыми) материалами. Облицовку стен и потолка звукопоглощающими материалами целесообразно применять в относительно небольших цехах (с объемом не более 400—500 м³). Поверхности облицовывают акустическими плитами; облицовка может быть плоской или в виде кулис и кессонов.

Наличие на ограждениях обычной штукатурки повышает их звукоизолирующую способность на 4—5 дБ.

На рис. XIX-11, а показана акустическая обработка стен и потолка штамповочного цеха приборостроительного завода (ФРГ). Звукопоглощение в цехе увеличено в 2 раза по сравнению с остальной частью здания обшивкой потолка, балок и стен звукопоглощающими плитами (перфорированными гипсовыми и акустическими силановыми).

У источников шума особенно целесообразно устраивать защитные экраны при сосредоточении шумных агрегатов на небольшом участке цеха. Чем больше и ближе экран к источнику шума, тем эффективнее его действие. Экраны можно изготовлять из стальных или алюминиевых листов, иногда с облицовкой их звукопоглощающими материалами. По отношению к источнику шума экраны устанавливают с одной, двух или трех сторон.

Метод экранирования дает значительный эффект. Так, даже небольшой экран (1,2×0,8 м) из стального листа толщиной 10 мм, установленный на расстоянии 4 м от циркулярной пилы, позволяет уменьшить общий уровень шума на 7 дБ.

В шумных помещениях предусматривают многослойные ограждения (подвесные потолки, перегородки с воздушной прослойкой, «плавающие» полы). Подвесные потолки выполняют из пористых материалов с покрытием перфорированными металлическими или пластмассовыми изделиями. Такие ограждения крепят к несущим конструкциям с помощью пружин и прокладок из упругих материалов.

На рис. XIX-11, б показан звукопоглощающий потолок в здании прядельно-камвольной фабрики в Латвийской ССР, позволивший снизить уровень шума на ряде частот до 12 дБ. Потолок смонтирован из железобетонных балок длиной 12 м, расположенных перпендикулярно стропильным фермам, подвешенных к ним стальных двутавровых ригелей с шагом 3 м, звукопоглощающих балок, уложенных по нижним полкам ригелей, и специальных плит для монтажа светильников.

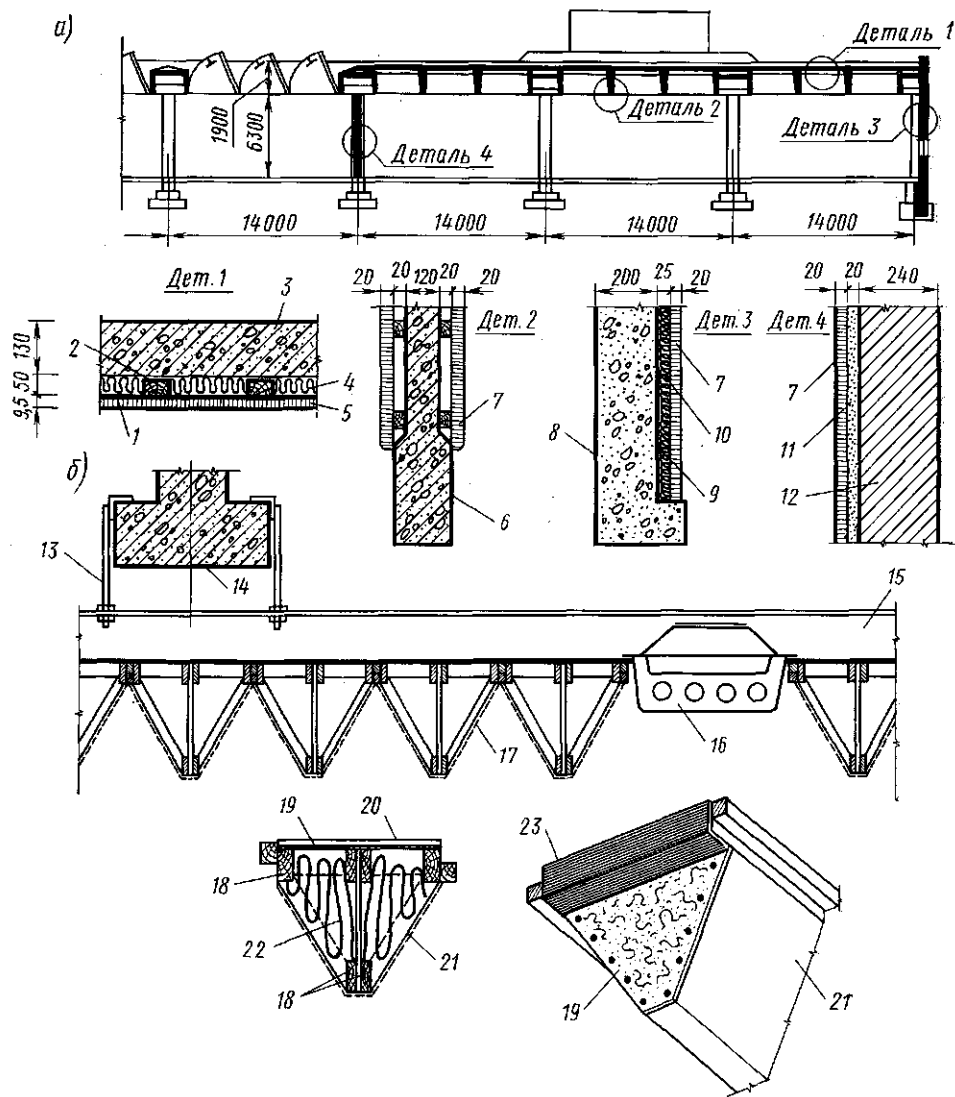


Рис. XIX-11. Конструктивные меры по снижению шума в цехах:

а — акустическая обработка стен и потолка штамповочного цеха; б — подвесной звукопоглощающий потолок; 1 — минеральная вата; 2 — обрешетка из брусков; 3 — пемзолесобетонная плита; 4 — минераловатные маты; 5 — гипсовые перфорированные плиты; 6 — балка покрытия; 7 — акустическая плита; 8 — наружная стена; 9 — битум; 10 — теплоизоляция из стиропора; 11 — штукатурка; 12 — внутренняя стена; 13 — подвеска; 14 — балка; 15 — стальной ригель; 16 — светильник; 17 — звукопоглощающие балки; 18 — деревянный каркас; 19 — древесноволокнистая плита; 20 — оцинкованная сталь; 21 — ткань и перфорированная поливинилхлоридная пленка; 22 — хлопья «пиаатерма»; 23 — пористая резина

Звукопоглощающие балки треугольного сечения состоят из деревянного каркаса, обтянутого тканью и перфорированной поливинилхлоридной пленкой. Верхняя и торцовые поверхности балок обшиты древесноволокнистой плитой толщиной 3 мм, а верхняя, кроме того, — оцинкованной сталью. Внутренние полости балок заполнены хлопьями из мочеви-

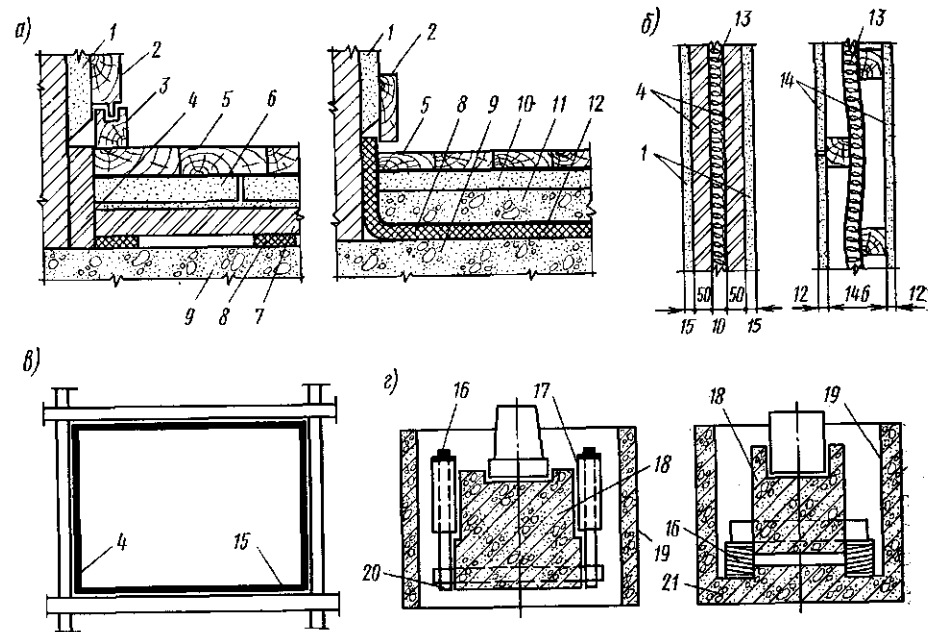


Рис. XIX-12. Конструктивные меры по снижению шума в цехах:

а — «плавающие» полы; б — многослойные перегородки; в — решение «объем в объеме»; г — упругие фундаменты под оборудование; 1 — штукатурка; 2 — плита, прикрепленный к стене; 3 — то же, к полу; 4 — древесноволокнистая плита; 5 — паркет на битуме; 6 — сборные плиты на растворе; 7 — древесностружечная плита; 8 — упругая прокладка; 9 — подстилающий слой или плита; 10 — цементная стяжка; 11 — тощий бетон; 12 — пергамин; 13 — минеральная вата; 14 — гипсовая плита; 15 — «плавающий пол»; 16 — пружинный амортизатор; 17 — балка; 18 — подвесной фундаментный блок; 19 — стенка фундамента; 20 — подвески; 21 — днище фундамента

но-формальдегидного материала. Опорные части балок обернуты пористой резиной толщиной 6 мм.

Жесткие элементы многослойных ограждений рекомендуется отделять друг от друга воздушными прослойками, заполняемыми пористыми материалами. Пористый материал обеспечивает дополнительное звукопоглощение, препятствуя развитию резонанса. Многослойные конструкции перегородок и «плавающих» полов показаны на рис. XIX-12, а, б.

Двери шумных помещений в целях звукоизоляции устраивают двойные или с тамбуром. Смотровые окна кабин управления делают герметическими с двойными переплетами или из стекла толщиной до 10 мм. Двери и окна должны быть тщательно подогнаны.

Для звукоизоляции устраивают двойные, независимые друг от друга ограждающие конструкции типа «объем в объеме». К таким сложным конструктивным мерам прибегают при особо шумных отделениях (например, мотороиспытательные станции). Стены и потолки в таких помещениях обшивают древесноволокнистыми плитами толщиной 50 мм, а пол делают «плавающим» (рис. XIX-12, в).

В целях виброизоляции оборудования со значительными ударными нагрузками устраивают упругие фундаменты. На рис. XIX-12, г показаны упругие фундаменты под кузнечные молоты. Железобетонный блок, являющийся опорой молота, в первом случае подвешен на специальных болтах с пружинными амортизаторами к двум мощным балкам, заделанным в вертикальные железобетонные стенки фундамента, а во втором установлен на пружинных амортизаторах, расположенных по периметру железобетонного днища фундамента.

Стыки разводящих трубопроводов, обслуживающих кузнечные молоты, выполняют на упругих муфтах. Чтобы предотвратить распространение вибраций агрегата через грунт, по периметру между фундаментом и грунтом оставляют разрыв шириной не менее 70 мм, заполняемый рыхлым материалом (например, шлаком). Фундаменты под технологическое оборудование не должны быть связаны с фундаментами под колонны и стены.

Для виброизоляции технологического оборудования с динамическими нагрузками между фундаментом и опорами оборудования устанавливаются стальные пружины, иногда заливаемые битумной массой с низкой температурой плавления. Битум увеличивает способность опоры гасить колебания. Вместо пружин под опоры оборудования можно укладывать прокладки из резины или из других эластичных материалов (например, пробки, битумизированного войлока, асбеста).

Снизить шум вибрирующих поверхностей трубопроводов и других легких элементов можно обмазкой их вибродемпфирующими мастиками или составами из волокнистых материалов на битумной или синтетической связках.

Для борьбы с шумом вентиляционных систем газотурбинных и других аналогичных установок устраивают специальные глушители, представляющие собой каналы, облицованные звукопоглощающими материалами, или с установленными в них параллельными щитами. Помимо глушителей в вентиляционных системах применяют гибкие вставки в воздуховодах. Вентиляционные короба не допускается жестко связывать с конструкциями здания.

Если рассмотренными мерами невозможно снизить уровень шума до санитарной нормы, прибегают к индивидуальным средствам защиты работающих.

РАЗДЕЛ ТРЕТИЙ

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ЗДАНИЯ

Г Л А В А

XX АДМИНИСТРАТИВНО-КОНТОРСКИЕ И БЫТОВЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ

При проектировании промышленных зданий весьма важно создать в них благоприятные условия санитарно-бытового и административно-культурного обслуживания рабочих и служащих.

Высокий уровень культурно-бытового обслуживания трудящихся на предприятиях, бесспорно, способствует сохранению здоровья работающих, формированию постоянных по составу кадров и в конечном итоге влияет на производительность труда и культуру производства.

Проектирование и строительство административно-бытовых помещений в нашей стране регламентируется строго обязательными нормами, которые по широте и охвату мероприятий охраны труда и здоровья рабочих превосходят аналогичные нормативы капиталистических стран.

Здания административно-бытового назначения наряду с обеспечением культурно-бытовых условий для работающих должны удовлетворять требованиям индустриальности строительства, эксплуатационной надежности и экономичности.

Для расчета площадей и количества санитарно-технического оборудования административно-бытовых помещений в проектном задании указывается численность рабочих, инженерно-технических работников (ИТР), служащих и младшего обслуживающего персонала (МОП), а также режим работы (количество смен). В практике проектирования отдельных цехов численность ИТР обычно принимают 8—10%, служащих — 2—4% и МОП — 1,5—2,5% от общего числа рабочих цеха.

Состав бытовых помещений и их расчет

К бытовым относят следующие общие и специальные помещения и устройства: гардеробные, душевые, уборные, умывальные, помещения для личной гигиены женщин, для кормления грудных детей, для отдыха, курительные, маникюрные, устройства питьевого водоснабжения, помещения ручных и ножных ванн, для стирки, сушки, обеспыливания, обезвреживания, химической чистки и ремонта рабочей одежды и обуви, для обогрева работающих, фотории, ингалятории, респираторные, полудуши, устройства для мытья и чистки обуви.

В составе бытовых помещений при всех производственных зданиях предусматривают гардеробные, умывальные, уборные и устройства питьевого водоснабжения.

Дополнительные помещения и устройства для работающих определяют в зависимости от группы и санитарной характеристики производственных процессов, приведенных в СНиП II-М. 3-68 «Вспомогательные здания и помещения промышленных предприятий».

Ручные ванны предусматривают для работающих при производственных процессах, связанных с вибрацией, передающейся на руки. Помещения для личной гигиены женщин следует устраивать при количестве женщин 15 и более, работающих в наиболее многочисленной смене.

На предприятиях IV и V класса по санитарной классификации производств при количестве женщин в наиболее многочисленной смене не менее 100 необходимо предусматривать помещения для кормления грудных детей.

Помещения для отдыха в рабочее время устраивают в соответствии с технологической частью проекта. В тех случаях, когда по условиям производства или пожарной безопасности курение в производственных помещениях или на территории предприятий не допускается, а также при объеме производственного помещения на 1 работающего менее 50 м³, предусматривают курительные.

Фотарии, кроме устройства для производств с подземными работами, следует устраивать для работающих в помещениях без естественного освещения и на участках помещений с естественным освещением, где коэффициент естественной освещенности менее 0,5%, а также на предприятиях, расположенных севернее Северного полярного круга. Фотарии не требуются в тех случаях, когда рабочие помещения оборудованы искусственным освещением, обогащенным ультрафиолетовым излучением, а также на производствах, где работающие подвергаются влиянию химических веществ, оказывающих фотосенсибилизирующее воздействие.

Ниже приведены основные положения и нормативы, используемые при проектировании бытовых помещений и устройств.

Гардеробные домашней и рабочей одежды, уборные, умывальные и душевые предусматривают отдельные для мужчин и женщин. Гардеробные, душевые и умывальные следует объединять в блоки, называемые гардеробными. В гардеробных блоках при производственных процессах групп I в, II, III и IV гардеробные для рабочей одежды размещают в помещениях, отдельных от гардеробных для уличной и домашней одежды; при этом душевые располагают смежно с указанными гардеробными.

Наиболее распространены три планировочные схемы гардеробных блоков, показанные на рис. XX-1.

В первой схеме душевые кабины расположены вдоль помещения (в центральном пролете), а по обе стороны от них — гардеробные рабочей и домашней (уличной) одежды. Преимущества этой схемы: четкое разграничение чистых и грязных людских потоков, несложность изменения численного соотношения мужских и женских гардеробно-душевых устройств и максимальное удаление от наружных стен мокрых помещений душевых. Недостаток схемы — необходимость устройства коридора

вдоль наружных стен, так как мужчины вынуждены проходить мимо женского гардероба, а женщины — мимо мужского.

Во второй схеме душевой блок расположен поперек помещения (в его центральной части), а гардеробы рабочей и домашней (уличной) одежды — по разные стороны от него. Женский и мужской блоки разделены перегородкой, допускающей перестановку. Указанная планировка отличается хорошей организацией движения людских потоков, и не

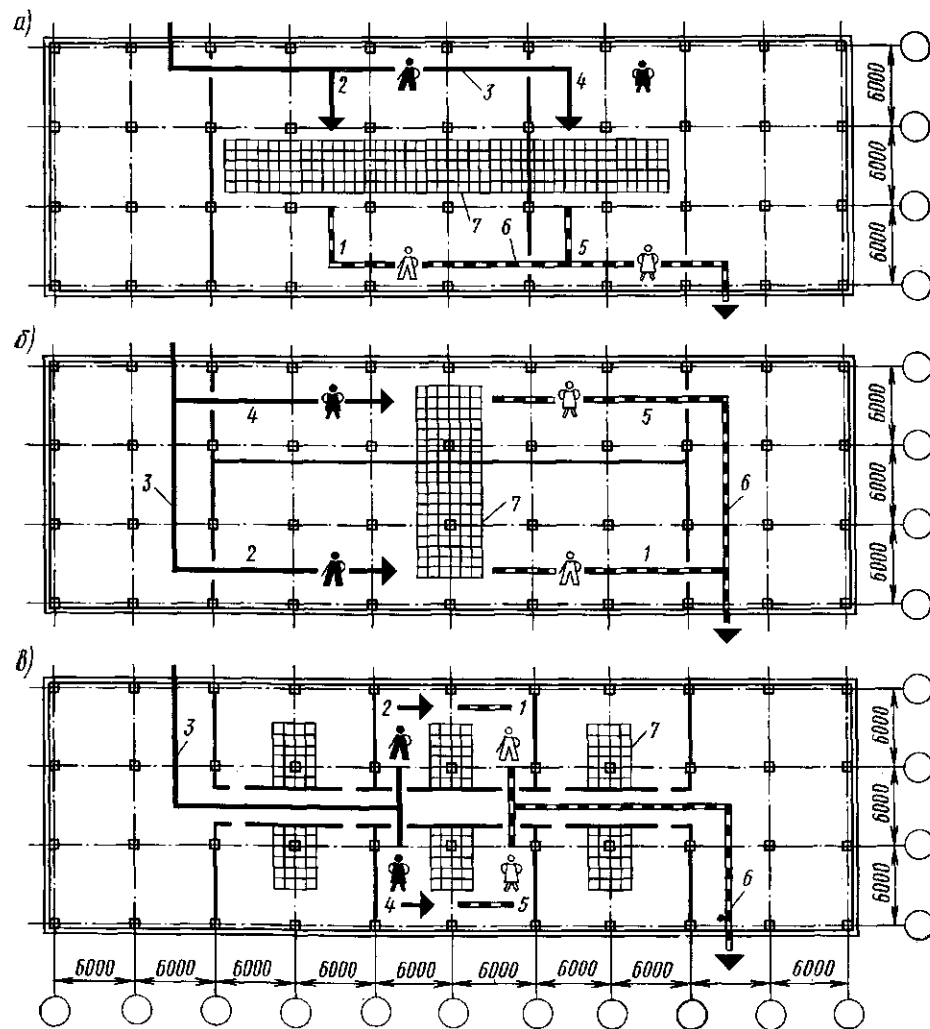


Рис. XX-1. Планировочные схемы гардеробно-душевых блоков:

а — центрально-продольное расположение душевых кабин; б — то же, центрально-поперечное; в — то же, раздельно-секционное; 1 — мужской гардероб домашней одежды; 2 — то же, рабочей; 3 — «грязные» людские потоки; 4 — женский гардероб рабочей одежды; 5 — то же, домашней; 6 — «чистые» людские потоки; 7 — душевые

требуются дополнительные коридоры. Недостатки схемы — меньшая по сравнению с первой схемой возможность изменения численного соотношения мужского и женского гардеробно-душевого оборудования и большая удаленность мест одевания от мест раздевания.

В третьей планировочной схеме гардеробный блок разделен на отдельные мелкие секции, обслуживающие от 30 до 60 человек. В этой схеме нет недостатков, присущих предыдущим планировкам. В случае необходимости можно легко трансформировать гардеробно-душевой блок путем замены мужских секций женскими или, наоборот, без каких бы то ни было переделок. Недостатки схемы: рассосредоточенность санитарно-технических устройств, наличие большого количества перегородок и частичное соприкосновение чистых и «грязных» людских потоков.

В блоках с раздельными гардеробными перед началом смены рабочие приходят в гардеробную домашней одежды, где раздеваются и вешают ее. Затем рабочие направляются через проходы, минуя преддушевые, в гардеробную рабочей одежды и, надев ее, расходятся к рабочим местам. По окончании смены пользование бытовыми устройствами происходит в обратном порядке с той разницей, что рабочие принимают душ, а сообщение между гардеробными предусмотрено через преддушевые помещения. При этом исключено возвратное движение рабочих из душевых, что повышает санитарно-гигиенический уровень помещений.

В гардеробных блоках необходимо предусматривать площадь для дежурного персонала из расчета 2 м^2 на 100 обслуживаемых в наиболее многочисленной смене, но не менее 4 м^2 ; устройства для сушки волос, глажения одежды, чистки обуви, зеркала, штепсельные розетки для включения электрических приборов, а также уборные на 1—2 унитаза.

Гардеробные по сравнению с другими бытовыми помещениями занимают наибольшую площадь (около 40—50%), поэтому вопросы рациональной планировки и повышения эксплуатационных качеств их имеют важное значение.

Гардеробные предназначают для хранения уличной одежды (пальто, головной убор, галоши), домашней (костюм, платье, белье) и рабочей одежды с соблюдением, как правило, условия самообслуживания. Гардеробные с обслуживанием можно проектировать: для производств группы Ia, когда количество мест для хранения одежды превышает 150, в случае необходимости хранения уличной одежды в отдельных гардеробных, а также в раздаточных санитарной и рабочей одежды. Гардеробное оборудование принимают согласно табл. 5 СНиП II-М.3-68.

Количество мест в гардеробных для хранения одежды принимают: для хранения одежды на вешалках — равным количеству работающих в двух более многочисленных смежных сменах;

при хранении одежды в шкафах — равным списочному количеству работающих во всех сменах.

Размеры шкафов в осях должны быть следующие:

для хранения фартуков, рукавиц и другой мелкой рабочей одежды — открытые шкафы с гнездами глубиной 25, шириной 33 и высотой 23,5 см. Количество ярусов не должно превышать 7;

для халатов и другой легкой рабочей одежды — открытые шкафы глубиной 25, шириной 20 и высотой 165 см;

для домашней или рабочей одежды — закрытые или открытые одинарные шкафы глубиной 50, шириной 33 и высотой 165 см;

для громоздкой рабочей одежды или рабочей одежды, когда требуется искусственная вентиляция шкафов, — закрытые одинарные шкафы глубиной 50, шириной 50 и высотой 165 см;

для одежды двух различных видов: уличной и домашней или уличной и рабочей (за исключением мелкой или легкой рабочей одежды) — закрытые двойные шкафы глубиной 50, шириной 40 и высотой 165 см.

Гардеробные для хранения домашней или рабочей одежды (исключая легкую и мелкую) оборудуют скамьями шириной 0,3 м, которые ставят у шкафов по всей длине их рядов.

Длину вешалок определяют из расчета 5 крючков на 1 м вешалки.

В гардеробных принимают следующие расстояния: между рядами шкафов в гардеробных со скамьями — 2 м, без скамей — 1,5 м; между крайним рядом шкафов и стеной в гардеробных со скамьями — 1,3 м и без скамей — 1 м; между осями рядов вешалок при самообслуживании — 1,6 м, при гардеробщиках — 1,2 м, между осью крайнего ряда вешалок и стеной при самообслуживании — 1,3 м, то же, при гардеробщиках — 0,9 м; между выступающими частями рядов консольно-поворотных вешалок при гардеробщиках — 0,6 м, а при самообслуживании — 1 м; между торцами вешалок или открытых шкафов и барьером — 0,6 м.

Перед барьером у вешалок и открытых шкафов предусматривают свободную полосу шириной не менее 1 м, площадь которой определяют из расчета $0,03 \text{ м}^2$ на одно место для хранения одежды, и проход шириной не менее 1 м.

В гардеробных рабочей одежды предусматривают кладовые, отдельные для чистой и грязной одежды, площадью не менее 3 м^2 каждая.

Раздаточные санитарной одежды включают помещения для раздельного хранения чистой и загрязненной одежды и переодевания. Помещения для переодевания оборудуют скамьями шириной 0,3 м и длиной 0,6 м на одно место (количество мест следует принимать равным 50% количества работающих в более многочисленной смене). Расстояние между скамьями должно быть равным 1 м.

Душевые, как отмечалось, следует размещать смежно с гардеробными и оборудовать открытыми кабинами, расположенными в один или два ряда. При производствах групп III (кроме IIIб) и IVб кабины размещают в один ряд и со сквозными проходами. При душевых необходимо предусматривать помещения, предназначенные для вытирания тела, а при устройстве гардеробных для совместного хранения домашней и рабочей одежды — также и для переодевания.

Количество душевых сеток определяют по числу работающих в самой многочисленной смене, согласно данным табл. 6 СНиП II-М.3-68.

Размер открытых душевых кабин принимают $0,9 \times 0,9 \text{ м}$, а закрытых кабин, предусматриваемых в количестве до 10% при производственных процессах групп I, II и IVa, — $1,8 \times 0,9 \text{ м}$. Душевые кабины отделяют друг от друга перегородками из влагостойких материалов высотой 1,6 м, не

доходящими на 0,2 м до пола. Не допускается размещать душевые и преддушевые у наружных стен.

Преддушевые, предназначенные для переодевания, оборудуют скамьями шириной 0,3 м и длиной 1,2 м на 1 душевую сетку. Расстояние между рядами скамей должно быть равно 1 м.

Ширина прохода между рядами душевых кабин принята 2 м, а между рядом кабин и стеной (перегородкой) — 1,2 м.

Умывальные размещают смежно с гардеробными рабочей одежды. В отдельных случаях умывальники разрешено ставить непосредственно в гардеробных при условии, чтобы расстояние от умывальников до шкафов было не менее 2 м. Число кранов в умывальных определяют по количеству работающих в наиболее многочисленной смене согласно табл. 7 СНиП II-М.3-68.

Можно применять и групповые круглые умывальники: диаметром 90 см на 5 мест и диаметром 140 см на 8 мест. Расстояние между кранами умывальников принято 0,65 м, а между рядами умывальников — 2 м, между крайним рядом умывальников и стеной — 1,5 м. Ширина прохода между групповыми круглыми умывальниками и стеной должна быть 0,9 м, а между умывальниками — 1,2 м.

Полудуши размещают вблизи рабочих мест и ограждают шторами из водонепроницаемых материалов. К полудушам подводят теплую воду. Количество полудушей определяют из расчета один полудуш на каждые 15 человек, пользующихся полудушами в наибольшей смене.

Уборные в цехах размещают не дальше 75 м от рабочих мест и не дальше 150 м — на территории предприятий. В многоэтажных производственных зданиях уборные должны быть на каждом этаже, а при количестве работающих на двух смежных этажах до 30 уборные можно размещать через этаж.

Входы в уборные устраивают через тамбуры с самозакрывающимися дверями. В тамбурах должны быть предусмотрены умывальники из расчета 1 умывальник на 4 кабины, а при меньшем количестве кабин — 1 умывальник на каждую уборную.

Уборные оборудуют напольными чашами или унитазами. В мужских уборных предусматривают также писсуары. Число напольных чаш или унитазов и писсуаров в уборной назначают в зависимости от количества человек, пользующихся этой уборной в наиболее многочисленной смене, из расчета 15 женщин на 1 напольную чашу (или унитаз) и 30 мужчин на 1 напольную чашу (или унитаз) и на 1 писсуар.

Напольные чаши и унитаза размещают в отдельных кабинках с открывающимися наружу дверями, которые отделяют друг от друга перегородками высотой 1,8 м, не доходящими на 0,2 м до пола. Размеры в плане кабинки приняты 1,2×0,9 м.

Писсуары могут быть индивидуальные настенные, лотковые и индивидуальные напольные. Длину лоткового писсуара определяют из расчета 0,6 м на одного, пользующегося писсуаром. Лотки должны быть облицованы глазурованными плитками и непрерывно смываться. Ширина лотка принята не менее 0,3 м; уклон к трапам должен быть не менее 0,01. Расстояние между осями настенных писсуаров равно 0,7 м.

Ширину прохода между двумя рядами кабин принимают 2 м, а между крайним рядом кабин уборных и стеной (перегородкой) — 1,3 м. При расположении писсуаров против кабин ширина прохода принята равной 2 м.

Устройство ручных и ножных ванн. Количество ручных ванн определяют из условия пользования ими 35% работающих в более многочисленной смене при производственных процессах, связанных с передающейся на руки вибрацией, и пропускной способности ванны три человека в смену. При количестве пользующихся более 100 человек в более многочисленной смене ручные ванны размещают в умывальных или отдельных помещениях; при меньшем числе ручные ванны размещают и в производственных помещениях. В качестве ручных ванн можно применять полукруглые умывальники размерами 600×500 мм.

Площадь помещения для ручных ванн определяют из расчета 1 м² на 1 ванну.

Число ножных ванн определяют по количеству работающих в наиболее многочисленной смене: при производственных процессах групп Iб и IIа — 50 человек на 1 ванну, при группах Iв, IIв и IIе — 40 человек на 1 ванну. Ножные ванны размещают в преддушевых или умывальных.

Ширину прохода между рядами ножных ванн принимают равной 2 м, а между крайним рядом ванн и стеной — 1,2 м. Расстояние между кранами ножных ванн должно быть 0,7 м.

Помещения для личной гигиены женщин рекомендуются размещать смежно с женскими уборными с устройством общего шлюза, а также дополнительного шлюза перед входом в это помещение.

В помещениях гигиены предусматривают места для раздевания и процедурные кабинки, оборудованные гигиеническими душами. Количество кабин принимают из расчета 1 кабинка на каждые 100 женщин, работающих в более многочисленной смене. Площадь мест для раздевания определяют из расчета 0,02 м² на 1 женщину, работающую в более многочисленной смене, но должна быть не менее 4 м². Размеры индивидуальной кабинки для процедур 1,8×1,2 м. Ширина прохода между двумя рядами кабин должна быть 2 м, а между рядом кабин и стеной — 1,3 м.

Количество мест для раздевания определяется из расчета 3 места на 1 кабинку.

Помещения для кормления грудных детей включают комнату для кормления и ожидальную с уборной. Площадь ожидальной определяют из расчета 0,7 м² на человека, принесшего ребенка, а комнаты для кормления — из расчета 1,5 м² на 1 кормящую мать. Количество кормящих матерей принимают равным 2,5% женщин, работающих в более многочисленной смене.

Помещения для отдыха предусматривают в производственных зданиях обычно под рабочими площадками и на антресолях. От производственных помещений их отделяют шлюзами. Расстояние от рабочих мест до помещений отдыха должно быть не более 75 м. Площадь помещений отдыха принимают из расчета 0,2 м² на 1 работающего в более многочисленной смене, но не менее 18 м².

Устройства питьевого водоснабжения (фонтанчики, закрытые баки с фонтанирующими насадками и др.) размещают в проходах производственных помещений, в помещениях отдыха, в вестибюлях, а также вблизи технологических установок, находящихся вне зданий. В горячих цехах предусматривают места площадью 2—3 м² для установок, снабжающих работающих газированной водой.

Количество устройств питьевого водоснабжения определяют из расчета 1 на 100 человек, работающих в более многочисленной смене, при производственных процессах групп IIб, IIг и на 200 человек при производственных процессах остальных групп. Расстояние от рабочих мест до устройств не должно превышать 75 м.

Курительные следует размещать смежно с уборными или помещениями для обогрева работающих. При количестве работающих в самой многочисленной смене не более 100 человек допускается использовать в качестве курительных шлюзы при уборных.

Площадь курительной определяют из расчета на 1 работающего в более многочисленной смене 0,03 м² для мужчин и 0,01 м² для женщин, но она должна быть не менее 9 м². Расстояние от рабочих мест, размещаемых в зданиях, до курительных должно быть не более 75 м, а от рабочих мест на территории предприятий — не более 150 м.

Помещения для обогрева работающих делают при производственных процессах группы IIе. Размещают их на расстоянии не более 75 м от рабочих мест, размещаемых в зданиях, а от рабочих мест на территории предприятий — не более 150 м. Площадь помещения для обогрева определяют из расчета 0,1 м² на 1 работающего в самой многочисленной смене, но не менее 12 м².

Помещения для стирки, химической чистки, сушки, обеспыливания, обезвреживания и ремонта рабочей одежды и обуви. Механизированные прачечные предусматривают в тех случаях, когда характер загрязнения рабочей одежды исключает возможность стирки ее в коммунальных прачечных или общих прачечных для группы предприятий. При прачечных в необходимых случаях следует предусматривать отделения химической чистки и для восстановления пропитки рабочей одежды. Производительность, состав и площади этих помещений устанавливают в технологической части проекта.

Помещения для сушки и обеспыливания рабочей одежды должны быть обособленными, и при самообслуживании их располагают смежно с гардеробными для хранения рабочей одежды.

Помещения для обезвреживания рабочей одежды проектируют обособленными. Их состав определяется по специальным указаниям.

Состав помещений для ремонта рабочей одежды и обуви и количество рабочих мест в них устанавливают в технологической части проекта. Площадь этих помещений определяют из расчета 6 м² на 1 рабочее место.

Фотарии могут быть трех видов: кабинные (с установками для индивидуального облучения), проходные (для облучения движущихся людей) и маячные (для облучения расположенных вокруг источника людей).

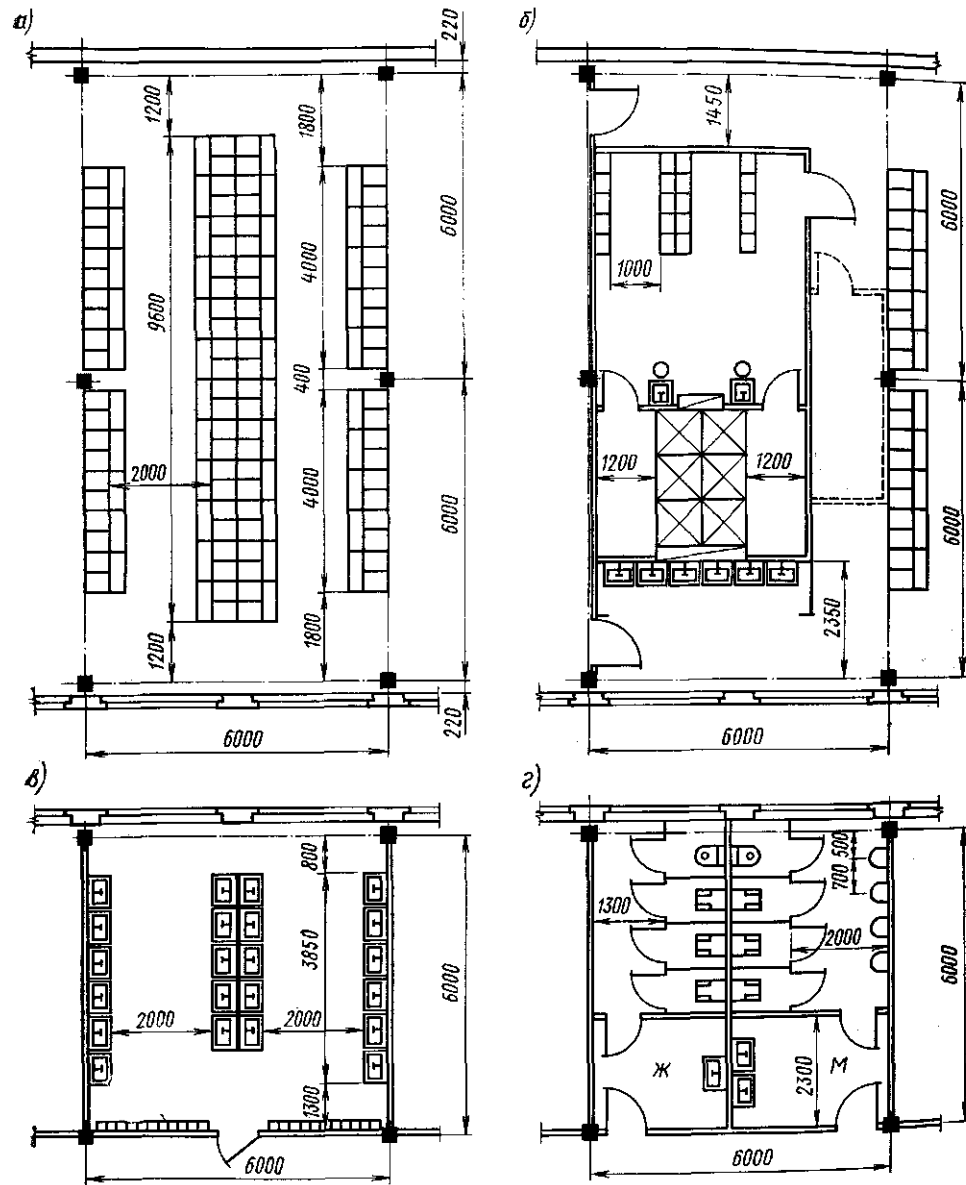


Рис. XX-2. Примеры планировок отдельных бытовых помещений:
 а — гардеробная для хранения двух видов одежды с двойными шкафами размером 400×500 мм на 88 штук; б — душевая (с умывальниками) на 6 сеток и с ножными ваннами; в — умывальная на 22 крана; г — уборная на 4 прибора для женщин и на 8 приборов для мужчин

Количество работающих, пользующихся фотарием в более многочисленной смене (в %), принимают: при эритемных лампах облучения — для мужчин 80, для женщин 70; при ртутно-кварцевых лампах — для мужчин 30 и для женщин 25. Фотарии устраивают отдельные для мужчин и женщин.

Фотарии в зависимости от типа ламп и группы производственных процессов размещают в гардеробных домашней одежды или в отдельных

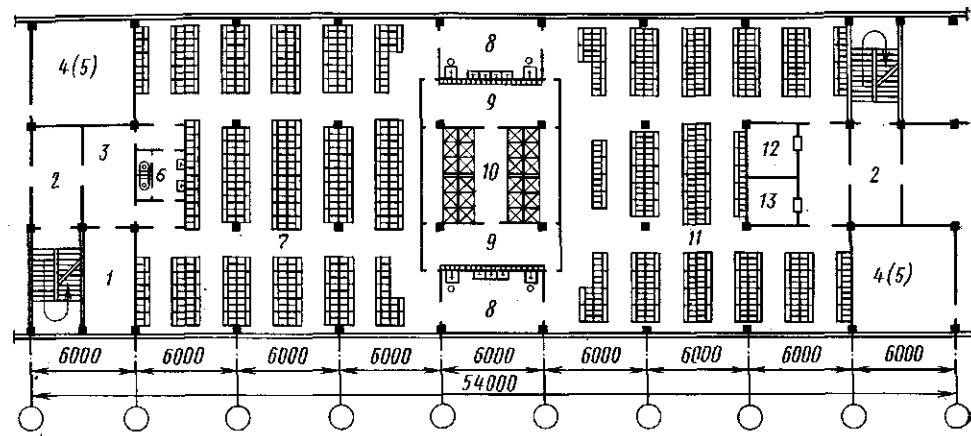


Рис. XX-3. Пример блокировки планировочных элементов для группы производственных процессов II, а:
1 — помещение для глажения одежды и чистки обуви; 2 — холл; 3 — место для персонала; 4 — венткамера (приток); 5 — подсобное помещение; 6 — уборная; 7 — гардероб домашней и уличной одежды; 8 — умывальная; 9 — преддушевая; 10 — душевая; 11 — гардероб рабочей одежды; 12 — сдача грязной рабочей одежды; 13 — получение чистой рабочей одежды

помещениях, смежных с гардеробными или душевыми. Состав и размеры помещений фотариев приведены в табл. 8 СНиП II-М.3-68.

Ширина прохода между рядами кабин должна быть равной 2 м, а между рядом кабин и стеной — 1,3 м.

Фотарии кабинного и проходного типов, оборудуемые эритемными лампами, отделяются перегородками высотой 1,7 м, не доходящими до пола на 0,3 м. Фотарии маячного типа отделяют перегородками на всю высоту помещения. Поверхность стен и перегородок фотариев, а также кабин окрашивают клеевыми красками светлых тонов.

Респираторные предназначают для хранения, приема, выдачи, проверки и перезарядки респираторов.

Площадь респираторных принимают из расчета 0,15, 0,12 и 0,1 м² на 1 работающего при списочном количестве работающих, пользующихся респираторами, соответственно от 50 до 150, от 151 до 500 и свыше 500 человек.

Примеры планировки бытовых помещений показаны на рис. XX-2 и XX-3.

К помещениям общественного питания, располагаемым на территории промышленных предприятиях, относят: столовые — при количестве 250 и более работающих в большей смене;

буфеты, которые предусматривают при числе работающих в более многочисленной смене менее 250 человек;

комнаты приема пищи, необходимые при количестве работающих в более многочисленной смене менее 30 человек.

В необходимых случаях предусматривают передвижные буфеты с наличием горячих блюд.

Расстояние от рабочих мест до столовых и буфетов при продолжительности обеда 30 мин не должно превышать: для производств групп I, IIa, IIe — 300 м, для производств остальных групп — 200 м. Если время обеда менее 30 мин, пищу должны доставлять к рабочим местам, а в случаях, когда это недопустимо по санитарным нормам, расстояние от рабочих мест до столовых и буфетов не должно превышать 75 м.

Количество посадочных мест в столовых и буфетах принимают из расчета 1 место на 4 человека, работающих в более многочисленной смене. Площадь комнат приема пищи определяют из расчета 1 м² на каждого посетителя, но она должна быть не менее 12 м².

В столовых и буфетах предусматривают умывальники и уборные. На производствах групп IIг, III (кроме IIIб), IVб и IVв умывальные делают отдельно для мужчин и женщин, оборудуют вешалками для хранения рабочей одежды. В столовых для обслуживания проходящих в уличной одежде предусматривают вестибюли-гардеробные площадь, определяемой из расчета 0,25 м² на 1 место. Количество мест в вестибюлях-гардеробных принимают равным 120% количества посадочных мест, предназначенных для проходящих в столовую в уличной одежде.

В столовых и буфетах предусматривают отделения диетического питания, помещения для приема, хранения и подогрева молока и мойки посуды.

Обеденные залы столовых, размещаемых в пристройках к цехам, рекомендуются размещать на 1-м этаже, а в отдельно стоящих зданиях — на этаже, ближайшем к уровню перехода между зданиями.

Ширину основных проходов в обеденных залах принимают: при числе посадочных мест, обслуживаемых данным проходом, до 150 — не менее 1,2 м и более 150 — 1,2 м плюс 0,6 м на каждые 100 посадочных мест или их части сверх 150.

Здравпункты и помещения культурного обслуживания

Здравпункты предусматривают на предприятиях со списочным количеством работающих 500 и более. Они могут быть четырех категорий:

I — врачебный здравпункт с 3—4 врачами (при количестве работающих на предприятии 3001—4000);

II — врачебный здравпункт с двумя врачами (при 2001—3000 работающих);

III — врачебный здравпункт с одним врачом (при 1201—2000 работающих);

IV — фельдшерский здравпункт с одним фельдшером (при 500—1200 работающих).

Состав и площади здравпунктов указаны в табл. 12 СНиП II-М.3-68.

Здравпункты следует размещать в первых этажах вспомогательных или производственных зданий, вблизи более многочисленных или особо опасных в отношении травматизма цехов. Допускается размещать здравпункты в проходных. Расстояние от рабочих мест до здравпункта должно быть не более 1000 м.

Ингаляторы размещают при здравпунктах. Площадь их определяют в зависимости от количества аппаратов и их пропускной способности, но она должна быть не менее 12 м². Число аппаратов назначают, учитывая, что ингаляторами пользуются 60% работающих в более многочисленной смене.

Помещения и устройства культурного обслуживания. К указанным помещениям и устройствам относят красные уголки, кабинеты политического просвещения, площадки для спортивных игр и гимнастических упражнений.

Красные уголки размещают в цехах смежно со столовыми или буфетами или вблизи их. Состав и площади красных уголков указаны в табл. 13 СНиП III-М.3-68. При зале собраний на 150 мест и более предусматривают комнату площадью до 12 м² со входом в нее с эстрады.

Кабинеты политического просвещения размещают в зданиях заводоуправлений. Их состав и площади определяют по табл. 14 СНиП III-М.3-68.

Площадки для спортивных и гимнастических упражнений. Виды и количество этих площадок устанавливают при проектировании. Размеры площадок для гимнастических упражнений определяют из расчета 1 м² на 1 работающего в более многочисленной смене. Для методического кабинета предусматривают помещение площадью 24 м², располагаемое в здании управления.

На предприятиях I класса по санитарной классификации производств площадки для спортивных игр и гимнастических упражнений устраивают по согласованию с органами Государственного санитарного надзора.

Административно-конторские помещения

Состав и площади этих помещений устанавливают в задании на проектирование.

Площади помещений принимают из следующего расчета:

рабочих комнат управлений и контор — 4 м² на 1 служащего;

залов конструкторских бюро — 6 м² на 1 чертежный стол;

залов совещаний вместимостью до 100 человек — 1,2 м² на 1 место,

а большей вместительности — по 0,9 м² на каждое место свыше 100 человек;

кулуаров при залах совещаний — 0,4 м² на каждое место в зале совещаний;

вестибюлей-гардеробных — 0,27 м² на одного служащего;

кабинетов в управлениях: при количестве служащих до 150 человек — до 15% площади рабочих комнат, от 151 до 300 человек — до 12% площади рабочих комнат, при числе служащих более 300 человек — до 10% площади рабочих комнат;

залов для учебных занятий — 1,75 м² на одно ученическое место;

кабинетов по технике безопасности при числе работающих до 1000 — 25 м², от 1001 до 3000 — 50 м², от 3001 до 5000 — 75 м², от 5001 до 10 000 — 100 м² и т. д.

Площадь отдельных рабочих помещений и кабинетов должна быть не менее 9 м². Состав и площадь помещений цеховых общественных организаций принимают согласно табл. 16 СНиП III-М.3-68.

При разработке планов административно-конторских помещений следует отдавать предпочтение помещениям зального типа (так называемые крупнообъемные бюро). Такие конторские помещения в отличие от традиционных не имеют капитальных перегородок, что позволяет легко трансформировать их с учетом потребностей отделов и групп, которые могут количественно изменяться в зависимости от объема заданий.

В конторских помещениях зального типа, разделенных лишь перегородками и ширмами, устанавливают хорошие функциональные связи и более короткие пути движения между отдельными группами работающих. Кроме того, в большом помещении легче выполнять акустические, светотехнические и микроклиматические требования. Свободная, но подчиненная функции обработки технической документации, расстановка мебели и цветов в таком помещении оживляет его интерьер и рабочую атмосферу.

Приемы размещения административно-бытовых помещений

Бытовые помещения для рабочих, как правило, блокируют с административно-конторскими и культурно-просветительными помещениями. Размещают их в пристройках к производственным зданиям, в отдельно стоящих зданиях или непосредственно в производственных.

Чаще всего административно-бытовые помещения располагают в пристройках к производственным зданиям, что объясняется экономичностью такого приема. Пристроенные административно-бытовые здания целесообразны при большинстве технологических процессов, так как они сокращают пути движения работающих и уменьшают площадь застройки промышленного предприятия.

К производственному зданию пристройка административно-бытовых помещений может примыкать как со стороны торцовых, так и про-

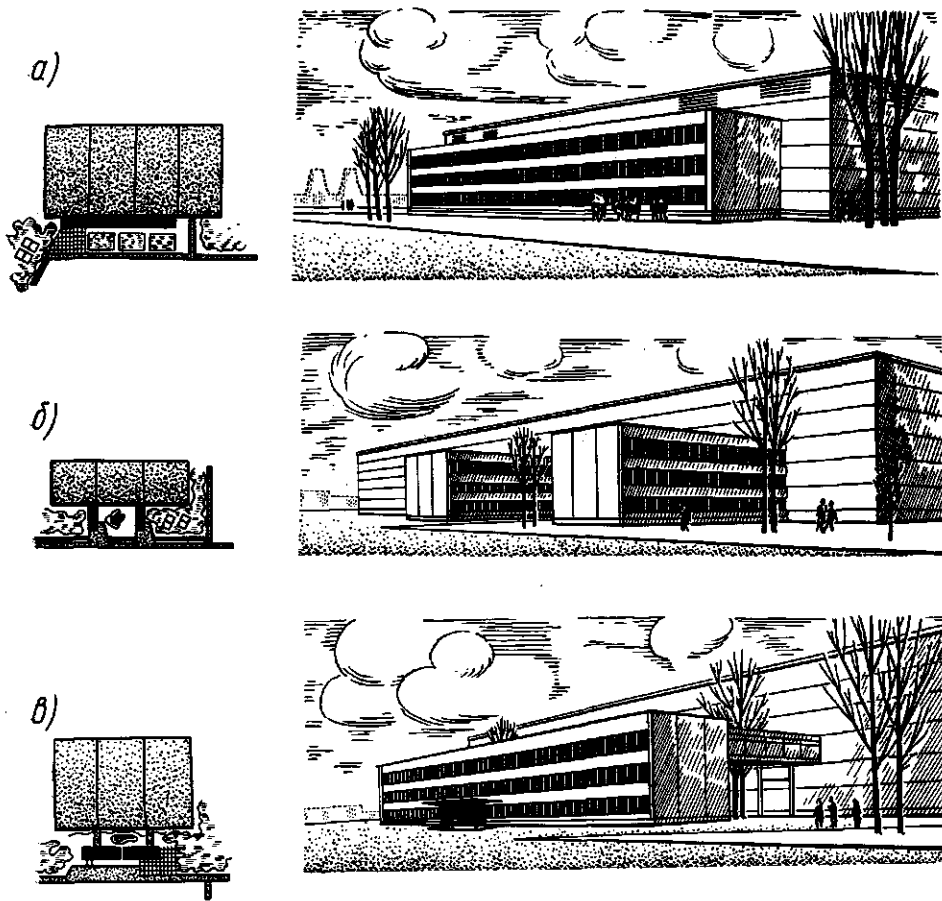


Рис. XX-4. Примеры расположения зданий административно-бытового назначения:
 а — пристройка, примыкающая продольной стороной к производственному корпусу;
 б — пристройки, примыкающие торцами к производственному корпусу; в — отдельно стоящее здание, соединенное переходами с производственным корпусом

дольных стен. Лучшим является первый вариант, так как при этом потоки рабочих не мешают нормальному ходу технологического процесса (обычно проходящему вдоль пролетов), не затрудняется строительство новых пролетов и, что особенно важно, не ухудшаются условия освещения и аэрации производственных помещений.

Пристройки примыкают к продольным стенам производственных зданий в тех случаях, когда по условиям технологии производства со стороны торцовых стен необходимы вводы железнодорожных или автомобильных путей. Со стороны торцовой стены пристройка в этом случае нежелательна, так как транспортные вводы расчлняют обслуживаемые помещения.

Пристройки обычно примыкают к цеху продольной стороной (рис. XX-4, а). Однако при этом световой фронт обоих корпусов закрывается и часть помещений лишена естественного освещения. Поэтому иногда целесообразно пристройки располагать длинной осью перпендикулярно производственному корпусу (рис. XX-4 б).

При таком решении условия естественного освещения и аэрации производственных помещений ухудшаются незначительно, тогда как большая часть административно-бытовых помещений освещается естественным светом. Недостатком этого приема является увеличение площади территории предприятия (особенно при значительной длине пристроек), а также ограничение возможности расширения цеха.

В некоторых цехах вдоль наружных стен располагают трансформаторные подстанции, вентиляционные камеры и другие подсобные помещения. В этих случаях административно-бытовые помещения размещают в отдельно стоящих зданиях.

Отдельно стоящие административно-бытовые здания сооружают на металлургических, химических, нефтегазовых, горнорудных и других предприятиях, связанных со значительными шумами, выделениями тепла, газа и пыли, большой вредностью, повышенной пожаро- и взрывоопасностью, а также для подземных производств и предприятий с открытым расположением технологического оборудования (рис. XX-4, в).

Отдельно стоящие здания административно-бытовых помещений, обслуживающие рабочих отапливаемых цехов, соединяют с ними отапливаемыми надземными переходами (галереями) или подземными (тоннелями). При сильно развитой сети транспортных путей на территории предприятия устройство неотапливаемых переходов допускается и для административно-бытовых зданий с неотапливаемыми цехами.

По условиям габаритов межцехового транспорта надземные переходы устраивают на уровне 2-го и 3-го этажа административно-бытовых зданий. Иногда предусматривают наземные переходы; однако их сооружение затрудняется из-за условий застройки и проездов.

Подземные переходы удобнее наземных, но их устройство часто осложняется наличием подземных сетей и грунтовыми условиями. На некоторых предприятиях такие переходы могут стать местом скопления газов.

К преимуществам расположения административно-бытовых помещений в отдельно стоящих зданиях относятся следующие:

- большая вариантность их планировки вследствие возможности значительного увеличения ширины;
- лучшее естественное освещение и проветривание и хорошая связь с природой;
- отсутствие влияния производственных вредностей (шума, тепловыделений, пыли и газа);
- простота конструктивного решения.

Недостатками отдельно стоящих административно-бытовых зданий являются: необходимость в устройстве переходов, значительно повышающих стоимость их строительства; увеличение протяженности коммуни-

каций; большая по сравнению с пристройками удаленность обслуживающих помещений от рабочих мест; снижение плотности застройки предприятия.

В современном промышленном строительстве административно-бытовые помещения нередко размещают непосредственно в производственных зданиях. В первую очередь это необходимо для помещений, неоднократно используемых в течение смены и близко связанных с производством: уборных, умывальных, курительных, буфетов, комнат мастеров и отдыха, отделов технического контроля и т. п.

Размещать внутри одноэтажных зданий гардеробные, душевые, конторские помещения неэкономично и не всегда возможно по условиям санитарных требований и пожарной безопасности. Преимущество имеют встроенные вспомогательные помещения в цехах с высокой степенью автоматизации технологических процессов.

Встроенный вариант вспомогательных помещений позволяет приблизить их к рабочим местам, рационально использовать объем и площадь производственных зданий, а в отдельных случаях снизить стоимость строительства. Но в то же время уменьшается гибкость цехов, усложняется модернизация технологических процессов и прокладка промышленных проводок. Встроенные вспомогательные помещения целесообразно проектировать сборно-разборной конструкции, допускающей относительно легкую трансформацию их.

Размещать вспомогательные помещения внутри цехов можно только для производств, относящихся по санитарной характеристике к первой группе, в которых технологические процессы протекают при нормальных метеорологических условиях и при отсутствии вредных газов и пылевыведений (механосборочные, механические, инструментальные, модельные, приборостроительные, швейные цехи и др.).

Вспомогательные помещения внутри производственных зданий можно размещать: в подвалах и полуподвалах; на свободных, временно неиспользуемых участках, и на антресолях, используя излишнюю высоту производственных зданий; в межферменном пространстве; в надстройках (над производственными помещениями).

Размещать вспомогательные помещения в подвалах и полуподвалах целесообразно в тех случаях, когда последние необходимы также по условиям технологического процесса. При таком решении обеспечивается удобная связь рабочих мест с вспомогательными помещениями, что особенно важно для больших сблокированных производственных зданий.

Основные производственные помещения в этом случае полностью освобождаются от вспомогательных устройств, нарушающих гибкость здания. Однако устройство подвалов и полуподвалов специально для вспомогательных помещений во многих случаях неэкономично, так как для этого требуются усиленные перекрытия, увеличенное число типовых конструкций; усложняется и удорожается процесс строительства цехов (особенно при высоком уровне грунтовых вод, вечной мерзлоте и скальном грунте). Кроме того, невозможно обеспечить вспомогательные помещения естественным освещением и проветриванием.

Значительно чаще вспомогательные помещения размещают на свободных участках цехов и на антресолях. Свободные участки и объемы в цехах могут быть в межколонном пространстве (вне габаритов кранов и перемещаемых ими грузов), между крупными технологическими агрегатами, над проездами и переходами, в торцовых зонах (реже вдоль продольных стен), над помещениями с низким технологическим оборудованием (в бескрановых пролетах). Вспомогательные помещения иногда имеют вид объемных блоков, которые подвешивают к несущим конструкциям покрытия.

Антресольные этажи рекомендуется сооружать из легких сборно-разборных конструкций, чтобы обеспечить цеху объемно-планировочную гибкость. Сетку колонн принимают 6×6 м (при сетке основных колонн цеха 12×24 м) и 6×9 м (при сетке основных колонн 12×18 м).

В промышленных зданиях с большими пролетами, когда собственная высота несущих конструкций покрытия достигает 2,5 м, админист-

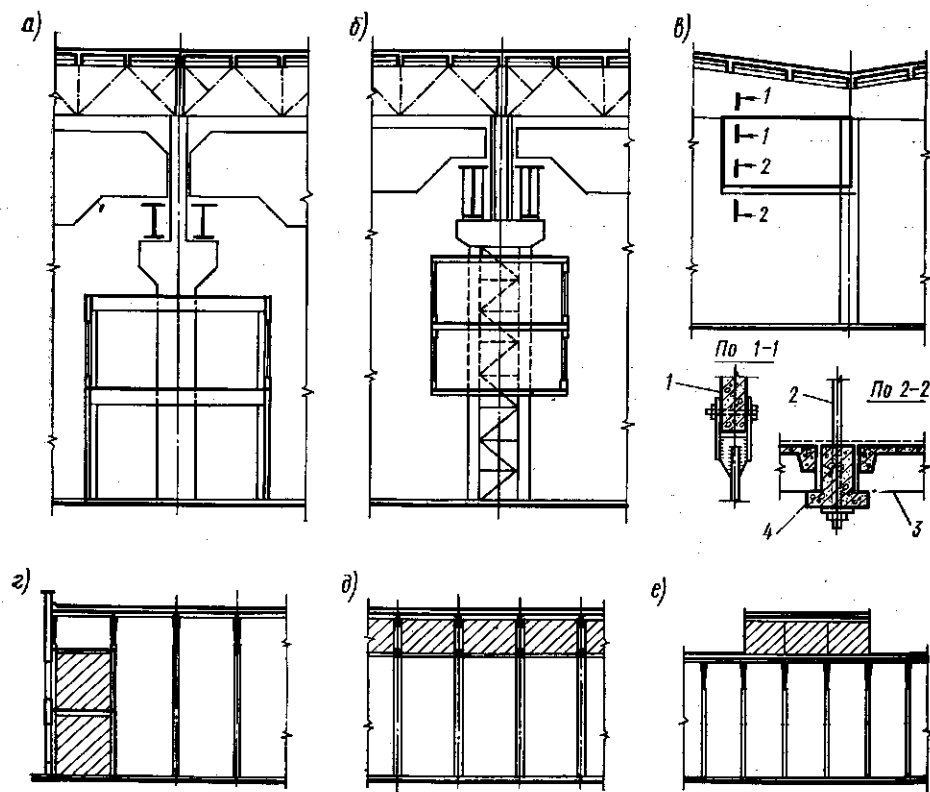


Рис. XX-5. Варианты расположения встроенных административно-бытовых помещений: а, б — в межколонном пространстве; в — на антресолях над проездами или в местах низкого оборудования; г — на антресолях вдоль торцовых стен; д — в межферменном пространстве; е — в надстройке; 1 — балка или ферма; 2 — стальная подвеска; 3 — длята; 4 — прогон

ративно-бытовые помещения целесообразно размещать в межферменном пространстве. При этом рационально используется объем цеха, отпадает необходимость в пристройках по периметру цеха и обслуживающие помещения находятся вблизи рабочих мест. Недостатком такого варианта является значительное усложнение и утяжеление конструкций покрытия.

В отдельных случаях административно-бытовые помещения размещают в надстройках, возводимых на покрытиях одноэтажных производственных зданий. Этот вариант применяют в тех случаях, когда производственное здание имеет большую площадь или когда плоскую кровлю используют в качестве площадки для отдыха работающих. Такое расположение имеет те же преимущества и недостатки, что и в предыдущем варианте.

Рассмотренные приемы расположения административно-бытовых помещений внутри производственных зданий показаны на рис. XX-5.

Окончательный выбор способа расположения административно-бытовых помещений в производственных зданиях делают на основе детальной проработки и технико-экономического сравнения намеченных вариантов.

В различных цехах одного и того же промышленного предприятия, как правило, применяют один прием расположения административно-бытовых помещений. При особых условиях, а также при реконструкции цехов могут быть приняты различные решения. Так, для обслуживания одних цехов эти помещения можно размещать в отдельно стоящих зданиях, для других — в пристройках или в самих цехах.

Объемно-планировочные и конструктивные решения зданий административно-бытового назначения

Ниже рассмотрены объемно-планировочные и конструктивные решения пристроенных и отдельно стоящих административно-бытовых зданий, широко распространенных в современном промышленном строительстве.

В основу планировки пристроенных и отдельно стоящих административно-бытовых зданий положены унифицированные секции с сеткой колонн $(6+6) \times 6$, $(6+3+6) \times 6$ и $(6+6+6) \times 6$ м, из которых komponуют одно-, двух-, трех- и четырехэтажные здания (рис. XX-6). Секции $(6+3+6) \times 6$ м применяют только для отдельно стоящих зданий; они наиболее оптимальны из условия естественного освещения конторских помещений, конструкторских бюро и лабораторий.

Экономический анализ показывает, что расход материалов на 1 м² площади зданий шириной 12 и 15 м почти одинаков, но больше примерно на 5%, чем для зданий шириной 18 м (табл. XX-1).

При зальном решении помещений целесообразна сетка колонн $(9+9) \times 6$ м, позволяющая удобнее расположить оборудование. При этом

до 2% экономится площадь помещений и упрощается блокирование этих помещений с многоэтажными производственными зданиями.

Высота этажей в УТС принята 3,3 м. Допускается принимать высоту этажей 4,2 м в следующих случаях:

если площадь отдельных помещений залов собраний, залов совещаний или обеденных залов превышает 300 м²;

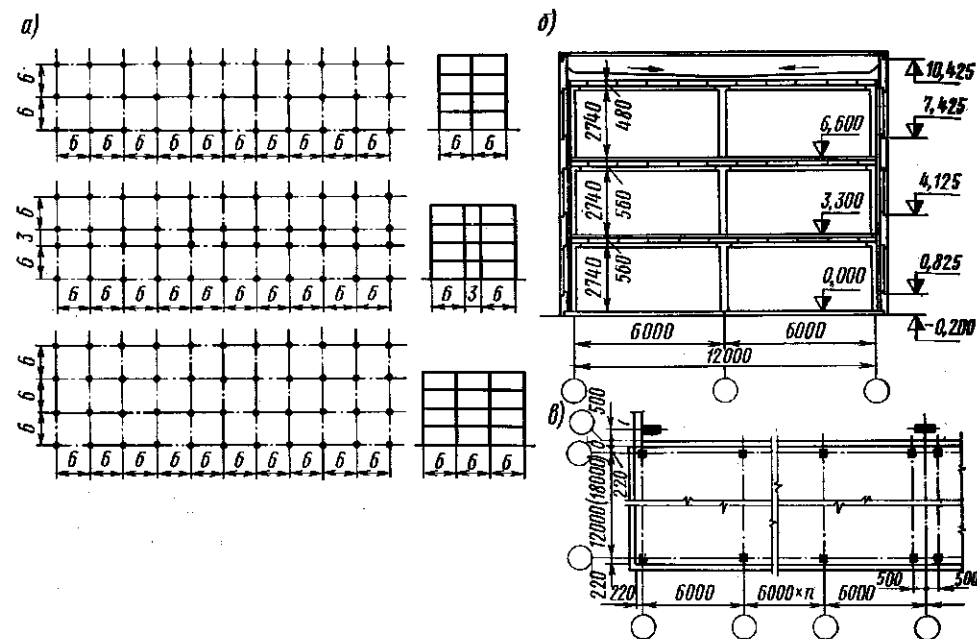


Рис. XX-6. Объемно-планировочное решение пристроенных и отдельно стоящих административно-бытовых помещений:

а — унифицированные типовые секции; б — поперечный разрез секции шириной 12 м (3-этажной); в — примыкание секция к торцовой стене цеха

когда глубина помещений конструкторских бюро и учебных занятий превышает 6 м;

если под потолком помещения предусмотрено оборудование, расстояние от низа которого до пола меньше 2,35 м.

Из условия лучшего расположения горизонтальных вентиляционных разводок в помещениях целесообразна высота этажей 3,6 м.

Высоту вспомогательных помещений, находящихся в производственных зданиях, следует принимать не менее 3 м от пола до потолка и не менее 2,5 м от пола до низа выступающих конструкций.

Размеры здания в плане назначают с учетом суммарной площади помещений, размещаемых в нем, и они должны быть равны по ширине и равны или кратны по длине УТС.

Таблица XX-1

Технико-экономические показатели административно-бытовых зданий с различной сеткой колонн

Показатели	Сетка колонн, м					
	(6 + 6) × 6		(6+3+6)×6		(6+6+6)×6	
	поперечный каркас	продольный каркас	поперечный каркас	продольный каркас	поперечный каркас	продольный каркас
Полная стоимость, руб/%	9,99	10,30	10,38	10,48	9,68	9,81
	100	103	104	105	97	98
Затраты труда, чел-ч/%	2,462	2,515	2,587	2,67	2,378	2,404
	100	102	105	108	97	98
Расход стали, кг/%	15,19	15,36	15,55	15,52	14,33	14,18
	100	101	102	102	94	93
Расход сборного железобетона, м ³ /%	0,151	0,150	0,157	0,151	0,148	0,145
	100	99	104	100	98	96
Количество монтажных единиц, шт/%	0,347	—	0,341	—	0,304	—
	100	—	98	—	88	—
То же, без стен, шт/%	0,220	—	0,233	—	0,213	—
	100	—	106	—	97	—

Примечание. Показатели даны на 1 м² развернутой площади.

В дополнение к УТС разработаны типовые планировочные решения отдельных административно-бытовых помещений для различного числа работающих, позволяющие облегчить и ускорить проектную работу.

Вспомогательные помещения, размещаемые в пристройках, должны сообщаться с производственными помещениями, в которых расположены производства групп II, III и IV, через шлюзы, коридоры или лестничные клетки.

При главных входах во вспомогательных зданиях предусматривают вестибюли, площадь которых (без гардеробных) принимают из расчета 0,15 м² на одного пользующегося вестибюлем человека в наиболее многочисленной смене, но не менее 18 м².

Пол первого этажа пристройки, как правило, должен иметь ту же отметку, что и пол первого этажа производственных помещений.

Вспомогательные здания, имеющие разницу в отметках полов первого и верхнего этажей 12 м и более, оборудуют пассажирскими или грузопассажирскими лифтами. Наружные входы вспомогательных зданий, возводимых в местностях с расчетной температурой для проектирования отопления ниже — 20°, должны иметь тамбуры глубиной не менее 1,2 м.

Пристроенные и отдельно стоящие административно-бытовые здания сооружают по схеме полного каркаса из железобетонных унифицированных элементов и с навесными панельными стенами. Каркас может быть поперечный и продольный. Чаще встречаются здания бесподвальные. Покрытия применяют бесчердачные с плоской кровлей. Остекленные поверхности выполняют в виде отдельных проемов (с наличием панелей-импостов), заполняемых деревянными переплетами.

Все железобетонные конструкции принимают по каталогам типовых индустриальных изделий для зданий культурно-бытового и общественного назначения массового строительства.

Фундаменты стаканного типа изготавливают из бетона марки 150. Они имеют размеры в плане от 1000×1000 до 2000×2000 мм и высоту 700 мм.

Колонны сборные железобетонные (бетон марки 300 и 400) изготавливают высотой на один-два этажа; они имеют сечение 300×300 мм.

Ригели сборные железобетонные (бетон марок 300 и 400) имеют тавровое сечение (полкой вниз) высотой 450 и длиной 5700 мм. Ширина полки ригеля равна 468 и стенки — 200 мм.

Плиты перекрытий сборные железобетонные изготавливают из бетона марки 200 с цилиндрическими пустотами. Размеры плит: длина 5800, ширина 1200 и высота 220 мм. Плиты, укладываемые по рядам колонн (осевые), изготавливают без пустот; они имеют ширину 800 и 1200 мм.

Стеновые панели толщиной 240 и 320, длиной 6000 и высотой 900, 1200, 1500 и 1800 мм изготавливают из легкого бетона. Панели-импосты имеют высоту 1800 и ширину 300 и 600 мм. Подземную часть стен выполняют из панелей длиной 6000 мм, высотой 500 и толщиной 220 и 300 мм.

Пространственную жесткость рассматриваемых зданий обеспечивают жесткостью рамных узлов каркаса (в плоскости рам) и диафрагмами жесткости (из плоскости рам), а также жесткими дисками перекрытий. Лестничные клетки в плане имеют размеры 6000×3000 мм. Лестницы — двухмаршевые; ширина марша 1350 и высота — 1650 мм.

В состав покрытия входят следующие элементы: железобетонные плиты; пароизоляция из рулонного материала на кровельной мастике; утеплитель из легкого бетона; основание под кровлю (легкий бетон марки 50 с уклоном); водонепроницаемый ковер из четырех слоев рулонных материалов на мастике; защитный слой из одного слоя гравия, втиснутого в кровельную мастику. Уклон кровли принимают в 1%. С покрытия устраивают внутренний водоотвод.

Все элементы каркаса соединяют сваркой закладных деталей. Заделку колонн в фундаментах, пазух между колоннами и наружными стенами и стыка ригелей с колоннами осуществляют бетоном марки 200. Швы между плитами перекрытий заполняют раствором марки 100. Стыки стеновых панелей (вертикальные и горизонтальные) уплотняют жгутами и заделывают эластичной мастикой.

Конструктивное решение пристроенных и отдельно стоящих административно-бытовых зданий показано на рис. XX-7.

Перегородки в них монтируют из гипсошлакобетонных, железобетонных и легкобетонных панелей, а также из листовых и плитных материалов по каркасу (асбестоцементные и пластмассовые листы, древесноволокнистые и древесностружечные плиты и др.). Применяют также стеллярные и шкафные перегородки, собираемые из готовых элементов. Можно сооружать светопрозрачные перегородки из остекленных переплетов, стеклоблоков и стеклопрофилита.

Стены и перегородки гардеробных блоков (за исключением гардеробных уличной и домашней одежды), помещений для сушки, обеспыливания и обезвреживания рабочей одежды, уборных и курительных необходимо облицовывать влагостойкими материалами светлых тонов, допускающими их очистку и мытье горячей водой.

Стены и перегородки мокрых помещений облицовывают при высоте этажа 3,3 м на всю высоту, при высоте этажа 4,2 м — на высоту 3 м, а остальных помещений — на высоту дверных проемов. Выше облицовки стены и перегородки окрашиваются влагостойкими красками. Стены и перегородки гардеробных уличной и домашней одежды, помещений для отдыха и обогрева работающих окрашивают влагостойкими красками.

Потолки помещений душевых, преддушевых, для сушки, обеспыливания и обезвреживания рабочей одежды окрашивают влагостойкими красками, а при размещении этих помещений в верхнем этаже здания с совмещенным покрытием — влагостойкими, паронепроницаемыми красками. Потолки остальных бытовых помещений окрашивают водными несмываемыми красками.

Для отделки административно-бытовых помещений помимо красок и лаков целесообразно шире применять материалы на основе полимеров.

Полы бытовых помещений должны быть влагостойкими и нескользкими. При устройстве трапов уклоны полов принимают не менее 0,01, а в гардеробных — не менее 0,005. Материалы для покрытия полов выбирают в зависимости от назначения помещений.

Керамические полы относятся к категории «холодных», и при устройстве в гардеробных их рекомендуется обогревать горячей водой, циркулирующей по уложенным в основание пола трубам.

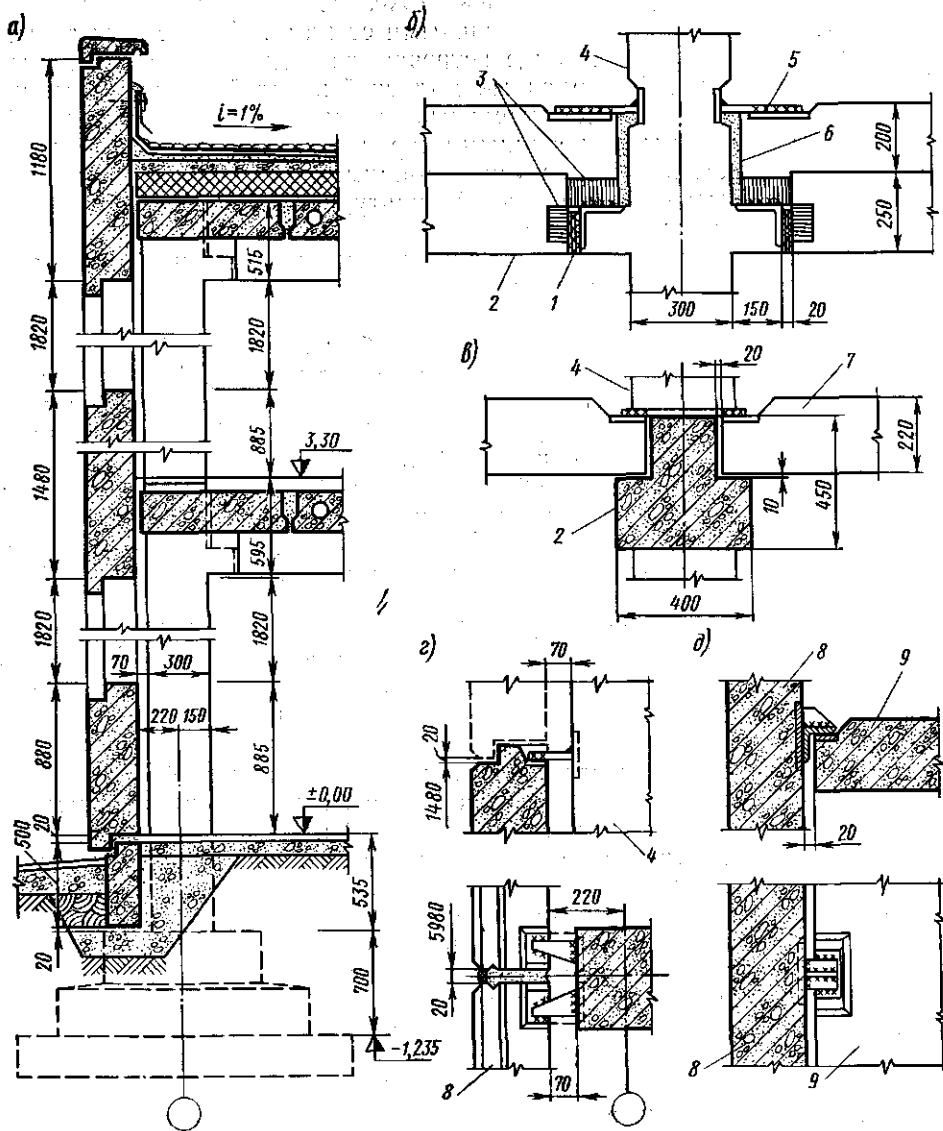


Рис. XX-7. Пример конструктивного решения административно-бытового здания:

a — разрез по наружной стене; *б* — опирание ригелей на консоли колонны; *в* — крепление связевых плит перекрытия; *г* — крепление верха стеновых панелей к колоннам; *д* — узел навески панелей наружных стен; *1* — соединительный стержень $d=18-20$ мм; *2* — ригель; *3* — закладные детали ригеля; *4* — колонна; *5* — верхний соединительный элемент; *6* — бетон омоноличивания; *7* — связевая плита; *8* — стеновая панель; *9* — пристенная плита перекрытия

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

ГЛАВА

XXI ЗДАНИЯ, ВОЗВОДИМЫЕ В СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЙОНАХ

Особенности сейсмических районов

Сейсмическими называют районы, в которых возможны землетрясения. Землетрясениям подвержена значительная часть территории нашей страны (более 13%). Сейсмические воздействия относятся к динамическим. Возникают они в период землетрясения в связи с перемещением основания зданий или сооружений, вызывая их горизонтальные и вертикальные колебания.

Землетрясения, очаги которых находятся вблизи населенных пунктов, вызывают повреждения или разрушения недостаточно прочных построек. Поэтому при проектировании зданий и сооружений, предназначенных для возведения в сейсмически активных районах, учитывают помимо обычных нагрузок сейсмические силы.

Силы землетрясений, возможных в районе строительства, оценивают сейсмичностью по 12-балльной шкале и принимают по картам сейсмического районирования территории СССР или по списку основных населенных пунктов, расположенных в сейсмических районах.

Землетрясения силой в 6 баллов и меньше не вызывают заметных повреждений в строениях и поэтому практически не учитываются. Землетрясения в 7 баллов вызывают трещины и другие повреждения в стенах каменных зданий, в 8 баллов — значительные повреждения и отдельные разрушения, в 9 баллов — сильные разрушения и обвалы зданий. Сказанное справедливо для зданий, возведенных без антисейсмических мероприятий.

В районах с предполагаемыми землетрясениями в 10 баллов и более здания не возводят, так как возникающие при этом сейсмические силы не воспринимаются обычными мерами повышения сейсмостойкости.

Степень сейсмического воздействия на здания и сооружения зависит от грунтовых условий. При строительстве на плотных и сухих грунтах сейсмическое воздействие ослабляется, а на рыхлых и водонасыщенных грунтах — усиливается. Неблагоприятными в сейсмическом отношении являются участки с сильно расчлененным рельефом (оврагами, обрывистыми берегами и др.).

При проектировании зданий и сооружений пользуются величиной расчетной сейсмичности, под которой понимают сейсмичность территории, увеличенную или уменьшенную на 1 балл в зависимости от назначения, срока службы и степени опасности разрушения объекта (табл. XXI-1).

Таблица XXI-1

Расчетная сейсмичность зданий и сооружений

Характеристика зданий и сооружений	Расчетная сейсмичность при сейсмичности площадки строительства, баллы		
	7	8	9
1. Производственные здания и сооружения, за исключением указанных в пп. 2 и 3 настоящей таблицы	7	8	9
2. Особо ответственные здания и сооружения союзного и республиканского значения	8	9	9*
3. Производственные одноэтажные здания с числом работающих не более 50 и не содержащие особо ценного оборудования, небольшие мастерские и тому подобные здания	7	7	8

* Здания и сооружения рассчитывают на нагрузку, соответствующую сейсмичности 9 баллов, умноженную на дополнительный коэффициент 1,5.

Здания и сооружения, разрушение которых не связано с гибелью людей и порчей ценного оборудования (кроме зданий и сооружений, сохранность которых важна для предотвращения возможных аварий и для ликвидации последствий землетрясения), строят без учета сейсмических воздействий.

Задачей антисейсмического строительства является возведение зданий и сооружений, способных противостоять сейсмическим воздействиям в период землетрясений. Сейсмостойкость зданий и сооружений обеспечивают:

- выбором благоприятной в сейсмическом отношении площадки строительства, конструктивно-планировочной схемы и материалов;
- применением специальных конструктивных мероприятий;
- соответствующим расчетом несущих и ограждающих конструкций;
- особенно высоким качеством выполнения строительно-монтажных работ.

Проблема надежности и экономичности сейсмостойкого строительства особенно актуальна в настоящее время в связи с быстрым развитием промышленности в сейсмически активных южных и восточных районах, а также в связи с возведением зданий и сооружений преимущественно из сборных элементов и конструкций.

Сейсмическими районами в нашей стране являются республики Средней Азии, Кавказ, Крым, Горный Алтай, Прикарпатье, Прибайкалье, Чукотка, Дальний Восток, Камчатка, Сахалин.

Здания и сооружения, предназначенные для возведения в сейсмических районах, отличаются от обычных рядом особенностей в объемно-планировочном и конструктивном решениях.

При выборе объемно-планировочного и конструктивного решения зданий и сооружений необходимо обеспечивать симметричное относительно их главных осей и равномерное в плане распределение масс и жесткостей. Невыполнение этого условия может привести к несовпадению центра тяжести нагрузок с центром жесткости сооружения (центр жесткости определяется расположением и жесткостью рам каркаса, стен, покрытия и т. д.), что будет интенсифицировать развитие крутящих моментов в плане здания и приведет к концентрации усилий на отдельных несущих конструкциях.

Здания в сейсмических районах должны иметь простое очертание в плане (круг, квадрат, прямоугольник). Не рекомендуется возводить пристройки и асимметрично располагать лестничные клетки. Простыми должны быть и фасады зданий — без уступов и надстроек.

Здания и сооружения большой площади застройки, а также со сложным очертанием в плане или различной высотой частей расчленяют на отсеки прямоугольной формы антисейсмическими швами (рис. XXI-1, а). Предельные размеры зданий (отсеков) в зависимости от характера их несущих конструкций и расчетной сейсмичности принимают по нормам.

Антисейсмические швы разделяют смежные отсеки по всей высоте здания; шов допускается не делать лишь в фундаменте. Устраивают такие швы постановкой парных колонн или несущих стен и, как правило, совмещают с температурными и осадочными швами.

При выборе типа здания для строительства в сейсмических районах при прочих равных условиях предпочтение следует отдавать одноэтажным зданиям. В случае устройства подвала его предусматривают под всем зданием или отсеком. При расчетной сейсмичности 9 баллов в зданиях высотой 3 этажа и более выходы из лестничных клеток делают на обе стороны здания.

Основные несущие конструкции сейсмостойких зданий должны быть по возможности монолитными и однородными. Им придают не только достаточную прочность, но и равнопрочность, так как преждевременный выход из строя слабых узлов и элементов может привести к разрушению здания до исчерпания несущей способности основных конструкций. Следует стремиться к максимальному облегчению и понижению центра тяжести конструкций.

При проектировании сборных железобетонных конструкций по возможности увеличивают размеры элементов: укрупненные конструкции позволяют уменьшить количество стыковых мест и тем самым повысить сейсмостойкость зданий. Стыки должны быть надежными и простыми; располагать их следует вне зоны максимальных усилий.

Необходимо избегать резкой концентрации напряжений в элементах конструкций и хрупких соединений. Благодаря более высоким механиче-

ским качествам предварительно-напряженные конструкции лучше противостоят повреждениям при землетрясениях.

Поскольку величина сейсмических нагрузок зависит от веса здания, с целью уменьшения возникающих в несущих конструкциях усилий под воздействием сейсмических сил следует стремиться к снижению веса зданий и полезных нагрузок.

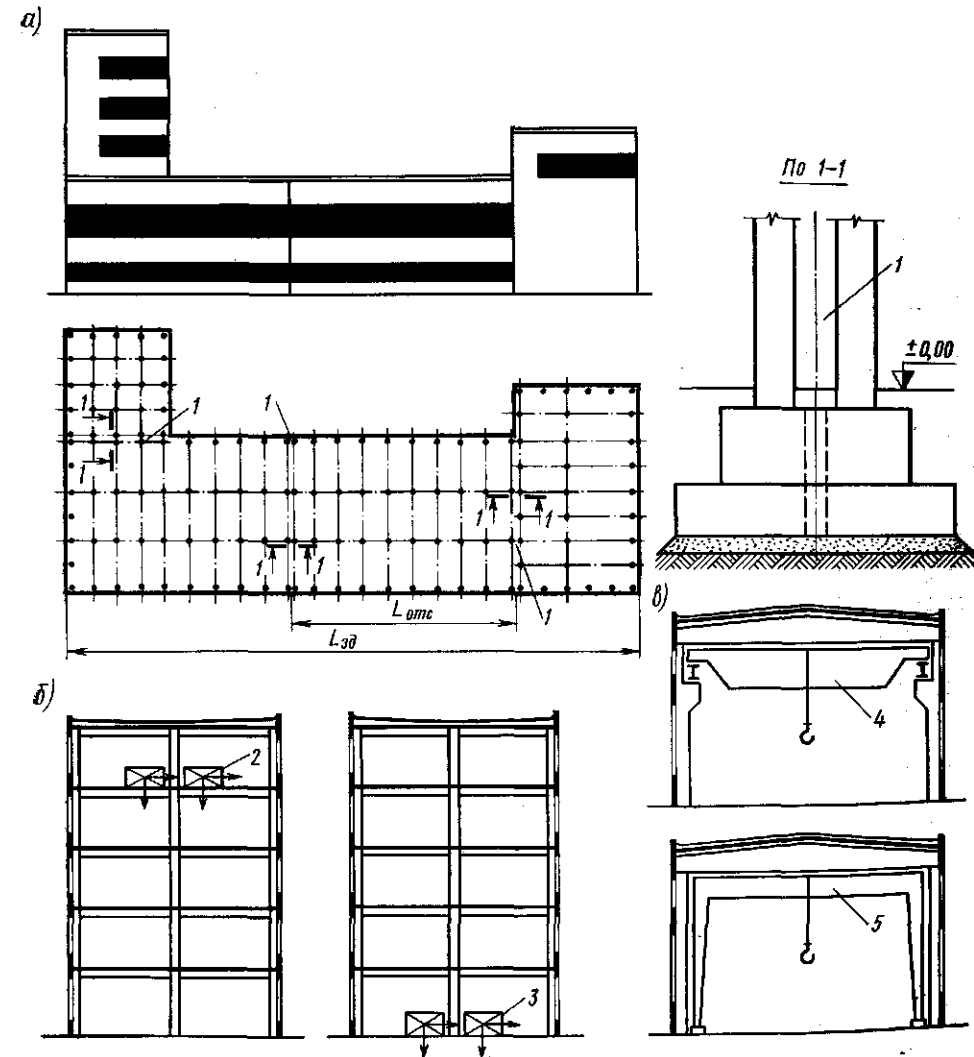


Рис. XXI-1. Мероприятия по снижению сейсмических воздействий на здания:
 а — разделение здания на отсеки антисейсмическими швами; б — перенос тяжелого оборудования в нижний этаж; в — замена мостового крана козловым (напольным);
 1 — антисейсмический шов; 2 — нереконструируемое расположение оборудования; 3 — рекомендуемое; 4 — мостовой кран; 5 — козловый кран

Помимо снижения собственного веса конструкций этого достигают уменьшением высоты здания, перенесением технологических процессов, связанных с тяжелым оборудованием, с верхних на нижние этажи (рис. XXI-1, б), заменой мостовых кранов и подвесного транспорта козловыми кранами или другими средствами напольного транспорта (рис. XXI-1, в). Эти меры позволяют понизить центр тяжести здания и тем самым приблизить к основанию уровень приложения равнодействующей горизонтальных сейсмических сил, что в свою очередь уменьшает величины моментов в основании и поперечных сил в верхней части здания (здание рассматривается как заделанная в грунт консоль).

Сейсмостойкие конструкции зданий и сооружений проектируют: по жесткой конструктивной схеме из несущих вертикальных элементов (диафрагм), работающих под действием сейсмической нагрузки преимущественно на сдвиг и обладающих малыми деформациями; по гибкой конструктивной схеме из несущих вертикальных элементов, работающих под действием сейсмических толчков преимущественно на изгиб.

Выбирая конструктивную схему здания, необходимо иметь в виду, что жесткая схема способствует более эффективному затуханию колебаний, а гибкая снижает сейсмическую нагрузку на здание.

В сейсмостойких каркасных промышленных зданиях применяют рамы с жесткими нижними и шарнирными верхними узлами, а также рамы со всеми жесткими узлами.

Для одноэтажных зданий отдают предпочтение рамам первого типа, позволяющим применять типовые конструкции покрытия, предназначенные для обычных зданий, но, как правило, с некоторым усилением их. Кроме того, такая схема менее чувствительна к неравномерным осадкам, вызываемым сейсмическими воздействиями, и позволяет полностью использовать гибкость здания на снижение величины сейсмической нагрузки.

Многоэтажные здания для сейсмических районов проектируют с несущим каркасом, образованным продольными и поперечными рамами преимущественно со всеми жесткими узлами.

Покрытиям и перекрытиям сейсмостойких зданий придают свойства жесткой диафрагмы, обеспечивающей пространственную работу здания и распределяющей горизонтальные нагрузки между всеми вертикальными несущими конструкциями.

Конструктивные особенности сейсмостойких зданий

При землетрясениях фундаменты по сравнению с другими элементами здания подвергаются меньшим повреждениям. Однако надежно выполненные фундаменты — залог повышенной сейсмостойкости других конструкций зданий.

В зданиях с несущими стенами предусматривают, как правило, ленточные фундаменты из крупных блоков. Сейсмостойкость таких фундаментов повышают устройством по нижней ленте (подушке) и по верху

блоков армированных швов (рис. XXI-2, а). Блоки укладывают с перевязкой вертикальных швов на растворе марки не ниже 25. Армированные швы выполняют из раствора марки 50, в который укладывают 4 про-

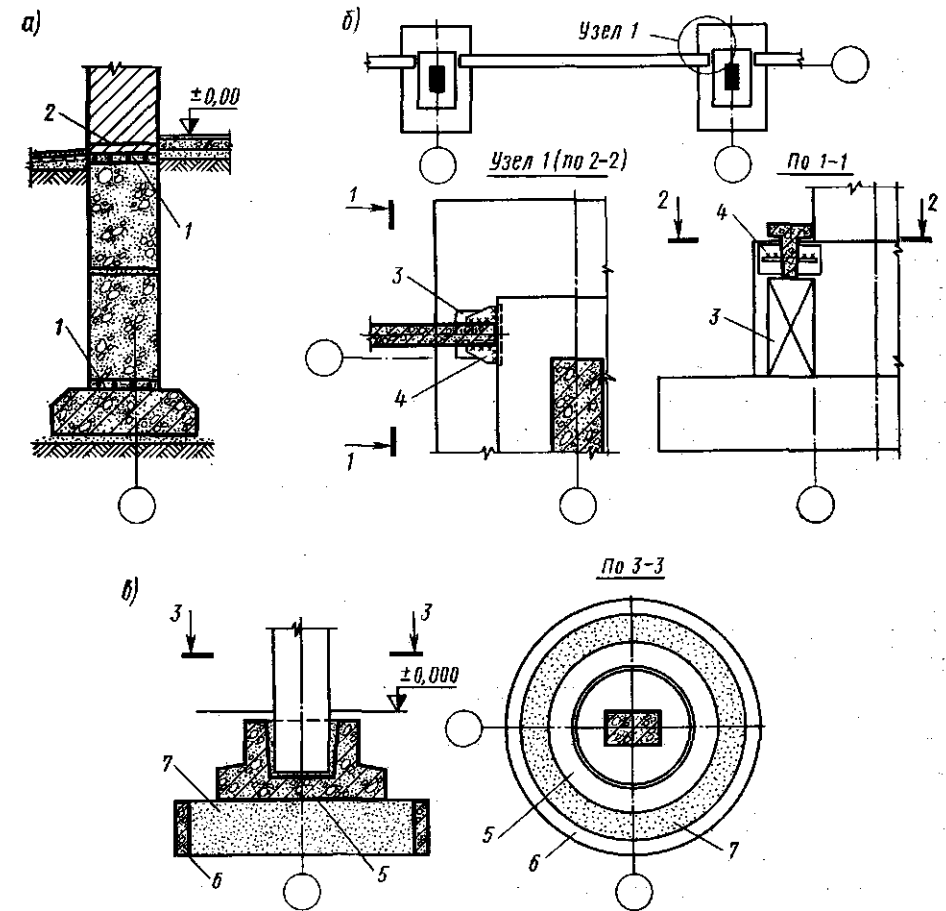


Рис. XXI-2. Фундаменты сейсмостойких зданий:

а — для зданий с несущими стенами; б — крепление фундаментных балок к фундаментам под колонны; в — фундамент на песчано-гравийной подушке; 1 — армированный шов; 2 — жирный цементный раствор; 3 — бетонный столбик; 4 — стальные закладные элементы; 5 — железобетонный башмак; 6 — железобетонная обойма-оболочка; 7 — песчано-гравийная смесь

дольных стержня диаметром 8—12 мм, связанных через 30—40 см поперечными стержнями диаметром 6 мм.

В каркасных зданиях колонны устанавливают на отдельно стоящие железобетонные фундаменты стаканного типа, как и в зданиях, возводимых в несейсмических районах. В тех случаях, когда отдельные фун-

даменты не могут воспринимать сдвигающих усилий от сейсмических нагрузок, их соединяют с соседними фундаментами распорками-связями. В качестве распорок-связей можно использовать фундаментные балки, которые крепят к фундаментам сваркой закладных элементов (рис. XXI-2, б).

Во избежание коррозии стальных деталей места соединения покрывают бетоном. Над стыками фундаментных балок с фундаментами следует укладывать симметрично оси ряда арматурную сетку длиной 2 м из стержней диаметром 8—10 мм.

Для зданий повышенной этажности фундаменты рекомендуется устраивать в виде перекрестных лент или сплошных плит.

Хорошей сейсмостойкостью обладают применяемые в Японии фундаменты из железобетонного башмака круглой формы, установленного на уплотненную песчано-гравийную подушку; последнюю заключают в железобетонную цилиндрическую обойму-оболочку (рис. XXI-2, в). Подушка является амортизатором, смягчающим сейсмические воздействия на здание.

Для сейсмостойких сооружений можно применять свайные фундаменты — забивные железобетонные сваи-стойки. Ростверк в пределах отсека устраивают непрерывным, в одном уровне и с заглублением в грунт.

В целях обеспечения хорошего сцепления стен с фундаментными балками или ленточными фундаментами гидроизоляционный слой следует выполнять из жирного цементного раствора.

Грани колонн каркаса, а также стенки стаканов фундаментов в большинстве случаев имеют шпонки, рассчитываемые на срез от растягивающих усилий. Вертикальные стальные связи между колоннами продольных рядов здания (отсека) с мостовыми кранами рекомендуется размещать в пределах подкрановых частей колонн.

Как отмечалось, снижение веса зданий способствует уменьшению сейсмических нагрузок. Поэтому стены сейсмостойких зданий целесообразно монтировать из легкогобетонных, асбестоцементных и алюминиевых панелей длиной, равной шагу пристенных колонн. Нередко также выкладывают стены из кирпича и других каменных материалов.

По конструктивной схеме стены сейсмостойких каркасных зданий могут быть самонесущими — с опиранием на фундаментные балки и навесными — с опиранием на каркас.

Высота самонесущих стен при расчетной сейсмичности 7, 8 и 9 баллов не должна превышать соответственно 18, 16 и 9 м. В стенах высотой более 12, 9 и 6 м при расчетной сейсмичности соответственно 7, 8 и 9 баллов предусматривают конструктивное вертикальное продольное армирование. Площадь всей продольной арматуры должна составлять не менее 0,1% площади сечения кладки.

Для обеспечения беспрепятственных деформаций каркаса между внутренней поверхностью стены и наружными гранями колонн оставляют зазор шириной не менее 20 мм, а в местах пересечения торцовых и поперечных стен с продольными устраивают вертикальные антисейсмические швы на всю высоту стены (рис. XXI-3, а).

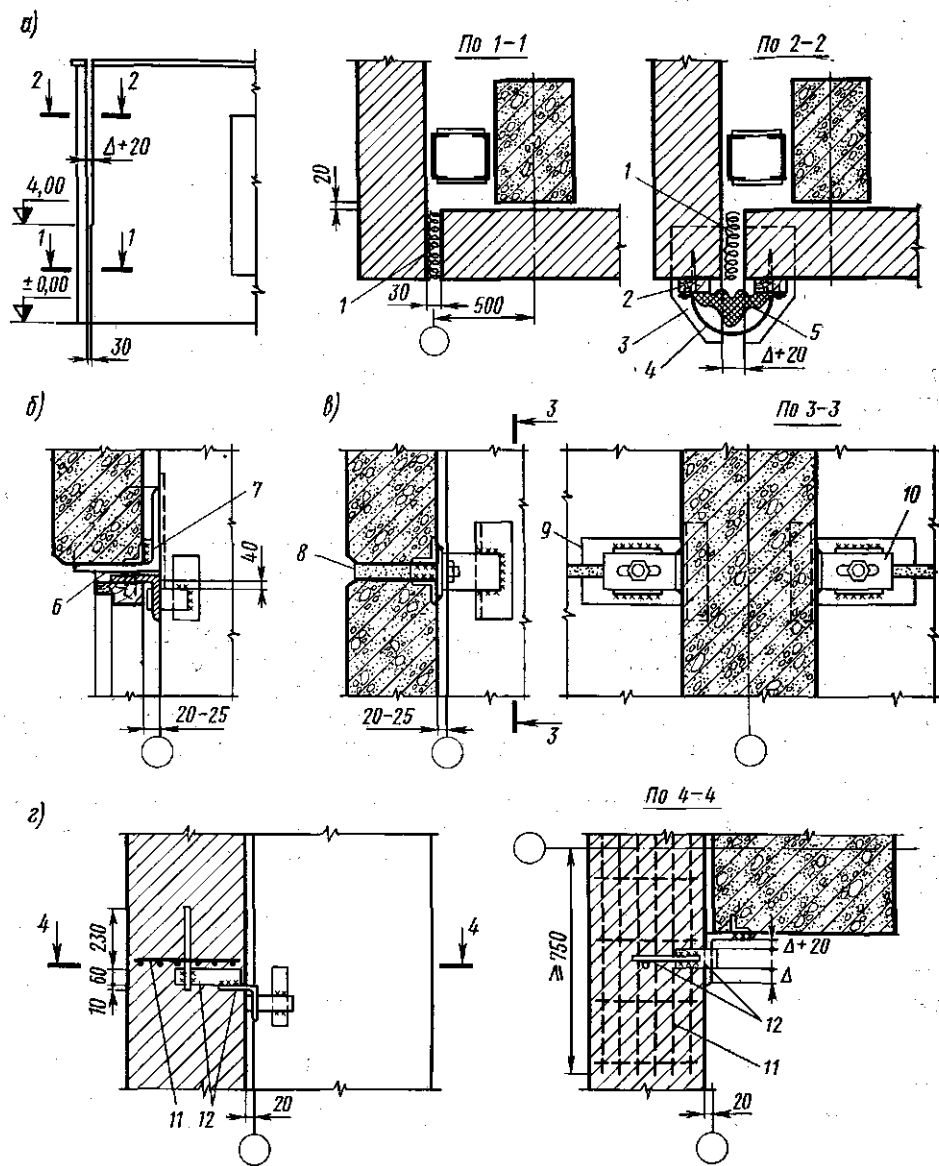


Рис. XXI-3. Детали стен сейсмостойких зданий:

а — вертикальный антисейсмический шов; б — крепление стеновых и оконных панелей в уровне горизонтального антисейсмического шва; в — деталь крепления стеновых панелей к колонне в уровне рядового шва; г — крепление самонесущей кирпичной стены к колонне; 1 — пакля или эластичный материал; 2 — доска 50×150 мм; 3 — сталь толщиной 8 мм; 4 — оцинкованная сталь; 5 — утеплитель; 6 — горизонтальный антисейсмический шов, заполняемый эластичным материалом; 7 — стальная пластина; 8 — цементный раствор; 9 — закладная деталь панели; 10 — крепежный уголок; 11 — сварная сетка; 12 — крепежные элементы

Ширину вертикальных швов в самонесущих каменных стенах высотой до 5 м принимают не менее 30 мм, а в стенах большей высоты ее увеличивают на 20 мм на каждые 5 м высоты. В навесных панельных и каменных стенах ширину шва определяют расчетом в зависимости от величины предполагаемых перемещений смежных объемов при землетрясении.

В навесных стенах помимо вертикальных швов предусматривают горизонтальные антисейсмические швы по всей длине стены на уровне низа каждого навесного участка, заполняемые эластичным материалом (рис. XXI-3, б). Толщину горизонтальных швов принимают равной 15—20 мм.

Крепления стен к элементам каркаса не должны препятствовать горизонтальным смещениям каркаса вдоль самонесущих стен или на участках между горизонтальными антисейсмическими швами при навесных стенах.

Стеновые крупноразмерные панели крепят к колоннам в четырех углах, а панели простенков — в местах примыкания к колоннам в двух верхних и нижних точках. Скрепляют панели с колоннами посредством стальных пластинок и уголков (рис. XXI-3, в).

В самонесущих каменных стенах крепления размещают по высоте здания не реже чем через 1,2 м, а выше каждого крепления в горизонтальный шов кладки укладывают сварные сетки из холоднотянутой проволоки диаметром 3—5 мм общей площадью сечения продольной арматуры не менее 1 см² (рис. XXI-3, г). Сетки заводят не менее чем на 50 см в каждую сторону от крепления. При расчетной сейсмичности 9 баллов сетки рекомендуется укладывать по всей длине стены. Кладку стен ведут на растворе марки не ниже 25; для парапетов марка раствора должна быть не менее 50.

В зданиях с каменными стенами по всей длине стены между вертикальными антисейсмическими швами на уровне плит покрытия и верха оконных проемов устраивают антисейсмические пояса. Их выполняют из сборного или монолитного железобетона и соединяют с каркасом анкерами. Хорошо соединенные с колоннами и между собой сборные перемычки и обвязочные балки служат надежными антисейсмическими поясами. Ширина поясов, как правило, равна толщине стены, а высота не менее 150 мм. Железобетонные пояса выполняют из бетона марки не ниже 150.

Покрытия сейсмостойких зданий должны быть возможно более жесткими в горизонтальной плоскости. Для их монтажа применяют сборные типовые конструкции, разработанные для несейсмических районов, но при условии выполнения более прочных соединений.

В зданиях при расчетной сейсмичности 8 и 9 баллов предпочтение отдают облегченным несущим и ограждающим конструкциям покрытий (металлические фермы, стальной профилированный настил, асбестоцементные и алюминиевые листы и панели и др.). Необходимую жесткость таким покрытиям придают постановкой дополнительных связей. Применять железобетонные подстропильные конструкции в таких зданиях не рекомендуется.

Стропильные конструкции в зданиях с расчетной сейсмичностью 7 и 8 баллов соединяют с колоннами, как в несейсмических районах, но с устройством более развитой системы связей. В зданиях с расчетной сейсмичностью 9 баллов узлы опирания ферм или балок покрытия на ко-

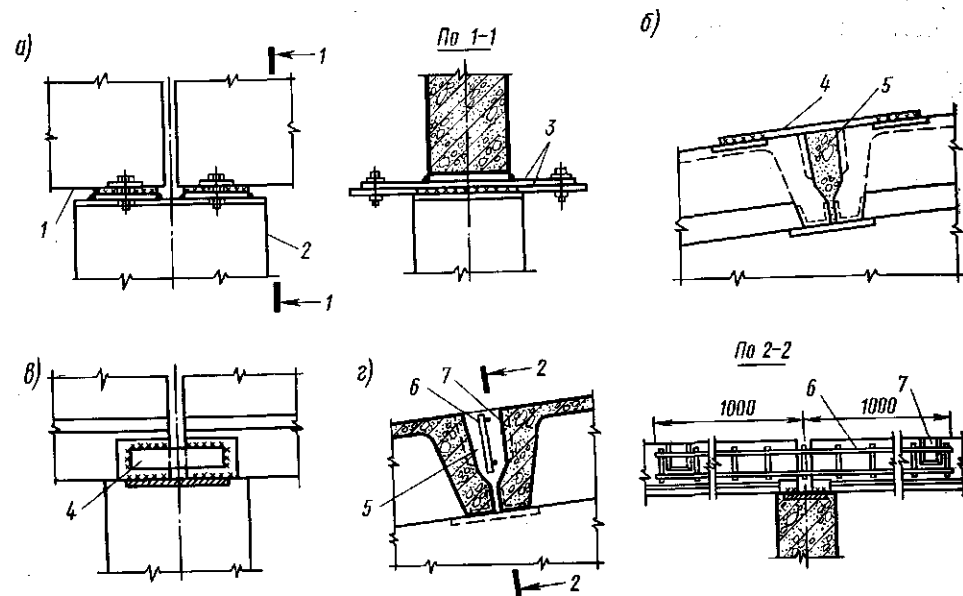


Рис. XXI-4. Детали покрытий сейсмостойких зданий:

а — крепление стропильных ферм (балок) к колоннам; б — соединение плит покрытия поверху накладками; в — то же, понизу (продольных ребер); г — установка каркаса между продольными ребрами плит покрытия; 1 — стропильная конструкция; 2 — колонна; 3 — стальные опорные листы; 4 — накладка; 5 — раствор или бетон марки 200; 6 — сварной каркас; 7 — углубление для шпонки

лонны создают путем соединения опорных выносных листов (рис. XXI-4, а). Такой узел обеспечивает возможность поворота верхнего сечения колонны.

Горизонтальная сейсмическая нагрузка, действующая на плиты покрытия в продольном направлении здания (отсека), передается на продольные ряды колонн через диск покрытия. Диск образуется замоноличиванием плит бетоном и соединением плит стальными накладками: поверху или понизу (в зависимости от расчетной сейсмичности и места расположения плит).

С этой целью в продольных швах между плитами предусматривают шпонки и арматурные каркасы. Швы тщательно заполняют раствором или бетоном марки не ниже 200. Указанные детали показаны на рис. XXI-4, б—г.

Железобетонный каркас сейсмостойких многоэтажных зданий состоит из сборных колонн и поперечных ригелей. Продольные ригели мо-

гут быть монолитными (П-образного сечения) или сборными (рис. XXI-5, а).

В зданиях с расчетной сейсмичностью 7 баллов продольную устойчивость обеспечивают постановкой стальных связей между колоннами или продольными рамами с жесткими узлами. Стыкуют колонны в зоне действия наименьших изгибающих моментов.

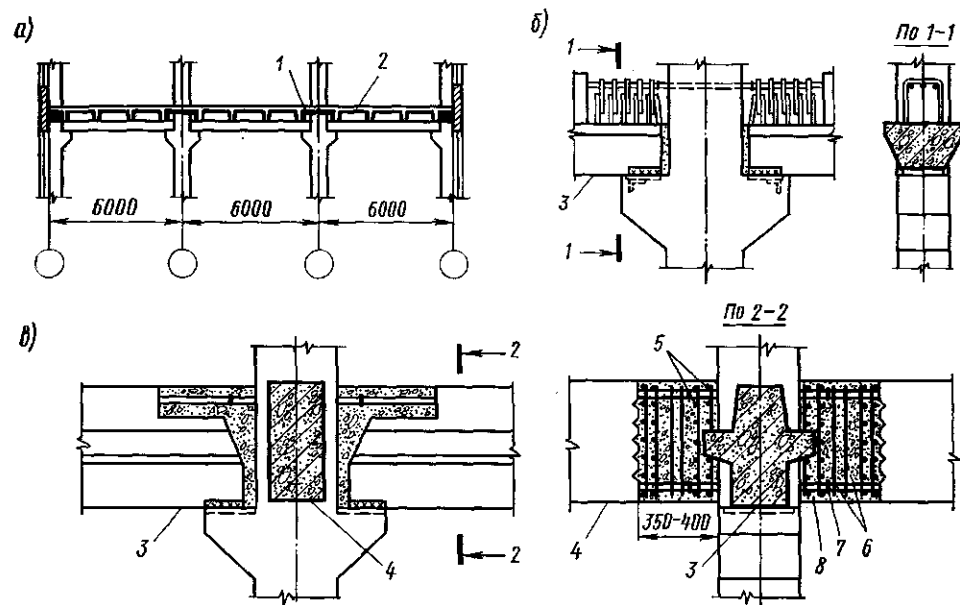


Рис. XXI-5. Детали каркасов многоэтажных сейсмостойких зданий:

а — перекрытие с монолитными продольными ригелями; б — сопряжение поперечных сборных ригелей с колонной; в — сопряжение сборных поперечных и продольных ригелей с колонной; 1 — продольные монолитные ригели; 2 — сборные железобетонные плиты; 3 — поперечные ригели; 4 — продольный сборный ригель; 5 — сварные сетки; 6 — хомуты; 7 — ванная сварка; 8 — бетон на марку выше бетона стыкуемых элементов

Междуэтажные перекрытия устраивают из сборных железобетонных элементов с образованием жесткого диска. С этой целью предусматривают следующие меры:

стыки ригелей с колоннами выполняют замоноличенными со сваркой арматурных выпусков (рис. XXI-5, б);

плиты тщательно приваривают к сборным ригелям, а швы заполняют бетоном марки не ниже 200;

в случае бесконсольного сопряжения сборных ригелей с колоннами помимо сварки закладных элементов в колоннах и ригелях на стыкуемых поверхностях устраивают шпонки (рис. XXI-5, в);

для зданий с расчетной сейсмичностью 9 баллов в продольных ребрах плит предусматривают пазы для образования бетонных шпонок.

Марку бетона зазоров принимают на одну ступень выше марки бетона соединяемых элементов. Например, при марке бетона соединений 200 марка бетона для заполнения зазоров должна быть 300.

ГЛАВА

XXII

ЗДАНИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА В РАЙОНАХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА И ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ

Особенности условий районов Крайнего Севера
и вечномерзлых грунтов

Такие районы, включающие тундровые, лесотундровые и частично таежные зоны, занимают около 47% территории Советского Союза. Обладая богатейшими запасами многих полезных ископаемых, районы Крайнего Севера и вечномерзлых грунтов имеют большое народнохозяйственное значение.

К особым условиям, отличающим указанные районы от областей средней полосы, следует отнести:

продолжительный зимний период (от 185 до 305 дней) с низкими отрицательными температурами; густые туманы при температуре ниже -30 — -40° ; короткое лето; большой годовой температурный перепад (в отдельных местах до 100°), сильные ветры, достигающие 30 — 40 м/с;

вечномерзлое состояние грунтов при различных их теплофизических и строительных свойствах и многообразном характере распространения и залегания грунтов (сплошное, прерывное и островное при различной мощности вечномерзлой толщи); наличие поверхностного слоя, ежегодно протаивающего летом и замерзающего зимой, называемого деятельным;

высокую относительную влажность воздуха в районах побережья морей и океанов (до 90%), длительный полярный день и ночь; малую естественную освещенность территории осенью и зимой и недостаток ультрафиолетового облучения в районах, находящихся севернее 66-й параллели;

сильные и продолжительные метели и поземки в тундровых и лесотундровых зонах, вызывающие в ряде мест заносы высотой до 10 — 15 м и оголяющие землю на других участках;

скудную растительность в районах побережья морей и океанов, отсутствие крупнотравяной растительности в тундровой зоне и слабое развитие растительности в лесотундровых и северотаежных районах;

малую освоенность территории, небольшую численность населения, большую удаленность населенных пунктов друг от друга, отдаленность от промышленных районов, ограниченность и сезонную периодичность транспортной связи, слабое развитие строительной индустрии.

Необычные климатические, грунтовые и экономические условия районов Крайнего Севера и вечномёрзлых грунтов вызывают необходимость разработки для них зданий и сооружений с особыми объёмно-планировочными и конструктивными решениями.

Планировка предприятий и защита зданий от снежных заносов

Так как стоимость освоения и эксплуатации территории в северных районах чрезвычайно велика, промышленные предприятия строят с соблюдением максимальной плотности застройки и компактности планировки.

С целью сокращения территории застройки и из-за сложности устройства фундаментов целесообразно, если это возможно, предусматривать вертикальную схему производства. При этом кроме сокращения площади застройки уменьшается количество фундаментов и облегчается сохранение грунтов в мерзлом состоянии.

Особое значение для северных районов приобретает объединение и блокирование в одном здании цехов и помещений всего предприятия или размещаемых в комплексе нескольких предприятий. В таком здании размещают кроме основных производств также вспомогательные и складские помещения.

При расположении предприятия в нескольких зданиях расстояния между ними назначают минимальными, но с соблюдением противопожарных и санитарных разрывов, а также с обеспечением расчетного температурного и гидрогеологического режимов грунтов в основаниях зданий и сооружений.

Уменьшить площадь предприятий можно также путем размещения административно-бытовых, торговых и не имеющих вредностей производственных зданий в санитарно-защитных зонах.

Здания и сооружения на территории предприятия следует размещать с учетом обеспечения благоприятных условий для проветривания, естественного освещения и инсоляции помещений и исключения (или ограничения) снежных заносов и отложений снега на покрытиях зданий и внутризаводских коммуникациях.

В целях обеспечения нормальной и без больших расходов эксплуатации промышленные предприятия, сооружаемые в районах Крайнего Севера, предохраняют от снежных заносов. Заносы образуются снегом, переносимым ветром при метелях и поземках. Снеговетровой поток, встречаясь с каким-либо препятствием, теряет скорость, и снег отлагается за этим препятствием.

При размещении зданий и сооружений необходимо учитывать, что зона снегоотложения за ними составляет около $5H$ (H — высота здания или сооружения над поверхностью земли).

Промышленные предприятия защищают от снежных заносов путем использования естественных преград, разработкой специального архитектурно-планировочного решения предприятия и применением искусственных преград.

К естественным преградам, уменьшающим снеговые заносы предприятий, относят лесные массивы, овраги, русла рек, возвышенности, низины и т. п. Заводы и фабрики рекомендуется размещать среди леса и на подветренных опушках, где отлагается наименьшее количество снега. По отношению к пониженным участкам рельефа предприятия располагают с подветренной стороны, поскольку на таких участках наблюдается наибольшее скопление снега.

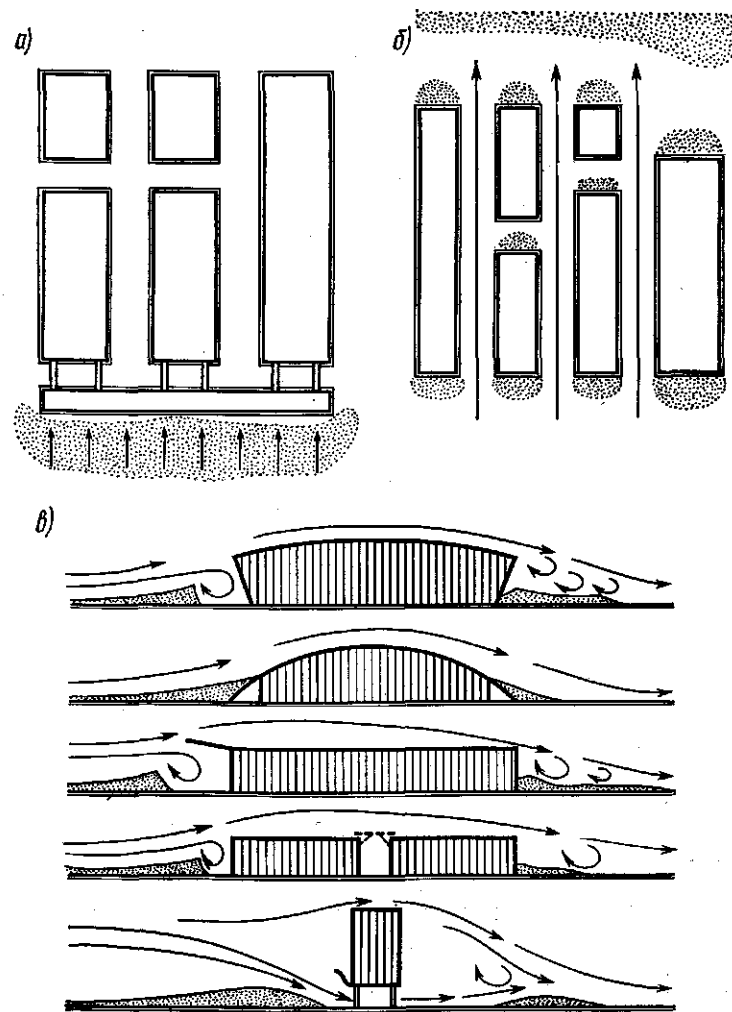


Рис. XXII-1. Примеры планировок предприятий и типов зданий, обеспечивающих малую заносимость снегом:

а — устройство снегозащитного фронта; б — сквозной перенос снега; в — использование аэродинамических свойств зданий в борьбе со снежными заносами

При необходимости строительства предприятий у возвышенностей их размещают на наветренном склоне в его верхней части, так как с подветренной стороны склона происходят завихрения, вызывающие отложения снега. На открытой ровной местности промышленные предприятия располагают длинной осью параллельно господствующему направлению метелевых ветров, при этом территория заносится снегом меньше.

Значительно уменьшить снеготранспортируемость предприятия можно специальными приемами взаимного расположения на территории зданий и сооружений. Один из таких приемов — устройство снегозащитного фронта из зданий с наветренной стороны территории предприятия (рис. XXII-1, а). Снегозащитный фронт в данном случае образует объединенный административно-бытовой корпус, связанный закрытыми переходами с производственными зданиями.

В качестве снежной преграды используют также складские здания, объем которых на северных предприятиях значительно больший, нежели на аналогичных предприятиях в средней полосе. Последнее объясняется повышенными нормами запаса материалов, вызванными сезонностью транспортных путей.

Относительно небольшое скопление снега наблюдается на промышленных предприятиях, здания и сооружения которых расположены длинной стороной параллельно господствующему направлению метелевых ветров (рис. XXII-1, б). При такой планировке снег беспрепятственно переносится по территории предприятия.

Отложение снега около зданий и сооружений можно уменьшать приданием им обтекаемой формы, устройством на них специальных аэродинамических приспособлений, перекрытием на зиму или на период метелей разрывов между зданиями временными конструкциями, устройством продуваемого подполья (рис. XXII-1, в).

В районах с большими объемами переноса снега для защиты предприятий от заносов иногда сооружают снегозадерживающие конструкции (щиты, заборы, стенки и т. п.) стационарного или переносного типа, а также искусственные лесополосы. Эти преграды могут задерживать снег на территории перед предприятием.

Снегозащитные мероприятия проектируют с учетом розы интенсивности снеготранспортировки, которая из-за влияния рельефа местности и наличия растительности не всегда совпадает с розой доминирующих направлений ветров.

Подъездные пути к цехам, а также входы и въезды в здания размещают с наветренной стороны или в стенах, параллельных направлению господствующих метелевых ветров. Дороги и тротуары размещают непосредственно у зданий, если они проходят с наветренной стороны, и на расстоянии не менее трех высот здания — с подветренной стороны.

Строительство в районах Крайнего Севера, несмотря на его специфические особенности, все-таки нельзя считать изолированным. Поэтому приемы планировки предприятий, хорошо зарекомендовавшие себя в средней полосе нашей страны, необходимо использовать и при строительстве на Севере с учетом конкретных условий.

Вечномёрзлые грунты, обладая достаточной несущей способностью в мерзлом состоянии, утрачивают ее при оттаивании и в таком виде, как правило, становятся непригодными в качестве оснований. Долговечность зданий и сооружений обеспечивают путем создания надежного основания, исключающего появление недопустимых деформаций. В этих целях можно также применять конструкции зданий и сооружений, приспособленные к повышенным неравномерным осадкам.

На монолитных скальных и им подобных породах, не меняющих механических свойств при изменении температуры с отрицательной на положительную, здания возводят на Крайнем Севере без учета вечномёрзлого состояния грунтов.

В зависимости от природных условий и особенностей построек принимают один из следующих принципов использования вечномёрзлых грунтов в качестве основания:

принцип I — грунты основания используют в мерзлом состоянии в течение всего периода эксплуатации здания или сооружения;

принцип II — грунты основания используют в оттаивающем и оттаившем состоянии.

При проектировании зданий и сооружений по I принципу для сохранения грунтов основания в мерзлом состоянии и обеспечения их расчетного теплового режима предусматривают холодное подполье или холодный весь первый этаж, охлаждающие каналы или трубы в основании пола, а также термоизолирующие слои под постройками.

Более простой и надежный способ сохранения грунтов основания в мерзлом состоянии — устройство холодного подполья, вентилируемого в течение всего года. Пол первого этажа в этом случае устраивают на перекрытии, приподнятом над поверхностью спланированного грунта.

Высоту подполья (расстояние от поверхности спланированного грунта до низа балок перекрытия над подпольем) принимают не менее 1 м. На отдельных участках, например в лестничных клетках, высоту подполья допускается снижать до 0,3 м.

Холодные подполья подразделяют на открытые и закрытые. Первые вентилируются через зазор между фундаментной балкой и поверхностью грунта (рис. XXII-2, а), вторые — через продухи в цоколе или вытяжные трубы. Боковые ограждения закрытого подполья монтируют из навесных железобетонных плит.

Способ вентилирования подполья принимают с учетом снеготранспортируемости района и среднезимних скоростей ветра. При скоростях ветра менее 4—6 м/с для вентилирования предусматривают продухи в цоколе здания или открытые подполья. При больших скоростях ветра, когда возможны снежные заносы, продухи располагают выше поверхности снежных отложений, а высоту открытых подполий назначают из условия возможности свободного переноса снега под зданием.

Если отсутствуют специальные меры по снегозащите предприятия в районах со среднезимней скоростью ветра свыше 4—6 м/с, для вентили-

лирования подполий зданий с целью снижения температуры грунта используют вытяжные трубы.

Режим вентилирования должен обеспечивать расчетные температуры в основании здания или сооружения, не допуская в то же время излишнего охлаждения подполья. В противном случае приходится увеличи-

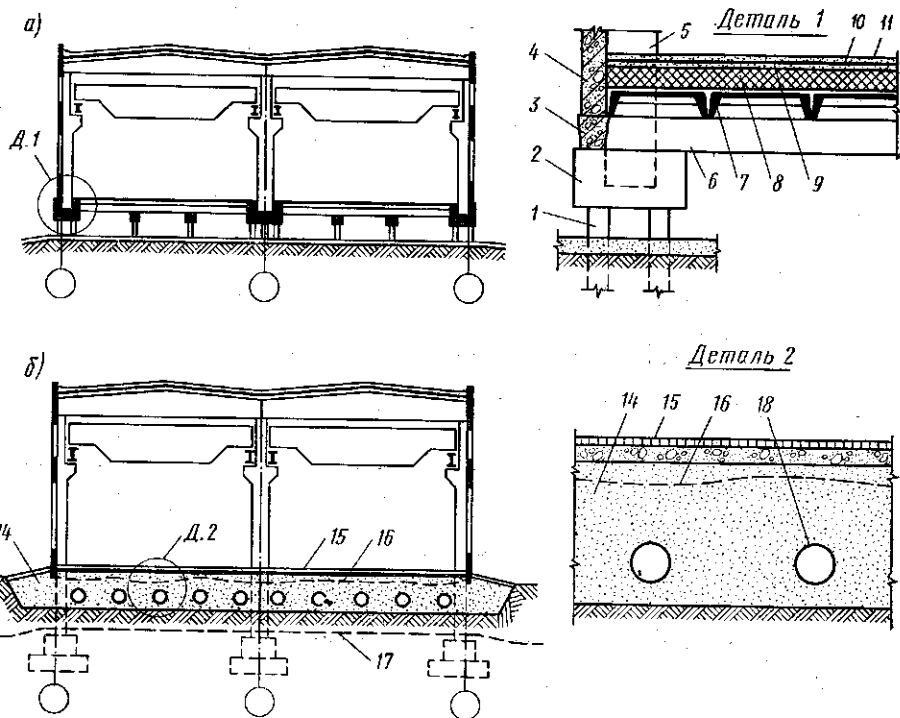


Рис. XXII-2. Способы сохранения грунтов основания в мерзлом состоянии:

a — здание с открытым подпольем; *б* — здание с охлаждающими трубами; 1 — железобетонная свая; 2 — ростверк; 3 — фундаментная балка; 4 — стенная панель; 5 — колонна; 6 — балка; 7 — панель; 8 — утеплитель; 9 — армированная бетонная стяжка; 10 — гидроизоляция; 11 — покрытие пола; 12 — вечномерзлый грунт; 13 — сезоннооттаивающий слой грунта; 14 — подсыпка; 15 — пол; 16 — граница сезонного промерзания грунта; 17 — граница вечномерзлого грунта; 18 — охлаждающие стальные трубы

вать термическое сопротивление цокольного перекрытия и ухудшаются условия комфорта работающих в здании.

Для сохранения грунтов основания в мерзлом состоянии вместо холодного подполья иногда устраивают в здании холодный первый этаж. При этом среднегодовая температура в холодном (неотапливаемом) помещении должна быть не ниже 0° . В летний период температура воздуха в неотапливаемом помещении будет положительной, в результате чего под зданием происходит сезонное оттаивание грунтов.

Зимой в неотапливаемый этаж поступает тепло из промерзающего под зданием слоя грунта, оттаявшего за лето, и через перекрытие из второго отапливаемого этажа; это тепло отводится через стены и окна неотапливаемого этажа.

Для определения несущей способности основания и обеспечения устойчивости пола в помещении выявляют расчетные температуры в основании и глубину сезонного оттаивания грунта под зданием. Этот способ применяют и в строительстве одноэтажных неотапливаемых зданий.

Под зданиями и сооружениями, имеющими большие пролеты, или с большими нагрузками на пол первого этажа, а также когда по технологическим условиям недопустимы холодные подполья для сохранения грунта в мерзлом состоянии, применяют охлаждающие каналы или трубы (рис. XXII-2, б). Каналы или трубы укладывают в основании пола в зоне летнего оттаивания подсыпки, состоящей из крупнообломочных или песчаных грунтов. Подсыпку предусматривают под всем зданием, и по ее поверхности устраивают полы.

Охлаждающие каналы или трубы объединяют коллекторами, по которым зимой подается в систему и отводится холодный наружный воздух. В период положительных температур охлаждающую систему закрывают. В зимнее время подсыпка, оттаявшая летом от поступающего из помещения тепла, промерзает под влиянием холодного воздуха, проходящего по трубам. Трубы принимают диаметром $0,2-0,4$ м. Рекомендуется трубы укладывать параллельно короткой стороне здания.

Количество охлаждающих каналов или труб, расстояние между ними и глубину заложения в подполье определяют расчетом. В зависимости от осадки грунтов естественного сезоннооттаивающего слоя можно допускать оттаивание в летнее время только грунтов подсыпки или частичное (или полное) оттаивание грунтов сезоннооттаивающего слоя.

В тех случаях, когда охлаждающий зимний наружный воздух не обеспечивает сохранения грунтов основания в мерзлом состоянии, а допускать оттаивание неэкономично, предусматривают искусственное охлаждение грунтов основания с помощью аммиачных или фреоновых холодильных машин.

При строительстве небольших в плане зданий и сооружений, имеющих большое термическое сопротивление пола, на вечномерзлых грунтах с низкой температурой, т. е. когда глубина оттаивания грунта под зданием незначительна, специальные охлаждающие устройства для сохранения основания в мерзлом состоянии не требуются.

В этих случаях здания располагают на термоизолирующих насыпях (слоях) из крупнообломочных и песчаных грунтов, шлаков, горелых пород и т. п. Толщину насыпей определяют теплотехническим расчетом. Основание охлаждается при этом через поверхность подсыпки вне контуров постройки, включая откосы.

При строительстве зданий и сооружений по II принципу в качестве основания используют грунты в оттаивающем и оттаявшем состоянии.

Постепенное оттаивание вечномерзлых грунтов в процессе строительства и эксплуатации построек допускается в случаях, когда деформации оттаивающего основания не превышают предельных значе-

ний. В противном случае применяют предварительное искусственное оттаивание вечномерзлого грунта (в случае необходимости — с уплотнением или закреплением его) до возведения зданий и сооружений; при этом вечномерзлые грунты в оттаявшей зоне частично уплотняются и величина деформаций основания во время строительства и эксплуатации зданий и сооружений значительно уменьшается.

К мероприятиям, улучшающим свойства основания при строительстве по II принципу, относится также замена льдонасыщенных грунтов тальми песчаными или крупнообломочными грунтами.

Принцип строительства выбирают с учетом конкретных условий застраиваемой площадки, типа зданий и сооружений и результатов технико-экономических расчетов.

Объемно-планировочные решения зданий

При проектировании промышленных зданий для северных районов предпочтение отдают многоэтажным зданиям сблокированного типа с наиболее простым объемно-планировочным решением. Такие здания, имея меньшую площадь застройки, позволяют сократить количество фундаментов и протяженность межцеховых коммуникаций, облегчают сохранение грунта в мерзлом состоянии и улучшают условия эксплуатации предприятий.

Многоэтажные здания особенно целесообразны при ограниченных по площади участках с благоприятными мерзлотно-грунтовыми условиями, в районах с большими снеговыми нагрузками и интенсивной снегозависимостью, при жесткой конструктивной схеме.

Одноэтажные здания северных районов в целях уменьшения количества фундаментов следует проектировать с укрупненной сеткой колонн. При этом снижаются также дополнительные усилия от неравномерной осадки несущих опор. Одноэтажные здания целесообразно возводить при податливой конструктивной схеме.

Укрупненную сетку осей колонн целесообразно применять для здания объемно-планировочному решению зданий технологической гибкости и универсальности.

Помещения с «мокрыми» технологическими процессами не следует размещать у наружных стен зданий, и, наоборот, помещения, в которых расположены производства со значительными выделениями тепла, а также вредных выбросов (пыли, дыма, газа и копоти), рекомендуется размещать у наружной стены с подветренной стороны здания. Печи и агрегаты, выделяющие тепло, необходимо сооружать на перекрытиях или на отдельных не связанных с несущими конструкциями фундаментах.

При строительстве объектов по II принципу высоту помещений, проемов ворот и дверей, расстояния по высоте между оборудованием и конструкциями здания назначают с запасами, обеспечивающими возможность нормальной работы предприятия в процессе осадок конструкций и сохраняющими требуемые габариты после окончания осадок.

В зданиях, проектируемых по I принципу строительства, не рекомендуется устраивать подвалы и цокольные этажи, подземные каналы и галереи. Если же последние нужны по условиям технологии производства, предусматривают надежную гидро- и теплоизоляцию вечномерзлых грунтов основания.

Покрытия зданий должны иметь простой профиль, без выступающих и западающих участков, которые вызывают завихрения снеговетровых потоков и отложение снега. Предпочтение отдают зданиям с плоской и криволинейной крышей. Многоскатные здания располагают вдоль направления доминирующих зимних ветров, а при односкатных кровлях уклон ориентируют в наветренную сторону. В большинстве случаев водоотвод с покрытий предусматривают неорганизованный наружный.

При устройстве в зданиях световых и аэрационных фонарей необходимо предусматривать меры, препятствующие заносу их снегом, обмерзанию остекления и переохлаждению помещений, а также позволяющие беспрепятственно регулировать (открывать и закрывать) фрамуги при сильной пурге.

Безоконные и бесфонарные здания в условиях северного климата строят лишь в тех случаях, когда по технологическим соображениям в помещениях должен быть создан постоянный по качеству температурно-влажностный режим.

Входы в отапливаемые здания оборудуют двойными тамбурами, а въезды — тепловыми воздушными завесами и шлюзами-тамбурами. Наружные ворота следует проектировать раздвижными или подъемными; допускается устройство распашных ворот, открывающихся внутрь.

Фасады зданий не должны иметь ниш, поясков и других элементов, задерживающих снег и влагу.

К архитектурно-художественному облику зданий и цветовому решению интерьера помещений в северных районах с бедным природным окружением, тяжелыми метеорологическими условиями предъявляют повышенные требования. Яркие и сочные цвета окраски фасадов и интерьеров компенсируют северянам унылое природное окружение.

Конструктивные решения зданий

Здания и сооружения для северных районов проектируют с максимальной степенью сборности. Для них применяют конструктивные элементы высокой заводской готовности с надежными и простыми в монтаже соединениями, позволяющими строить объекты круглогодично и в условиях низких температур. Сборные конструкции, используемые для этих целей, должны иметь хорошую транспортабельность.

При строительстве зданий по I принципу их конструкции проектируют без учета осадочных деформаций основания. Когда же здания строят по II принципу, возможны два случая: деформации основания в оттаявшем и оттаявшем состоянии не превышают предельных величин; деформации основания могут превышать предельные величины.

В первом случае конструктивную схему зданий выбирают без учета особенностей строительства в северных районах, во втором приспособливают конструкцию зданий к восприятию повышенных деформаций и обеспечивают устойчивость, прочность и эксплуатационную надежность зданий.

Для обеспечения устойчивости, прочности и эксплуатационной надежности зданий применяют:

жесткую конструктивную схему, при которой конструкции здания не могут иметь взаимных перемещений (здание оседает равномерно);

податливую конструктивную схему, при которой возможно взаимное перемещение шарнирно связанных между собой конструкций без нарушения их устойчивости и прочности, а также эксплуатационной пригодности зданий.

Многоэтажные, а также одноэтажные здания с пролетами до 12 м, как правило, проектируют по жесткой конструктивной схеме, а одноэтажные с пролетами более 12 м — с податливой конструктивной схемой.

Здания и сооружения, возводимые по II принципу, разделяют осадочными швами на отсеки. Длина отсеков не должна превышать величин, указанных в табл. XXII-1.

Таблица XXII-1

Предельная длина отсеков зданий и сооружений

Величина средней осадки основания здания или сооружения, см	Предельная длина отсеков, м	
	при жесткой конструктивной схеме	при податливой конструктивной схеме
15—30	42	60
Более 30	24	30

Примечание. Величину средней осадки основания здания и сооружения определяют по СНиПу.

В зданиях с жесткой конструктивной схемой продольные и поперечные стены рекомендуется располагать симметрично относительно главных осей здания (отсека); не допускается излом стен в плане; предусматривают внутренние стены на всю ширину или длину здания; проемы принимают одинаковыми и размещают их равномерно; избегают ослабления стен нишами, каналами и т. д. Поперечные несущие стены или рамы при жесткой схеме размещают не далее 12 м друг от друга; применяют армированные пояса, армирование простенков и углов каменных зданий; предусматривают связь сборных элементов перекрытий и покрытий между собой и другие конструктивные меры.

В зданиях с податливой конструктивной схемой следует применять конструкции с минимально допустимыми жесткостями на изгиб и сдвиг в вертикальной плоскости; устраивать перекрытия и покрытия в виде жестких горизонтальных диафрагм, связанных с продольными и поперечными стенами и колоннами; назначать площади опирания и крепления конструкций из условия обеспечения прочности при неравномерной осадке постройки; применять, как правило, конструктивные схемы зданий с

колоннами, жестко заделанными в фундаменты и шарнирно соединенными с покрытиями.

Основными типами фундаментов для зданий, возводимых по I принципу, являются свайные и сборные столбчатые. Для них рекомендуются применять железобетонные сваи сплошного (квадратного и прямоугольного) сечения или трубчатые (рис. XXII-3, а). Применяют также

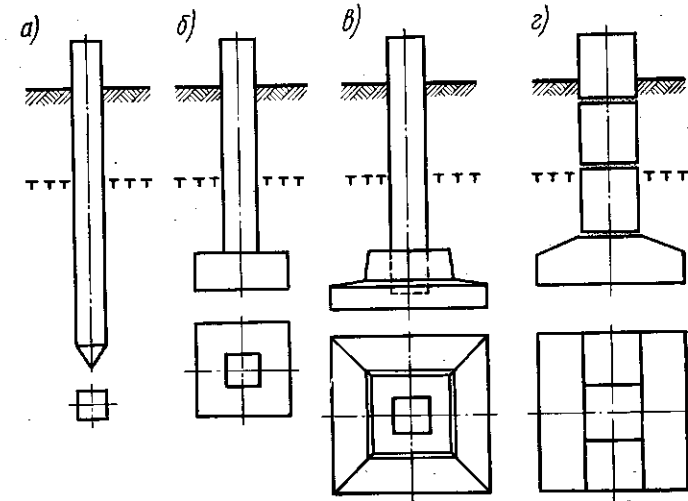


Рис. XXII-3. Основные типы фундаментов зданий, возводимых на вечномерзлых грунтах:

а — свайный; б — полносборная стойка с башмаком; в — стойка с башмаком стаканного типа; г — столбчатый из бетонных блоков

металлические сваи трубчатого и профилированного прокатного сечения.

По способу погружения, определяемому видом вечномерзлого грунта, сваи подразделяют на следующие типы:

погружаемые в скважины с диаметром, превышающим наибольший размер поперечного сечения сваи (скважину заполняют грунтовым раствором);

погружаемые с протаиванием грунта;

бурозабивные, забиваемые в скважины с диаметром, несколько меньшим наименьшего размера поперечного сечения сваи;

забивные, забиваемые в вечномерзлые грунты.

При небольшой толщине слоя сезонного промерзания — оттаивания (1,0—1,5 м) и высокой несущей способности вечномерзлых грунтов целесообразно устраивать столбчатые фундаменты в виде полносборной стойки с башмаком или стойки с башмаком стаканного типа (рис. XXII-3; б, в). При строительстве зданий на непучинистых грунтах иногда применяют отдельно стоящие фундаменты, собираемые из бетонных блоков (рис. XXII-3, г).

Многоэтажные здания небольших размеров в плане допускается возводить на ленточных и сплошных плитных фундаментах, укладываемых на подсыпках из дренирующего материала (песка, гравия и т. п.).

При строительстве по II принципу для зданий предусматривают ленточные, сплошные плитные и столбчатые фундаменты, а также свая-стойки и глубокие опоры. На фундаментах в виде лент и сплошных плит возводят здания с жесткой конструктивной схемой, а на столбчатых фундаментах — здания с податливой конструктивной схемой.

Здания с большими нагрузками при глубоком залегании скальных крупнообломочных или песчаных грунтов возводят на сваях-стойках, сваях с уширенной пятой или сваях-оболочках.

Глубину заложения фундаментов определяют расчетом в зависимости от принципа использования вечномерзлого грунта, толщины деятельного слоя, типа здания и других факторов.

Фундаменты под оборудование и подъемно-транспортные устройства необходимо проектировать с учетом возможности приведения в проектное положение оборудования и транспортных устройств при неравномерных осадках в процессе эксплуатации. Следует предусматривать возможность восстановления конструкций при осадках построек.

В северных и особенно в районах Крайнего Севера, где строительство ведут в основном из сборных привозных элементов, особое значение имеет снижение веса зданий и сооружений. Кроме того, конструкции должны иметь максимальную заводскую готовность и исключать при монтаже применение мокрых процессов.

При строительстве на вечномерзлых грунтах основным типом промышленного здания, как и в обычных условиях, является здание каркасного типа. Элементы каркасов выполняют из железобетона и металла, причем эффективные металлические конструкции можно использовать здесь более широко, нежели в центральных районах.

В зданиях, возводимых по II принципу, устраивать мостовые краны можно лишь в исключительных случаях — при специальном обосновании. При этом подкрановые балки проектируют разрезными, а подкрановые пути — с учетом возможности вертикального выправления их за счет подъема рельсов или балок не менее чем на 100 мм и горизонтального перемещения не менее чем на 50 мм. В случае оборудования зданий подвесными кранами предусматривают регулировку вертикального положения подкрановых путей за счет изменения длины подвесок.

Ограждающие конструкции стен и покрытий рекомендуется устраивать из облегченных панелей. Наиболее эффективны в данном случае утепленные панели с обшивкой из алюминиевых, стальных, пластмассовых и асбестоцементных листов. В качестве утеплителя используют стекловойлок, пенопласты и другие пористые материалы. Эти панели, обладая хорошими теплофизическими и прочностными качествами, имеют небольшой вес (легче железобетонных панелей в 5—20 раз). Для ограждений применяют также железобетонные панели.

Теплоизоляцию стыков обеспечивают эластичным пенополиуретаном, а герметизацию — мастикой УМС-50 и другими материалами, сохраняющими эластичные свойства в условиях низких температур.

Климатические условия Крайнего Севера затрудняют устройство рулонных кровель. Процесс наклейки кровельного ковра здесь особенно целесообразно переносить в заводские условия, как это предусмотрено, например, в кровельной панели, показанной на рис. XXII-4. Эти панели, имеющие длину 6, 9 или 12 м, ширину 2040 и 2346 мм, состоят из несущих

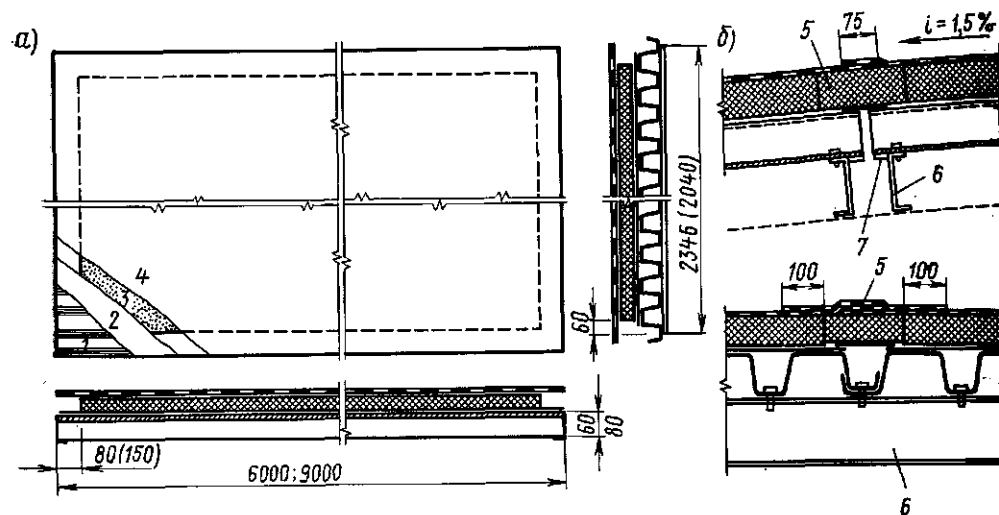


Рис. XXII-4. Облегченная кровельная панель:

а — общий вид панели; б — заделка швов между панелями; 1 — несущий профилированный настил; 2 — рулонная пароизоляция; 3 — пенополистирол; 4 — рулонная кровля; 5 — вставка из утеплителя; 6 — прогон покрытия; 7 — стальная полоска

профилированных настилов, пароизоляционного слоя, пенополистирольного утеплителя и кровли.

Кровлю рекомендуется выполнять трехслойной из рубероида (нижний слой), стеклоткани и фольгоизола (верхний слой). По концам панели подкреплены стальными оцинкованными полосами. Крепят такие панели к прогонам самонарезающими винтами. Стыки между панелями заделывают с помощью брусков утеплителя и полосок паро- и гидроизоляции. Лучшие эксплуатационные показатели обеспечивают те панели, в которых кровля выполнена из профилированных настилов.

Потребность в естественном освещении промышленных зданий, возводимых в северных районах, особенно на Крайнем Севере, чрезвычайно велика. Хорошая естественная освещенность помещений в период сплошного светлого полярного дня частично компенсирует отсутствие ее в период продолжительной полярной ночи.

В целях уменьшения снегоотложений на кровле зданий применять фонарные надстройки нецелесообразно. Хорошие светотехнические показатели в условиях северных районов имеют мало выступающие над кровлей зенитные фонари.

В задачу проектировщиков входит не только обеспечение хорошего естественного освещения помещений, но и максимальное снижение теп-

ловых потерь через световые проемы. С этой целью для заполнения светопроемов следует применять стеклопакеты, стеклоблоки, многослойные стеклопластиковые панели, а также тройное переплетное остекление. Места притворов форточек и фрамуг уплотняют упругими прокладками и натяжными приборами.

Световые проемы такой конструкции имеют высокое термическое сопротивление, практически воздухонепроницаемы и обладают хорошей светоактивностью, поскольку обмерзание такого остекления практически исключено.

Весьма перспективными для районов Севера можно считать здания и сооружения пневматической конструкции. В них особенно удобно размещать временные производственные и складские помещения, гаражи и т. п. Пневматические оболочки целесообразны также для перекрытия заводских дворов. Благодаря легкости пневматических зданий, компактности в свернутом виде, быстрой возведения они особенно целесообразны для малодоступных (в том числе и северных) районов.

Г Л А В А

XXIII ЗДАНИЯ, ВОЗВОДИМЫЕ НА ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТАХ

Особенности просадочных грунтов. Промышленные здания и сооружения нередко приходится возводить на просадочных грунтах, широко распространенных на территории СССР.

В отличие от обычных просадочные грунты, находящиеся в напряженном состоянии от внешней нагрузки и собственного веса, при замачивании дают дополнительную деформацию, называемую просадкой. К просадочным грунтам относят лёссы, лёссовидные суглинки, супеси, глины, покровные суглинки и некоторые другие.

Просадочные грунты имеют повышенную пористость, иногда превышающую 50% общего объема грунта. Помимо пор, которые обусловлены формой и размерами частиц, просадочные грунты имеют видимые невооруженным глазом макропоры, представляющие собой цилиндрические трубочки диаметром 0,5—2 мм и пронизывающие толщу грунта, как правило, в вертикальном направлении. Макропоры разрушаются при воздействии воды на грунт, приводя к просадкам, иногда во много раз превышающим величины осадок фундаментов от действия на них нагрузки.

Просадочные грунты с их большими и обычно неравномерными деформациями могут вызвать повреждение или разрушение конструкций здания, если не предусмотрены специальные мероприятия.

Просадочность грунтов строительной площадки устанавливают на основе результатов инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий и исследований, а также путем изучения местного опыта строительства. В зависимости от возможности проявления просадки грунта от его собственного веса при замачивании грунтовые условия строитель-

ных площадок подразделяют на два типа: I тип, для которых просадка не превышает 5 см; II тип, когда возможна просадка более 5 см.

В начале проектирования зданий и сооружений на просадочных грунтах намечают предварительные размеры фундаментов на естественном основании без учета просадочных свойств грунтов, а затем определяют возможную величину просадки при замачивании с целью выбора вида основания, фундаментов и мероприятий, обеспечивающих прочность, устойчивость и эксплуатационную надежность зданий.

Здания, замачивание основания под которыми полностью исключено (в силу специфических особенностей производства, отсутствия водопровода и канализации и т. п.), при отсутствии вблизи внешних водоводов возводят на просадочных грунтах, как на обычных непросадочных, предусматривая лишь организованный сток атмосферных вод. Дополнительные мероприятия не предусматривают и в случаях, когда возможные величины просадки и их неравномерность не превышают допустимых для данного здания или сооружения, исходя из условий обеспечения прочности, устойчивости и надежности в эксплуатации.

Если возможная величина просадок превышает допустимые величины, то применяют строительные, водозащитные или конструктивные мероприятия. Эти мероприятия выбирают на основе технико-экономических расчетов с учетом грунтовых условий, возможной величины просадки, а также особенностей и назначения возводимого объекта, условий его эксплуатации, вероятности замачивания основания и взаимосвязи с соседними объектами и коммуникациями.

Строительные мероприятия

К строительным мероприятиям относят устранение просадочных свойств грунтов (подготовка основания) и прорезку просадочных грунтов фундаментами.

В зависимости от толщины слоя просадочные свойства грунтов основания устраняют четырьмя способами:

уплотнением грунтов тяжелыми трамбовками. Этот способ, обеспечивающий устранение просадочных свойств грунта в пределах слоя 1,5—3,5 м, используют при толщине просадочного грунта до 5 м;

устройством грунтовой подушки из местных глинистых или других грунтов. Такой способ применяют в тех случаях, когда уплотнить грунт тяжелыми трамбовками невозможно из-за повышенной его влажности. Просадочные свойства грунта устраняют в пределах слоя, равного толщине подушки;

глубинным уплотнением грунта грунтовыми же сваями. Сваи уплотняют всю толщину просадочного грунта, и устраивают их при его толщине до 18 м;

предварительным замачиванием грунтов основания. Этот способ применяют для устранения просадочных свойств грунта только в нижних слоях, начиная с глубины 5—9 м при толщине просадочного грунта

более 10 м. Для полного устранения просадочности грунта (непосредственно с отметки заложения фундаментов) способ предварительного замачивания комбинируют с вышеизложенными или другими проверенными способами (силикатизацией, термическим упрочнением и т. п.).

Толщу просадочных грунтов можно прорезать: заглублением фундаментов зданий и сооружений; устройством свайных фундаментов; применением столбов (или лент) из грунта, закрепленного силикатизацией; термическим или другими способами. Все типы фундаментов при этом способе проектируют как с полной, так и с неполной прорезкой просадочной толщи грунтов. Неполная прорезка грунта допустима в тех случаях, если возможная просадка и ее неравномерность не превышают допустимых величин для данного типа зданий и сооружений.

Устранение просадочных свойств и прорезка просадочных грунтов в пределах всей толщи, исключая возможность проявления просадки, позволяют возводить здания и сооружения без дополнительных мероприятий, как на обычных непросадочных грунтах.

Водозащитные мероприятия

Такие мероприятия предусматривают при компоновке генеральных планов, планировке территории предприятия, устройстве оснований под полы, расположении трубопроводов. Необходимо также обеспечить возможность контроля за утечкой воды в период эксплуатации сооружений, несущих воду.

При компоновке генерального плана промышленного предприятия стремятся не допустить замачивания грунтов оснований зданий и сооружений водами из градирен, бассейнов, цехов с мокрыми технологическими процессами и т. п. С этой целью учитывают условия рельефа, естественные пути стока атмосферных вод, количество осадков.

Здания и сооружения не должны перегораживать пути стока атмосферных вод. В самых низких местах рельефа рекомендуется размещать сооружения для хранения и транспортирования воды, а на высоких местах — здания с наиболее чувствительными к неравномерным просадкам конструкциями.

Планировка застраиваемой территории имеет в данном случае цель обеспечивать быстрый и беспрепятственный сток атмосферных вод. Поверхностные воды отводят с участка через ливнесточную сеть или непосредственно по спланированной поверхности в самое низкое место за пределы территории. Не рекомендуется вести планировку территории под одну отметку, так как это приводит к срезке и обнажению просадочных грунтов, вызывая интенсивное замачивание последних.

Для предотвращения инфильтрации в просадочный грунт поверхностных вод следует до минимума сокращать срезку верхнего слоя грунта. Для планировочных насыпей (включая основание под полы), засыпки пазух котлованов при этом непригодны песок, строительный мусор и другие дренирующие материалы. Вокруг зданий и сооружений устраи-

вают водонепроницаемую отмостку шириной 1—1,5 м с уклоном около 3%, а по ее периметру — водоотводящий кювет (рис. XXIII-1, а).

В качестве основания под полы в цехах с мокрым технологическим процессом, возводимых на просадочных грунтах II типа, предусматривают водонепроницаемый экран толщиной не менее 1 м. Такой экран образуется в результате уплотнения грунта тяжелыми трамбовками или устройства грунтовой подушки.

Во избежание замачивания грунтов под фундаментами водопроводные, канализационные и теплофикационные трубопроводы размещают от наружных граней фундаментов на расстоянии, равном зоне распро-

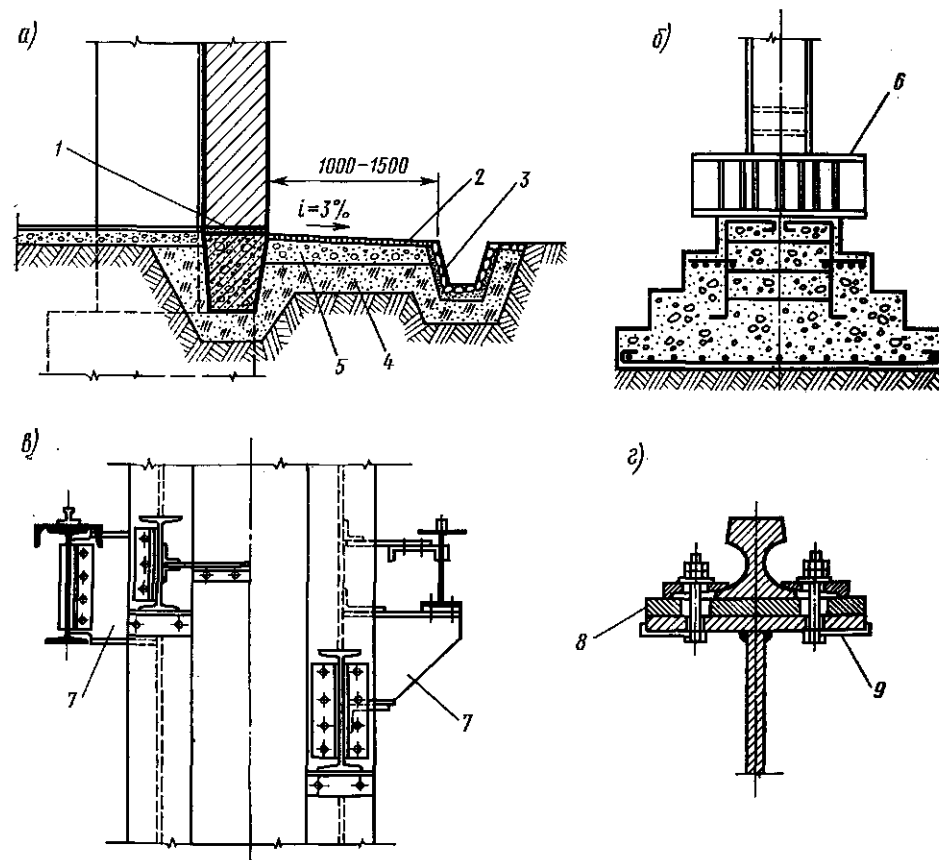


Рис. XXIII-1. Некоторые конструктивные элементы зданий, возводимых на просадочных грунтах:

а — отмостка с кюветом; б — фундамент с консолями в пределах башмака; в — крепление подкрановых балок на консолях; г — крепление кранового рельса; 1 — жирный цементный раствор; 2 — литой асфальт (20—30 мм); 3 — мощение булыжником с заливкой швов битумом; 4 — взрыхленный и утрамбованный глинистый грунт; 5 — щебеночная подготовка (100—120 мм), пропитанная горячим битумом; 6 — консоль для подъема колонны домкратом; 7 — подкрановая консоль; 8 — стальная шпала; 9 — скоба болта

ранения просадочных явлений. На трубопроводах предусматривают достаточное количество запорных устройств, дающих возможность выключать отдельные участки линии при авариях. За системами водоснабжения, канализации и теплофикации должен быть организован тщательный надзор с целью своевременной ликвидации утечек воды и засоров.

Конструктивные мероприятия

Конструктивные мероприятия предусматривают с целью обеспечения прочности, устойчивости и эксплуатационной надежности зданий и сооружений при возможных просадках от замачивания грунтов основания. Необходимо также создать условия для быстрого восстановления проектного положения отдельных конструктивных элементов здания или сооружения.

Основными конструктивными мероприятиями являются следующие: применение конструктивной схемы, малочувствительной к неравномерным осадкам; разрезка здания на блоки осадочными швами; устройство стыков равнопрочных с соединяемыми элементами (на воздействие неравномерной просадки основания); усиление отдельных конструкций дополнительным армированием; устройство армированных поясов по капитальным стенам, непрерывных в пределах каждого осадочного блока; увеличение площадей опирания в местах сопряжения конструктивных элементов; приспособление конструкций к быстрому восстановлению их просадки; выбор конструкций, соответствующих строительству на просадочных грунтах.

Малочувствительные к неравномерным осадкам конструкции разделяют на жесткие и нежесткие. Жесткие конструкции обладают большой прочностью, не имеют взаимных перемещений отдельных элементов и оседают как одно пространственное целое. В зданиях и сооружениях с такими конструкциями необходимо, однако, ограничить возможные просадки и их неравномерность величиной, не ухудшающей условий эксплуатации.

В нежестких конструкциях элементы связаны между собой шарнирно, поэтому их взаимное перемещение вследствие неравномерной просадки основания практически не отражается на устойчивости здания или сооружения в целом. Для зданий с такими конструкциями учитывают возможность отклонения колонн и стен от вертикали при посадке основания. С этой целью в проектах предусматривают не только шарнирную связь ферм (балок) и других элементов с колоннами, но и мероприятия по быстрому восстановлению нормальных условий эксплуатации построек.

Помимо малочувствительных конструкций в строительной практике применяют чувствительные к неравномерным осадкам конструкции, состоящие из жестко связанных между собой элементов, взаимное смещение которых может привести к значительным повреждениям или общей потере устойчивости (бесшарнирные и двухшарнирные арки, своды, неразрезные многопролетные балки, рамы с жесткими узлами и т. п.).

Здания и сооружения с такими конструкциями проверяют на статическую устойчивость и прочность всех элементов при невыгоднейших комбинациях неравномерных просадок основания.

В случае недостаточной устойчивости строения в целом предусматривают необходимые конструктивные мероприятия.

Для уменьшения длины изгибаемых участков при неравномерной просадке здания или сооружения разрезают осадочными швами, которые, как правило, совмещают с температурными.

В необходимых случаях по капитальным стенам устраивают железобетонные пояса, размещая их на уровне оконных перемычек в одноэтажных зданиях и на уровне междуэтажных перекрытий в многоэтажных. Кроме того, во всех типах зданий предусматривают армированные пояса в пределах подошвы фундаментов. Количество поясов и их сечение определяют расчетом; во всех случаях их должно быть не менее двух.

Размеры площадей опирания отдельных конструктивных элементов назначают из условия исключения возможности сползания их при неравномерной просадке.

Под несущие стены зданий устраивают монолитные или сборно-монолитные ленточные фундаменты; сборные фундаменты допускают при полном устранении просадочных свойств грунта в основании. В каркасных зданиях фундаменты аналогичны зданиям, возводимым на обычных грунтах. При нежестких несущих конструкциях фундаменты под отдельно стоящие колонны устраивают с консолями или опорными площадками, предназначенными для подъема домкратами просевших колонн (рис. XXIII-1, б).

Подкрановые балки в зданиях на просадочных грунтах следует устраивать разрезными металлическими. Их опирают и крепят, как правило, на консолях (рис. XXIII-1 в). Такое крепление позволяет производить рихтовку подкрановых путей наименее трудоемким способом — путем изменения положения консолей.

Крепление рельсов к подкрановым балкам должно быть подвижным и иметь конструкцию, дающую возможность выправлять путь в вертикальном направлении, подъемом рельсов (или балок) не менее чем на 100 мм и в поперечном — не менее чем на 50 мм. Один из способов крепления рельсов показан на рис. XXIII-1, г. Рельс укладывают на стальные шпалы и крепят к балке лапками; между шпалами и балкой можно предусматривать прокладку.

В производственных зданиях, оборудованных мостовыми кранами, нормативный габаритный размер над кранами увеличивают на величину, равную 0,3 возможной величины просадки.

В зданиях и сооружениях нежесткой конструкции необходимо предусмотреть мероприятия, исключающие возможность выпадения отдельных участков кровельного покрытия при неравномерной просадке. С этой целью ограждающие элементы покрытия укладывают внахлестку или применяют элементы двух-трехпролетного типа (асбестоцементные, стальные и алюминиевые волнистые листы, стальной ребристый профилированный настил и др.).

Общие положения. Территории, под которыми ведут или намечают вести подземные горные разработки угля или других ископаемых, называются подрабатываемыми. Этим территориям вследствие выемки пластов свойственны оседания, прогибы, наклоны, горизонтальные смещения и другие деформации, вызывающие значительные повреждения или разрушения расположенных на них зданий и сооружений.

Прочность, устойчивость и надежность в эксплуатации зданий и сооружений, возводимых на подрабатываемых территориях, обеспечивают специальными мероприятиями.

Исходными данными для проектирования построек на подрабатываемых территориях являются максимальные величины прогнозируемых деформаций земной поверхности на участке строительства в направлении продольной и поперечной осей проектируемого здания. Подрабатываемые территории в зависимости от прогнозируемых деформаций земной поверхности разделяют на четыре группы (табл. XXIV-1).

Таблица XXIV-1

Группы подрабатываемых территорий

Группы территорий	Прогнозируемые деформации земной поверхности		
	относительные горизонтальные $\epsilon \times 10^3$ (или мм/м)	радиус кривизны R , км	наклон $i \times 10^3$, рад (или мм/м)
I	$12 > \epsilon > 8$	$1 \leq R < 3$	$20 > i > 10$
II	$8 > \epsilon > 5$	$3 \leq R < 7$	$10 > i > 7$
III	$5 > \epsilon > 3$	$7 \leq R < 12$	$7 > i > 5$
IV	$3 > \epsilon > 0$	$12 \leq R < \infty$	$5 > i > 0$

Мероприятия по дополнительному обеспечению нормальной эксплуатации зданий и сооружений на территориях, где прогнозируемые деформации незначительны ($\epsilon < 1, R > 20$ и $i < 3$), обычно не предусматривают, за исключением объектов, особо чувствительных к неравномерным деформациям.

При строительстве на подрабатываемых территориях предпочтение отдают зданиям небольшой площади, без выступов и пристроек. Здания большой протяженности разделяют на отсеки, что уменьшает усилия в конструкциях и вызывает их меньшие повреждения под воздействием горных выработок. Длину отсеков назначают в зависимости от интенсивности деформаций земной поверхности, принятой конструктивной схемы здания, типа конструкций и характеристик грунта.

Сохранность и надежность зданий и сооружений, расположенных на подрабатываемых территориях, обеспечивают комплексом мероприятий. Главными из них являются:

- правильный выбор территории под строительство и соответствующая планировка застраиваемого участка;
- уменьшение деформаций земной поверхности с помощью горнотехнических мер защиты;
- применение в зданиях и сооружениях специальных конструктивных и строительных защитных мер.

Выбор территории под строительство
и ее планировка

Площадки под строительство должны удовлетворять следующим условиям: прогнозируемые деформации земной поверхности ожидаются минимальные; не допускается использовать для этого площадки, расположенные в зонах обрушения от подземных выработок и на участках с возможными оползнями; запасы полезных ископаемых под площадками не имеют промышленного значения; выработка полезных ископаемых была закончена ранее, и процесс сдвижения горных пород и земной поверхности тоже закончился.

Большую сохранность и надежность зданий и сооружений в период эксплуатации обеспечивают площадки, имеющие: над выработанным пространством малопрочные и пластичные породы, процесс сдвижения которых происходит плавно; пологое падение пластов ископаемых и пород их висячего бока; малую и незначительно изменяющуюся высоту выработанного пространства; сплошную систему разработки; большую величину соотношения между глубиной разработок от земной поверхности и высотой выработанного пространства.

Неблагоприятными для строительства считают площадки с наличием над выработанным пространством подвергающихся сдвигению твердых и плотных пород (скальных, крупнообломочных и др.), с крутым падением пластов ископаемых и боковых пород, с большой высотой выработанного пространства, с наличием в толще тектонических нарушений, с малой глубиной разработок, с высоким уровнем грунтовых вод.

На подрабатываемых территориях, где по прогнозу возможны провалы, а также в местах выходов пластов и тектонических нарушений строительство зданий и сооружений не допускается.

При проектировании промышленных комплексов и отдельных объектов в зонах залегания полезных ископаемых вопросы планировки и организации территории увязывают с планами развития горных разработок. На планах застройки показывают участки территории по группам, намечают предохранительные целики, места возможного образования трещин с уступами, провалов и т. п.

На генеральном плане предприятий здания и сооружения располагают с максимально возможным уплотнением и с учетом чувствитель-

ности их к деформации земной поверхности. Очередность строительства согласовывают с календарным планом развития горных работ в пределах месторождения (предприятия). Участки, непригодные для застройки, используют под озеленение.

Горнотехнические мероприятия

Такие мероприятия, способствующие уменьшению деформации земной поверхности и снижающие их воздействие на здания и сооружения, включают в себя:

полную или частичную закладку выработанного пространства доставленным извне материалом;

неполную выемку полезного ископаемого по мощности или площади пластов;

применение соответствующих систем разработок, порядка, скорости и способов выемки полезных ископаемых, способствующих равномерной сдвигке горных пород;

оставление предохранительных целиков необходимых размеров под зданиями и сооружениями, предотвращающее появление в них вредных деформаций. Это мероприятие используют в тех случаях, когда другие меры защиты технически невозможны или экономически нецелесообразны.

Виды горнотехнических мероприятий выбирают на основе технико-экономических показателей. Эти мероприятия могут сочетаться с конструктивными и строительными защитными мерами.

Помимо обеспечения соответствующей сохранности объектов горнотехнические мероприятия способствуют безопасности ведения горных работ, безопасности людей, находящихся в их расположении или занятых на эксплуатации зданий, уменьшают потери и консервацию запасов полезных ископаемых.

Конструктивные и строительные мероприятия

Конструктивные и строительные мероприятия выбирают исходя из принятой конструктивной схемы здания. Здания и сооружения, возводимые на подрабатываемых территориях, проектируют с податливыми, жесткими или комбинированными конструктивными схемами.

Каркасные здания на подрабатываемых территориях строят, как правило, с податливыми и комбинированными конструктивными схемами, а бескаркасные — с жесткими. При комбинированной схеме надземную часть здания выполняют жесткой, а подземную — податливой, или наоборот.

Бескаркасные здания (1—4 этажа) с несущими кирпичными и крупноблочными стенами, имеющими большую проемность и узкие простенки,

на площадях III и IV групп, а также бескаркасные одноэтажные здания при пролетах 12 м и более без внутренних поперечных стен допускается строить по податливым конструктивным схемам.

Здания с податливыми схемами защищают от разрушения при неравномерных деформациях следующими способами: разделением на отсеки деформационными швами; устройством швов скольжения между надземной и подземной частями; снижением жесткости колонн и несущих стен; устройством шарнирных и шарнирно-подвижных сопряжений и стыков несущих и ограждающих конструкций.

В зданиях с жесткими конструктивными схемами предусматривают следующие меры защиты от разрушения: усиливают несущие конструкции и объединяют их в пространственно-жесткие блоки; устраивают фундаментные и поэтажные железобетонные пояса, применяют фундаментные связи-распорки, фундаменты в виде сплошных железобетонных плит, перекрестных балок, балок-стенок и т. п.

Для уменьшения нагрузок на фундаменты от воздействия деформаций земной поверхности предусматривают: минимально допустимую глубину заложения фундаментов; устройство швов скольжения между конструктивными элементами, имеющими контакт с грунтом и вышерасположенными конструкциями; устройство грунтовых (песчаных) подушек при высокой несущей способности грунтов оснований; максимальное снижение веса несущих и ограждающих конструкций; рациональную планировку подвалов и технических подполий (устраивают по всей площади отсека на одном уровне).

В зданиях и сооружениях, возводимых на площадках с крутым падением пластов, когда могут появиться ступенчатые деформации, предусматривают возможность выравнивания конструкций домкратами и другими устройствами. Для установки домкратов в фундаментах бескаркасных зданий устраивают ниши и распределительные железобетонные балки-пояса, а в каркасных зданиях — специальные упоры на колоннах.

Фундаменты, расположенные над швом скольжения, связывают между собой железобетонными поясами, плитами или связями-распорками (рис. XXIV-1, а). В ленточных фундаментах без швов скольжения устраивают железобетонные пояса по грунту. В свайных фундаментах роль пояса выполняет ленточный ростверк, а для кустов свай — связи-распорки между плитами ростверка. Связи-распорки могут соединять фундаменты в продольном и поперечном направлениях.

Деформационные швы разделяют здания на отсеки по всей высоте, включая обычно и фундаменты. Под парные колонны или стены в местах швов фундаменты допускается устраивать на общих подушках, если они отделены от них швом скольжения или когда фундаменты под остальные колонны смежных отсеков конструктивно не связаны между собой плитами, связями-распорками и т. п.

Длину отсеков и ширину зазора деформационных швов принимают с учетом интенсивности деформаций земной поверхности, конструктивной схемы здания и физико-механических характеристик грунта.

Шов скольжения, отделяющий надземную часть здания от подземной, располагают в горизонтальной плоскости над фундаментной подушкой (рис. XXIV-1, а), а в зданиях с подвалом — под перекрытием подвала или технического подполья. Над швом предусматривают защитный пояс. Шов скольжения выполняют из двух слоев пергамина с прослойкой молотого графита, щипаной слюды или инертной пыли.

Для снижения усилий в фундаментной плите ее также рекомендуют проектировать со швом скольжения. В местах примыкания плиты к фундаментам под технологическое оборудование оставляют зазоры, ширину которых определяют расчетом; при этом она должна быть не менее 50 мм (рис. XXIV-1, б).

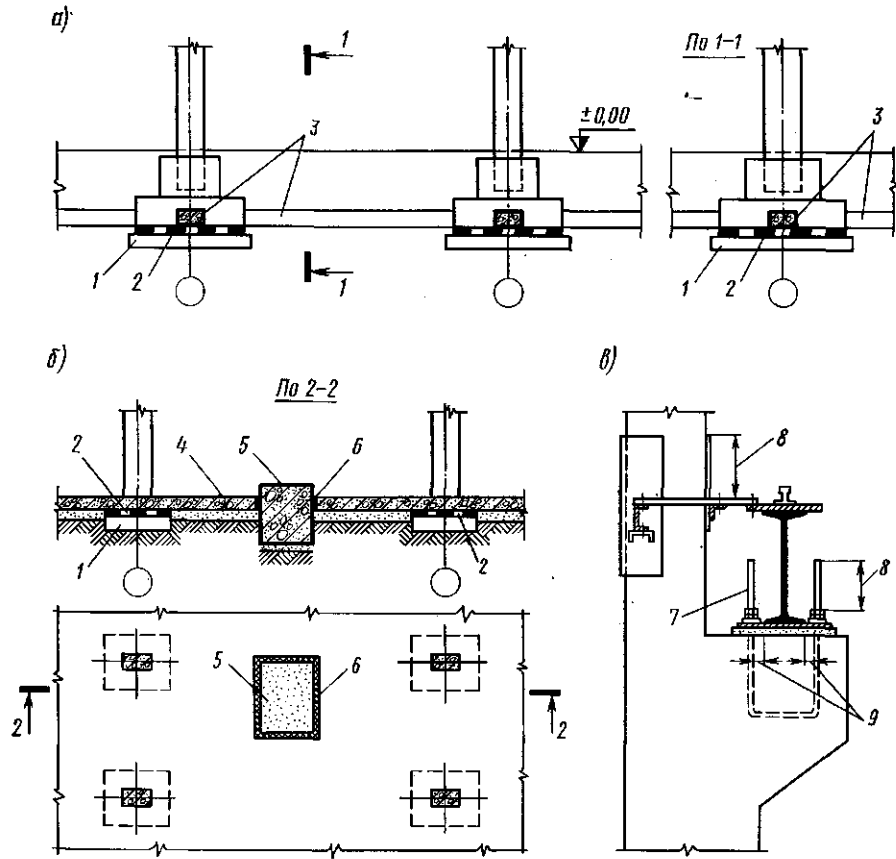


Рис. XXIV-1. Некоторые конструктивные элементы зданий, возводимых на подрабатываемых территориях:

а — схема устройства шва скольжения и распорок-связей в столбчатых фундаментах; б — схема устройства сплошной фундаментной плиты со швом скольжения; в — крепление подкрановой балки к колонне; 1 — бетонная или железобетонная подушка; 2 — шов скольжения; 3 — распорка-связь; 4 — фундаментная плита; 5 — фундамент под оборудование; 6 — деформационный шов в плите; 7 — анкер; 8 — величина возможного подъема поукрановой балки; 9 — то же, горизонтального смещения

Поперечные рамы для одноэтажных каркасных зданий проектируют: на подрабатываемых территориях I и II групп — в виде шарнирно-связевых систем с шарнирно-неподвижными сопряжениями крайних колонн с фундаментами или шарнирно-подвижными сопряжениями ригелей с колоннами;

на территориях III и IV групп — в виде шарнирно-связевых систем с жесткими сопряжениями колонн с фундаментами.

Для продольных рам одноэтажных зданий выбирают шарнирно-связевые системы с постановкой в необходимых случаях, фундаментных связей-распорок.

Для каркаса многоэтажных зданий в большинстве случаев применяют рамно-связевые системы; для них допустимы также шарнирно-связевые и жесткие рамные системы.

Устойчивость каркасных зданий в поперечном направлении обеспечивают защемлением определенного количества колонн в фундаментах, а в продольном направлении, кроме того, устройством блока жесткости в каждом ряду колонн посередине отсека путем постановки связей. Фундаменты колонн блока жесткости соединяют связями-распорками.

В зданиях с мостовыми кранами при отсутствии поперечных распорок-связей между фундаментами предусматривают возможность регулировки положения подкрановых путей (балок и рельсов) в горизонтальной плоскости, а при ожидаемом наклоне подкранового пути более 6 мм/м в продольном направлении и 4 мм/м в поперечном направлении, кроме того, по вертикали (рис. XXIV-1, в). Предпочтение следует отдавать подвесному и напольному подъемно-транспортному оборудованию.

Подкрановые балки используют разрезные, металлические и резе железобетонные.

Несущие конструкции покрытия опирают шарнирно на колонны посредством катковых и скользящих опор, показанных на рис. XXIV-2.

Стены каркасных зданий рекомендуется монтировать из навесных облегченных панелей с податливым креплением к колоннам. Допускаются также самонесущие кирпичные и блочные стены с усилением по периметру железобетонными поясами, а в местах пересечения — и горизонтальными арматурными сетками. Самонесущие стены крепят к колоннам деталями, не препятствующими относительным смещениям в плоскости стен.

При решении планировочных и конструктивных вопросов зданий, возводимых на подрабатываемых территориях, следует стремиться к симметричному расположению стен в плане, принимать по возможности одинаковые по высоте и ширине простенки и проемы, располагая их равномерно по длине и высоте стен. В пределах здания (отсека) несущие стены необходимо устраивать из одного материала и одинаковой конструкции.

Для обеспечения прочности и устойчивости бескаркасных зданий предусматривают: устройство в крупноблочных и кирпичных стенах в

уровне перемычек или перекрытий поэтажных замкнутых по периметру железобетонных поясов; усиление несущих конструкций крупнопанельных зданий и соединение всех элементов здания в пространственную систему; устройство замкнутых фундаментного и цокольного поясов по периметру зданий.

В одноэтажных зданиях на подрабатываемых территориях III и IV групп можно возводить стены из облегченной кладки с вертикальными

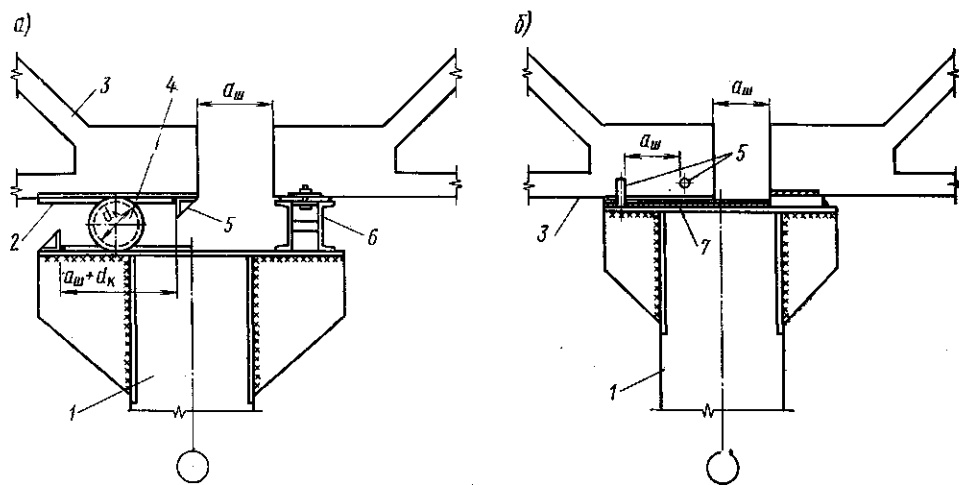


Рис. XXIV-2. Шарнирно-подвижные сопряжения несущих конструкций покрытий с колоннами:

a — катковое; b — скользящее; 1 — колонна; 2 — направляющая пластинка; 3 — ферма; 4 — каток; 5 — ограничитель; 6 — опорный столик; 7 — шов скольжения

диафрагмами и заполнением легким бетоном. Для зданий с продольными несущими стенами, как правило, применяют беспрогонную схему покрытия. Опорные части балок заанкеривают в стены.

Панели наружных и внутренних стен, перекрытий и покрытий соединяют между собой и с наружными стенами связями (сваркой закладных элементов, петлевыми анкерами или металлическими накладками). Швы замоноличивают цементным раствором марки не ниже 100.

Сопряжения каменных стен усиливают арматурой диаметром 4—6 мм, которую укладывают в горизонтальные швы через 1,5 м по высоте и заделывают в каждую сторону от пересечения осей на 1,2—1,5 м.

Жесткие полы на грунте (бетонные, цементные, кислотостойкие и др.) защищают от повреждений при неравномерной осадке здания разрезкой на прямоугольники со стороной не более 6 м с оставлением между ними зазора.

Особенности климата южных районов. Районы с жарким климатом, расположенные в поясе между 35-й и 45-й параллелями, отличаются продолжительным жарким летом и интенсивной солнечной радиацией.

В некоторых южных районах (Закавказье, Крым и др.) наблюдается нормальная или повышенная относительная влажность, мягкая и короткая зима. Для климата Средней Азии характерны исключительно жаркое лето (температура днем достигает 50°), низкая относительная влажность воздуха и сравнительно холодная зима (морозы доходят до -30°). Летом в ночное время температура воздуха в большинстве районов Средней Азии резко падает.

Под действием солнечной радиации, облучающей ограждающие конструкции и проникающей в здания, помещения и находящиеся в них люди интенсивно перегреваются. В результате этого резко ухудшаются условия труда, снижается производительность труда, повышаются травматизм и заболеваемость работающих. В зданиях с кондиционированным температурно-влажностным режимом перегрев помещений вреден и в технологическом отношении, так как при этом нарушаются заданные параметры воздушной среды, что в конечном счете резко снижает качество продукции.

Прямые солнечные лучи, попадая в глаза непосредственно или отражаясь от блестящих поверхностей, снижают работоспособность зрения.

Говоря об отрицательных факторах солнечной радиации, нельзя не отметить и ее положительного значения. Солнечные лучи, проникая в помещение, повышают освещенность за счет отраженного света, положительно влияют на психику людей и являются мощным бактерицидным фактором. Нагревая воздух и создавая мягкие воздушные течения, солнечная радиация является источником (правда, незначительным) естественного воздухообмена в помещениях. Однако положительные свойства солнечной радиации эффективнее используются в зданиях, располагаемых в средних и особенно в северных районах нашей страны, где перегрев помещений лучами солнца или незначителен, или отсутствует.

Количество тепла, поступающего в помещение за счет солнечной радиации, определяют расчетом.

Неблагоприятные для человека климатические факторы, свойственные жарким районам, можно устранить или ослабить при строительстве промышленных предприятий и отдельных зданий. С этой целью применяют наиболее подходящие приемы архитектурно-планировочных и конструктивных решений. В первую очередь несколько видоизменяют ограждающие конструкции зданий (сооружений); используют различного вида солнцезащитные (затеняющие) устройства и особые приемы планировки предприятий.

Мероприятия по борьбе с перегревом производственных зданий предусматривают начиная с выбора места строительства предприятия. При этом учитывают природные особенности местности (рельеф, растительность, наличие воды, господствующий ветер и др.).

В жарко-влажных климатических районах промышленные предприятия целесообразно размещать на возвышенной местности, где скорость ветра повышается, или на северных и южных наветренных склонах возвышенных участков, наименее подверженных нагреву от солнечного облучения.

В жарко-сухих районах предпочитают застраивать нижние участки юго-восточных и восточных склонов долин, где здания или сооружения меньше нагреваются днем и интенсивнее охлаждаются прохладными потоками вечером и ночью.

Одно из простейших и эффективных средств борьбы с перегревом зданий — правильная ориентация предприятия и отдельных зданий по странам света и по отношению к направлению господствующих ветров. Восточные и западные стены под действием солнечной радиации получают в 3—4 раза больше тепла, нежели южные, так как последние облучаются только высоко стоящим солнцем, лучи которого полого скользят по плоскости стен. Поэтому лучшей считают ориентацию зданий длинной осью в направлении восток — запад.

Для обеспечения более интенсивного проветривания территории промышленного предприятия и лучшего охлаждения зданий последние следует располагать длинной осью параллельно направлению господствующих ветров или под углом не более 45° (рис. XXV-1, а). Здания должны наименьшим образом загораживать преобладающие ветры. С этой целью низкие сооружения размещают с наветренной стороны территории застройки (рис. XXV-1, б). При частом изменении направления ветрового потока более высокие здания размещают в средней части предприятия.

Известно, что позади построек (на заветренной стороне) образуется зона низкого давления с обратным течением воздуха над поверхностью земли (рис. XXV-1, в). Протяженность этой зоны зависит от силы и направления ветра, размеров и формы здания и профиля покрытия. Соседние здания, расположенные в пределах этой зоны, слабо омываются ветром и поэтому сильно перегреваются. Во избежание перегрева при застройке территории длинными параллельными зданиями расстояние между ними рекомендуют принимать не менее 7 высот экранирующего здания (рис. XXV-1, г).

Значительно улучшают микроклимат промышленных предприятий предусматриваемые на их территории зеленые насаждения. Листва их поглощает (нейтрализует) большую часть солнечной радиации и образует защитный экран. Вместе с тем насаждения не должны быть слишком густыми и частыми, так как в противном случае они будут мешать циркуляции воздуха около зданий и на территории предприятия. Лучшими для озеленения признаны не вечнозеленые породы деревьев — чи-

нара, вяз, клен, тополь, которые летом дают тень, а зимой, теряя листву, пропускают лучи солнца, что является благоприятным.

Во избежание ухудшения проветривания производственных помещений необходимо правильно подбирать высоту и форму кроны деревьев и кустарников (рис. XXV-1, д).

На территории предприятий по возможности большую площадь должны занимать газоны и цветники, так как почва с таким покровом меньше нагревается; площадь же бетонных и асфальтовых покрытий, сильно нагреваемых, необходимо сводить к минимуму. Охлаждению территории способствует также ее обводнение (устройство бассейнов, пруд-

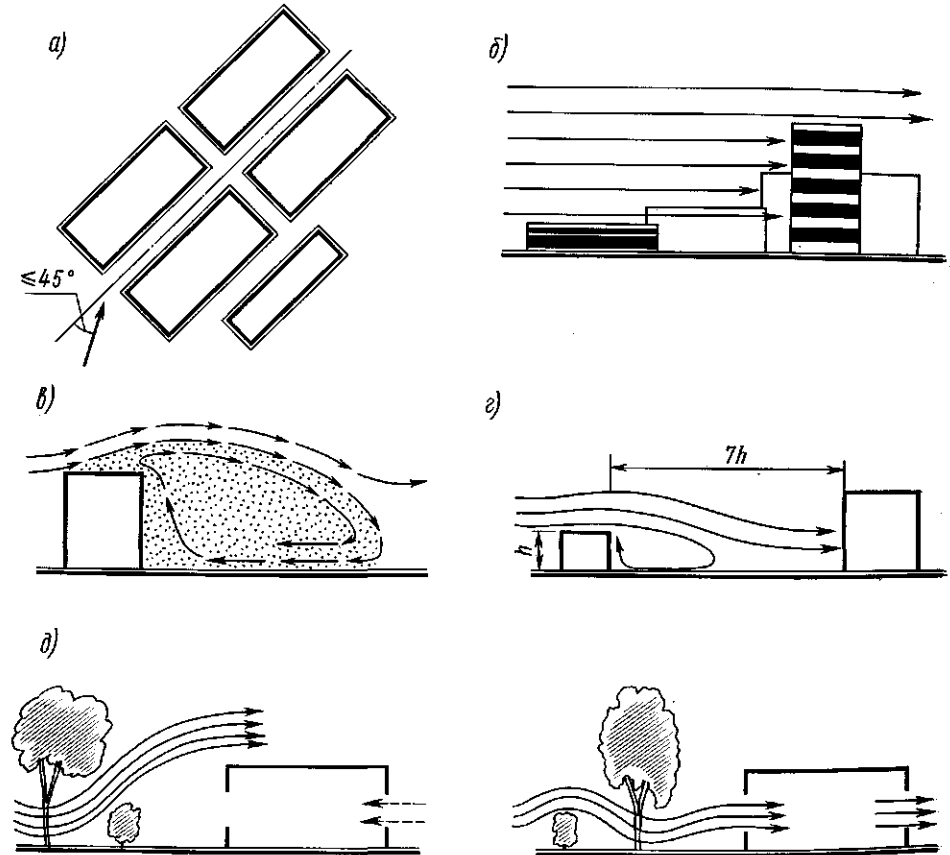


Рис. XXV-1. Элементы планировки предприятий при использовании ветра для защиты зданий от перегрева:

а — расположение зданий по отношению к направлению господствующих ветров; б — ступенчатая по высоте застройка предприятия с раскрытием пространства в сторону преобладающих ветров; в — образование зоны низкого давления; г — размещение зданий с соблюдением необходимого разрыва; д — влияние зеленых насаждений на аэрацию одноэтажных зданий

дов, фонтанов; частая поливка). Пешеходные дорожки на территории предприятия целесообразно затенять зелеными насаждениями.

Климатические особенности южных районов позволяют уменьшать территорию некоторых промышленных предприятий путем сокращения нормативного запаса исходных материалов, поскольку добыча и транспортировка их могут осуществляться круглогодично.

Типы зданий и ограждающих конструкций

В районах жаркого климата преимущественно распространены промышленные здания с обычным объемно-планировочным решением. Хорошие результаты дает принцип блокирования производств; при этом уменьшается площадь наружных стен, смягчается воздействие солнечной радиации и повышается тепловая инерция здания.

Здания с горячими производствами рекомендуется проектировать с активным аэрационным профилем, способствующим интенсификации движения воздуха через все здание.

Нередко многоэтажные здания предпочитают одноэтажным, так как большая скорость ветра в верхних слоях улучшает условия естественного воздухообмена в помещениях. Кроме того, покрытие, сильно нагреваемое под действием солнечной радиации, имеет в многоэтажном здании меньшую относительную площадь, нежели в одноэтажных.

Небольшая снеговая нагрузка на покрытия зданий в южных районах позволяет укрупнять сетку колонн и, таким образом, строить более универсальные здания.

Климатические особенности южных районов, как нигде, способствуют открытому размещению технологического оборудования ряда производств. Вне зданий здесь можно размещать значительную часть оборудования. При этом открытые установки, несмотря на дорогостоящие меры по антикоррозионной защите, значительно сокращают объем строительно-монтажных работ, снижают пожаро- и взрывоопасность производств, создают благоприятные условия труда рабочих, уменьшают эксплуатационные расходы и обладают рядом других преимуществ. Над отдельными агрегатами и рабочими местами, находящимися вне зданий, предусматривают укрытия от атмосферных осадков и солнечной радиации.

Фундаменты зданий, возводимых в южных районах, имеют во многих случаях меньшую стоимость, чем под аналогичные здания, построенные в обычных условиях, так как небольшая глубина промерзания грунта позволяет сооружать фундаменты неглубокого заложения.

Стены зданий в южных районах устраивают из общеизвестных материалов и изделий: кирпича и блоков, асбестоцементных, алюминиевых и стальных волнистых листов, железобетонных, легкобетонных и других панелей. При этом учитывают, что под воздействием солнечной радиации и в результате значительных температурных деформаций в районах с континентальным климатом могут ускоренно разрушаться материалы и стыковые соединения элементов стен.

В тех зданиях, в которых требуется поддержание постоянного тем-

пературно-влажностного режима, а также располагаемых в районах с большими суточными колебаниями наружной температуры, возводят стены с высокой степенью теплоустойчивости. Такие стены, обладая требуемой тепловой инерцией, оказывают достаточное сопротивление теплоток в помещение, а колебания температуры на внутренней поверхности их незначительны. В таких стенах допускается предусматривать воздушные прослойки, вентилируемые наружным воздухом.

В зданиях с производствами, которые не требуется специально защищать от перегрева солнечной радиацией, а также возводимых в районах с незначительными колебаниями температуры наружного воздуха устраивают стены, имеющие небольшую тепловую инерцию.

Наружные поверхности стен рекомендуется окрашивать в холодные светлые тона (белый, голубоватый, синеватый, зеленоватый), хорошо отражающие солнечную радиацию и тем самым снижающие нагрев ограждающих конструкций зданий. Такие же тона рекомендуются для расцветки интерьера помещений.

На величину солнечной радиации, проникающей в помещение, основное влияние оказывает площадь остекленных поверхностей. Поэтому при назначении размеров окон нужно исходить не только из условия естественного освещения, но и недопущения или снижения перегрева помещений под действием солнечной радиации. Очень эффективно в этой связи заполнение оконных проемов теплозащитным стеклом, отражающим тепло солнечной радиации, а также стеклопакетами, стеклоблоками и светорассеивающим стеклом.

Здания с постоянным кондиционированным температурно-влажностным режимом целесообразно строить безоконные и бесфонарные, предусматривая хорошую герметизацию дверей и ворот.

Температурно-влажностные условия в производственных помещениях в жарком климате находятся в прямой зависимости от конструкции покрытия здания. Так, при большой площади и темном цвете, облучаясь в течение почти всего дня, сильно нагреваемое покрытие (до 80° и выше) становится источником нагрева внутреннего воздуха.

В зданиях с нормальным режимом производства покрытия устраивают утепленными или с вентилируемыми воздушными прослойками. В качестве утеплителя применяют материалы с малым коэффициентом теплоусвоения (пенопласт, вермикулит, шевелин, войлок, трепел, стекловата и др.). Хорошие результаты дают кровли из специального рубероида, облицованного с наружной стороны алюминиевой фольгой, или с бронирующим слоем, состоящим из слюдяной крошки или мелкого гравия светлых тонов. Кровлю можно окрашивать в белый цвет.

Широко распространены в зданиях со строго заданным температурно-влажностным режимом водонаполненные покрытия со слоем воды толщиной 50—100 мм. Вода, отражая солнечные лучи, хорошо защищает покрытие от перегрева.

В зданиях с избытками тепла или газа при интенсивной аэрации, а также в зданиях вспомогательного и временного характера покрытия устраивают однослойными из волнистых асбестоцементных алюминиевых и стальных листов.

В условиях жаркого климата фонари рекомендуется применять с односторонним остеклением (например, шедовые). При ориентации световых плоскостей этих фонарей на северную часть горизонта удается снизить поступление в помещение тепла от солнечной радиации и создать равномерное естественное освещение всей производственной площади. В этих районах применяют также П-образные фонари с вертикальным остеклением, зенитные и др.

Солнцезащитные устройства

Одним из эффективных приемов борьбы с перегревом зданий являются солнцезащитные устройства. Затеняя оконные проемы и стены, они значительно уменьшают поступление в помещение тепла солнечной радиации; кроме того, они снижают расходы на устройство и эксплуатацию установок воздухообмена.

Солнцезащитные устройства подразделяют на постоянные, являющиеся элементом зданий, и временные, устраиваемые в процессе эксплуатации зданий, а по конфигурации — на горизонтальные, вертикальные и комбинированные (табл. XXV-1 и прил. 6).

Таблица XXV-1

Классификация и эффективность затеняющих устройств

Затеняющие устройства	Количество тепла, задерживаемого устройствами, %	Классификация затеняющих устройств
Козырьки	5	Постоянные (горизонтальные)
Маркизы	25	Временные
Жалюзи	30	Постоянные (горизонтальные)
Побелка	20—35	Временная
Ребра	35—40	Постоянные (вертикальные)
Шторы:		
наружные	30	Временные
межпереплетные	50	»
внутренние	60	»
Рассеивающие стекла	70	Постоянные

Способ затенения остекленных поверхностей выбирают, исходя из назначения здания, учета ориентации фасада, материала стен, формы и размеров оконных проемов, природных особенностей местности и технико-экономических соображений.

Козырьки устраивают при высоком стоянии солнца для затенения главным образом остекления южных фасадов; они могут иметь вид

сплошных или жалюзийных навесов из железобетонных плит, асбестоцементных листов или деревянных реек (рис. XXV-2, а, б). Козырьки имеют простую конструкцию, снижают освещенность незначительно, не ухудшают аэрацию помещений, однако не защищают помещения от проникания косых лучей солнца.

К горизонтальным солнцезащитным устройствам относят также жалюзи, которые могут быть с неподвижными и подвижными перьями (рис. XXV-2, в, г). Жалюзи устраивают деревянными, металлическими и пластмассовыми. Они хорошо защищают помещения от солнечной ра-

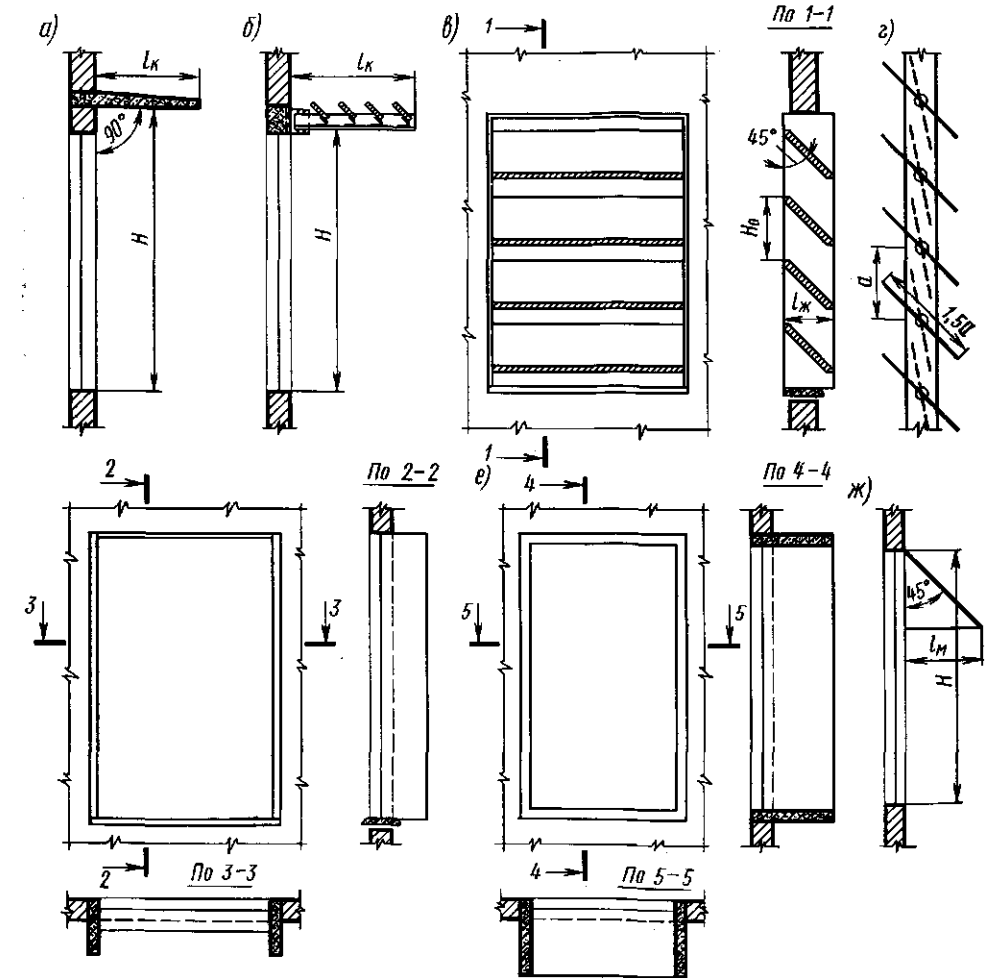


Рис. XXV-2. Солнцезащитные устройства зданий:

а — козырек из железобетонной плиты; б — козырек из деревянных реек; в — жалюзи с неподвижными перьями; г — то же, подвижными; д — вертикальные ребра; е — комбинированные (коробчатые); ж — маркизы

диации, но значительно снижают естественную освещенность помещений.

Для затенения окон восточных и западных фасадов иногда навешивают вертикальные ребра из железобетонных плит (рис. XXV-2, *д*). Ребра не допускают в помещение косые лучи низкостоящего солнца, но не защищают полностью помещение от лучей при высоком стоянии солнца.

В многоэтажных зданиях на фасадах любой ориентации применяют комбинированные (коробчатые) солнцезащитные устройства, состоящие из вертикальных и горизонтальных плит, обрамляющих проемы (рис. XXV-2, *е*). Коробчатая система хорошо защищает помещения от прямых и косых лучей, однако она имеет высокую стоимость и трудоемка в монтаже.

В промышленных, как и общественных зданиях, не исключено применение маркиз, представляющих собой текстильные солнцезащитные навесы, натянутые на металлический каркас (рис. XXV-2, *ж*).

Все типы солнцезащитных устройств рекомендуется окрашивать в белый цвет. Для затенения окон и глухих участков стен, а также в декоративных целях на юге часто используют быстрорастущие вьющиеся растения.

Размеры затеняющих устройств зависят от географической широты и ориентации световых проемов (табл. XXV-2).

Таблица XXV-2

Размеры некоторых солнцезащитных устройств

Географическая широта, град	Основные размеры затеняющих устройств при ориентации светопроемов на юг		
	жалюзи — $l_{ж}$	козырьки — $l_{к}$	маркизы — $l_{м}$
10	} $l_{ж}=0,75H_0$	0,2H	0,18H
35		0,27H	0,21H
40		0,37H	0,26H
45		0,47H	0,32H
65		0,50H	0,45H
90		0,55H	0,55H

Фасады зданий, оборудованных солнцезащитными устройствами, получают более богатую архитектурную композицию, создаваемую горизонтальным и вертикальным ритмом затеняющих элементов, контрастом их с гладкой поверхностью стен, разнообразной игрой света и тени (рис. XXV-3). Солнцезащитные устройства связывают архитектуру зданий с природой и климатом.

Благоприятный микроклимат в промышленных зданиях, возводимых на юге, помимо затеняющих устройств создается интенсивным воздухообменом в помещениях путем аэрации, вентиляции или кондиционирования воздуха.

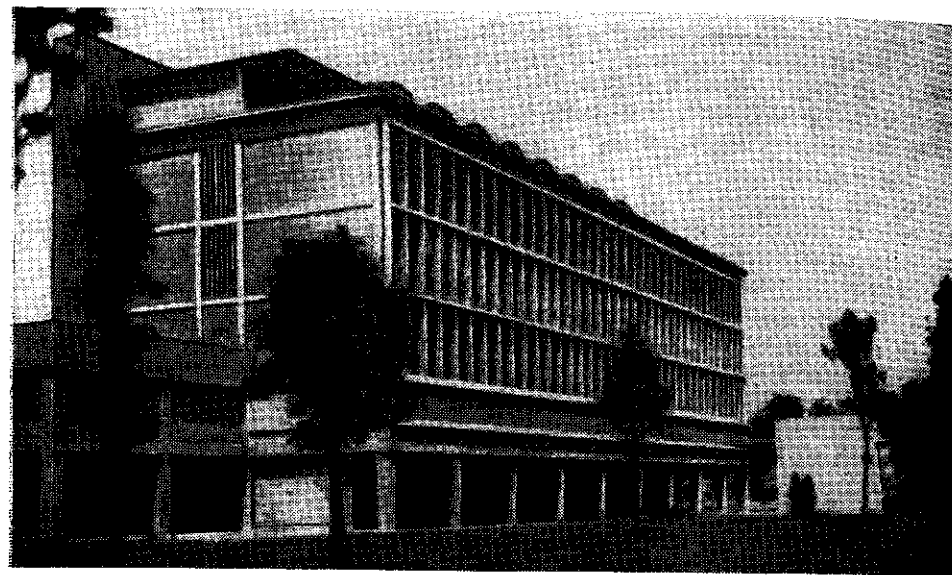


Рис. XXV-3. Здание фармацевтической фабрики с солнцезащитными устройствами (Франция)

ГЛАВА

XXVI ЗАЩИТА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ОТ АГРЕССИВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Общие положения. Долговечность и эксплуатационная надежность зданий зависят не только от силовых факторов, определяющих статическую работу и размеры сечений конструктивных элементов сооружений, но и в большой мере от характера воздействующей на них агрессивной среды.

В настоящее время строения с агрессивной средой составляют более 50% промышленных зданий и сооружений. Наибольшему разрушающему воздействию агрессивных сред подвергаются строительные конструкции зданий и сооружений в таких отраслях промышленности, как черная и цветная металлургия, химическая, пищевая и целлюлозно-бумажная.

Применение материалов и конструкций, не обладающих стойкостью к агрессивной среде, и отсутствие эффективных мер по их защите приводят к преждевременному физическому износу зданий и сооружений. Требуется часто проводить дорогостоящие ремонты их в процессе эксплуатации.

Длительное сохранение огромных фондов промышленных зданий и сооружений имеет большое народнохозяйственное значение. Оно обеспечивает бесперебойную работу производства, увеличивает продолжительность межремонтного периода зданий и снижает эксплуатационные расходы по их содержанию.

Агрессивной принято называть среду, под воздействием которой изменяются структура и свойства строительных материалов, что снижает их прочность и приводит к преждевременному разрушению конструкций, из этих материалов.

При проектировании зданий и сооружений необходимо учитывать следующие показатели среды производства: степень агрессивности жидкости, газа и твердых веществ, температуру и влажность внутреннего воздуха, импульсный нагрев конструкций лучистым и конвекционным теплом. На долговечность построек значительное влияние оказывает непосредственное увлажнение конструкций грунтовой, атмосферной, строительной и эксплуатационной влагой, а также конденсационное увлажнение.

Степень агрессивности среды определяют концентрацией и активностью производственных выделений, а также характером воздействия ее на материал конструкций (непосредственно или через воздушную среду). На конструкцию может воздействовать одна или одновременно несколько агрессивных сред. В зависимости от условий эксплуатации зданий (температуры, влажности и др.) одна и та же агрессивная среда может воздействовать на материалы и конструкции слабо, средне и сильно.

Воздействие различных сочетаний реагентов вызывает в конструкциях физико-химические изменения структуры материала, а также попеременные нагревание и охлаждение, увлажнение и высушивание, замерзание и оттаивание. В результате в материале конструкций возникают коррозионные разрушения, связанные с кристаллизационным давлением, а также происходят его усадка, набухание, коробление, расслоение, размораживание, биохимический распад, температурные деформации.

В проектах зданий и сооружений с агрессивной производственной средой нужно в первую очередь предусматривать мероприятия по ликвидации или ограничению агрессивного воздействия среды. Для этого необходимо герметизировать технологическое оборудование, трубопроводы и отдельные помещения, локализовать реагенты в источнике их выделения, устраивать местные отсосы и надежную общую вентиляцию, обеспечить нормальный температурно-влажностный режим в помещениях и т. д.

Строительные материалы и конструкции, работающие в агрессивных средах, должны быть стойкими к ним. В случае вынужденного применения для конструкций материалов, не отвечающих требованиям коррозионностойкости, предусматривают защитные мероприятия. К ним относятся: применение рациональных объемно-планировочных решений, способствующих оздоровлению среды производства; выбор для конструкций надежных статических схем и специальных износостойких сечений; улучшение структуры материала, дополнительная обработка поверхностей

конструкций, нанесение защитных покрытий, устройство облицовок, изоляционных слоев и экранов.

Во всех случаях выбор материалов, конструкций и защитных мероприятий обосновывают технико-экономическими расчетами с учетом обеспечения требуемой долговечности и эксплуатационной надежности зданий и сооружений.

Защита строительных конструкций от химической агрессии

Коррозией называют разрушение материалов вследствие воздействия окружающей среды. Коррозионные процессы обычно начинаются на поверхности конструкций, далее постепенно проникают вглубь и вызывают сначала их повреждение, а затем полное разрушение.

По механизму коррозионного процесса различают два основных вида коррозии: химическую и электрохимическую. Первая представляет собой процесс взаимодействия поверхности с окружающей средой без возникновения электрохимических процессов на границе фаз. Электрохимическая коррозия возникает в процессе взаимодействия металлов с электролитами (водой или водными растворами кислот, щелочей и солей, а также с неводными электролитами).

Характер и скорость коррозии строительных материалов определяют следующие факторы:

для газовых сред — вид и концентрация газов, влажность и температура, растворимость газов в воде;

для твердых сред — вид среды (соли, грунты, аэрозоли, пыль и др.), дисперсность, растворимость в воде, гигроскопичность, влажность окружающей среды и самого материала;

для жидких сред — вид среды (растворы кислот, щелочей и солей, органические жидкости), наличие агрессивных агентов, их концентрация и температура, а также величина напора или скорость притока жидкости к поверхности конструкции.

Характер агрессивной среды определяют водородным показателем, обозначаемым рН. Среда считается кислой при $\text{pH} < 7$, нейтральной при $\text{pH} = 7$ и щелочной при $\text{pH} > 7$. Коррозионную стойкость металлов при равномерной коррозии оценивают скоростью коррозии в мм/год, а неметаллических материалов — качественно по изменению прочности, проницаемости и других свойств.

Настоящий объем книги не позволяет подробно рассмотреть здесь многообразные процессы коррозии материалов. Автор ограничился описанием коррозионностойких материалов и строительных конструкций, работающих в агрессивных средах, и целесообразных решений по их защите от преждевременного разрушения.

Коррозионную стойкость *металлических конструкций* обеспечивают применением металлов, устойчивых к данной агрессивной среде, плакированных металлов и биметаллов, металлов с электрохимической защи-

той, а также металлизацией поверхностей и нанесением лакокрасочных покрытий.

Хорошие результаты дает защита металлических конструктивных элементов облицовкой и обетонированием их химически стойкими материалами.

Помимо защитных покрытий и облицовок долговечность металлических конструкций в условиях агрессивной среды повышается при применении устойчивых в отношении коррозии конструктивных форм и сечений, позволяющих избежать образования мест скопления пыли и влаги. Так, вместо спаренных уголков в фермах, балках и колоннах рекомендуется применять круглые, сплошностенчатые и другие сечения простой формы.

В конструкциях зданий не следует допускать контактирования различных металлов между собой и с другими строительными материалами. Во избежание развития коррозии в местах неизбежного контакта предусматривают инертные покрытия: лакокрасочные, резиновые, полимерные и др.

Стойкость естественных каменных и керамических материалов повышают обработкой или пропиткой поверхности следующими составами:

растворами магниевых, цинковых и других солей кремнефтористоводородной кислоты или растворами этой кислоты (флюатирование) с предварительной обработкой поверхности раствором извести или без обработки (для известняка);

органическими веществами— битумом, дегтем, петролатумом, парафином и другими материалами; синтетическими смолами.

В последние годы все большее распространение в строительстве (особенно в химической промышленности) получают деревянные материалы и конструкции, которые более стойки в химически агрессивной среде по сравнению с конструкциями из других материалов.

Натуральная древесина стойка к действию слабых растворов минеральных (фосфорной, соляной, серной, плавиковой) и органических кислот (кроме щавелевой), растворов солей этих кислот, спиртов, минеральных масел, углеводов, а также газов: SO_3 , SO_2 , CS_2 и H_2S .

Модифицированная древесина, бакелизированная фанера марок ФБС и ФБС₁ и древеснослоистые пластики являются стойкими к действию минеральных кислот повышенной концентрации (включая азотную кислоту), растворов солей, соледержащих руд, а также хлора, хлористого водорода и фтористого водорода.

Водостойкая клееная фанера марки ФСФ, склеенная фенолформальдегидными клеями, стойка к действию слабокислых и слабощелочных сред при температуре до 60°.

Химическую стойкость деревянных конструкций можно повысить нанесением на их поверхность составов или материалов, предохраняющих от действия агрессивных сред, или предварительной пропиткой древесины защитными составами. В зависимости от вида агрессивной среды дре-

весину пропитывают минеральными растворами, синтетическими смолами, битумом, петролатумом и т. д.

Из деревянных несущих конструкций предпочтение следует отдавать балкам, рамам и аркам сплошного массивного сечения. Целесообразно использовать для этого прямоугольные сечения сплошные или коробчатые, имеющие внешнюю гладкую поверхность без выступов. Не рекомендуется применять в агрессивных средах сквозные стержневые системы (фермы, стойки и др.) и конструкции с полками, имеющие места скопления пылевидных или туманообразных частиц агрессивной среды.

Деревянные конструкции следует проектировать с минимальным количеством металлических элементов. Распорные конструкции рекомендуется делать без затяжек, передавая распор на фундаменты.

Для изготовления бетонных и железобетонных деталей и конструкций, предназначенных для работы в агрессивных газовых и твердых средах, рекомендуется применять портландцемент, сульфатостойкий портландцемент, портландцемент с умеренной экзотермией, а также шлакопортландцемент с содержанием шлака не более 50%.

Для конструкций, работающих в жидкой агрессивной среде, вид применяемого цемента зависит от группы коррозии. При воздействии на бетон вод с малой жесткостью, когда составные части цементного камня растворяются и вымываются протекающей водой (если требование морозостойкости не является ведущим), целесообразны пуццолановые и шлакопортландцементы.

На случай действия на бетон вод, содержащих химические вещества, вступающие в обменные реакции с составляющими цементного камня, можно использовать любые портландцементы. При воздействии на бетон сульфатов, способствующих кристаллизации в порах и капиллярах бетона малорастворимых солей, используют сульфатостойкие цементы, а также цементы с умеренной экзотермией.

Если в воде-среде содержатся едкие щелочи концентрацией более 1%, для изготовления конструкций применяют специальные портландцементы без гидравлических добавок.

Для повышения стойкости бетонов следует применять крупный песок (модуль крупности 2—2,5) и чистый (отмучиваемых частиц $\leq 1\%$ по весу), а в качестве крупного заполнителя — промытый (отмучиваемых частиц $\leq 0,5\%$ по весу) и разделенный на фракции щебень изверженных не выветрившихся пород. Бетон может иметь нормальную, повышенную и особо высокую плотность с водоцементным отношением соответственно не более 0,6; 0,55 и 0,45.

Легкий бетон на пористых заполнителях, применяемый для таких конструкций, должен иметь однородное строение и плотную структуру. Водопоглощение естественных пористых заполнителей принимают не более 12%, а искусственных — не более 10%.

Железобетонные конструкции, эксплуатирующиеся в агрессивной среде, должны иметь увеличенную толщину защитного слоя до арматуры. Не допускается применять для них арматурную проволоку диаметром менее 4 мм для ненапрягаемой арматуры и в предварительно-напряженных конструкциях 3-й категории трещиностойкости; высокопрочную про-

волоку диаметром менее 2,5 мм в арматурных прядях и канатах. Для несущих легковесных конструкций нельзя использовать арматуру из высокопрочной проволоки, термоупрочненные стержни и катанку.

Коррозионную стойкость железобетонных конструкций помимо применения стойкого в данных условиях бетона и увеличения его плотности обеспечивают химической обработкой поверхностей, защитой их изолирующими пленками и покрытиями или пропиткой высокомолекулярными соединениями, а также введением в состав бетона различных добавок (солевых, поверхностно-активных, полимерных).

В случае действия в цехах сильноагрессивных сред для изготовления конструкций применяют кислотоупорные бетоны, устойчивые против органических и неорганических кислот любых концентраций, кроме горячей фосфорной, плавиковой и кремнефтористоводородной, а также растворов кислых солей и газов.

Следует помнить, что кислотоупорные бетоны нестойки к действию щелочных растворов и длительному действию воды.

Арматуру в бетоне коррозионностойких конструкций защищают: слоем бетона до арматуры, ограничением величины раскрытия трещин, повышением плотности бетона, металлическим покрытием арматуры, а также покрытием поверхности бетона лакокрасочными или пленочными материалами.

Железобетонные конструкции, предназначенные для работы в агрессивной среде, должны иметь сечения простой формы, чтобы не было застойных мест для скопления агрессивных сред и для облегчения их отвода.

Ниже приведены общие положения, подлежащие учету при проектировании зданий и сооружений с агрессивной средой.

Технологическое оборудование и агрегаты, выделяющие агрессивные жидкости, газы и пыль, целесообразно размещать открытым или полукрытым способом, если это не противоречит технологии производства и доступно по климатическим условиям. При этом следует учитывать преобладающее направление ветра.

Объемно-планировочное решение зданий выбирают таким, чтобы повысить долговечность службы их конструктивных элементов при минимальных затратах на защиту от коррозии. В зданиях с агрессивной средой организуют беспрепятственный воздухообмен по всему объему помещения, оздоравливающий производственную среду.

Конструкции здания, непосредственно контактирующие с агрессивной средой, должны иметь возможно меньшую площадь наружной поверхности. При выборе конструкций предпочтение отдают формам сечений и узлов сопряжения, в которых не скапливаются агрессивные вещества.

Надежность зданий и сооружений, эксплуатируемых в условиях агрессивных сред, повышают путем: соблюдения принципов равнопрочности при проектировании; равнонадежности и равновыносливости конструкций; использования принципа концентрации усилий и материалов; применения упрощенных и совершенных конструкций с многосвязевой системой; дублирования наиболее ответственных звеньев в конструкции;

применения конструкций, работающих преимущественно на сжатие. К строительным конструкциям, находящимся в условиях воздействия агрессивных сред, должен иметься доступ для систематического осмотра и периодического возобновления антикоррозионной защиты.

Фундаменты зданий (в том числе под оборудование) и ограждения подвалов в зависимости от степени агрессивного воздействия воды-среды

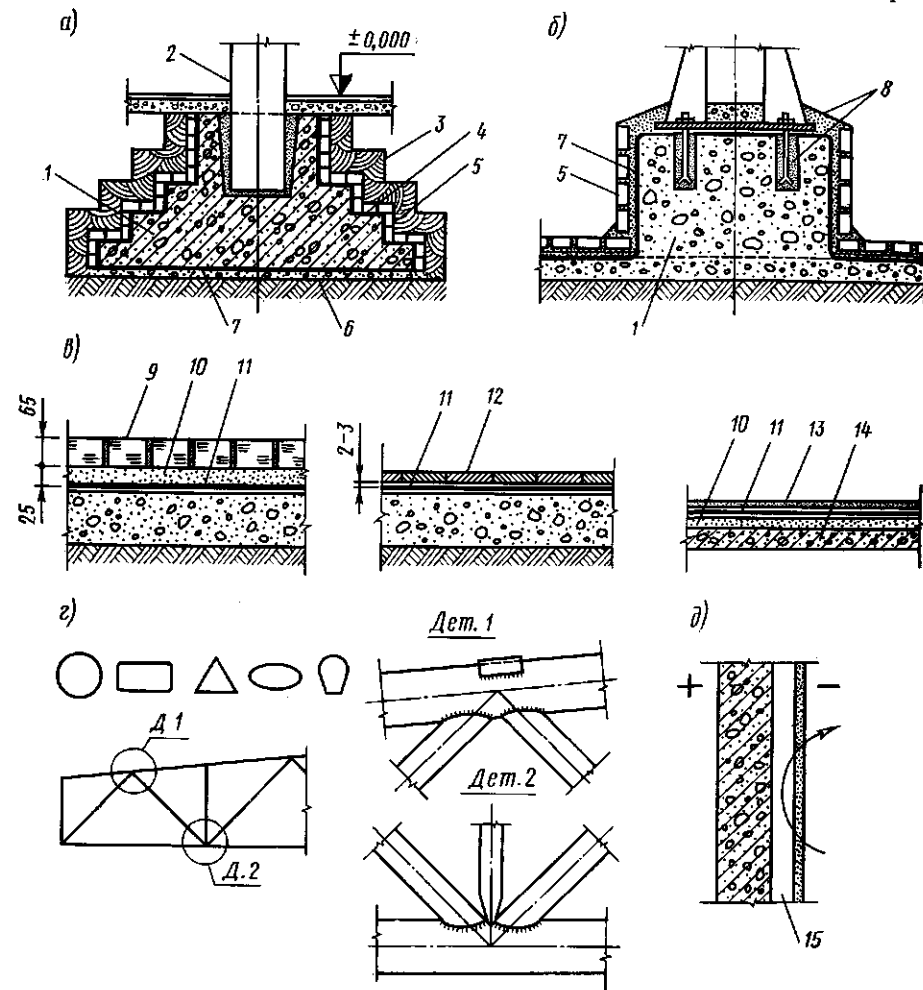


Рис. XXVI-1. Некоторые конструктивные элементы зданий с агрессивной средой:

а — защита фундамента в сильноагрессивной среде; б — то же, фундамента под оборудование; в — примеры конструкций полов при воздействии жидкостей; г — металлическая ферма из замкнутых профилей; д — схема стены с воздушной прослойкой; 1 — фундамент; 2 — колонна; 3 — глина; 4 — цементная обмазка; 5 — облицовка стойким материалом; 6 — подготовка; 7 — гидроизоляция; 8 — химически стойкий раствор; 9 — кислотоупорный кирпич; 10 — раствор на жидком стекле; 11 — оклеенная изоляция; 12 — керамические плитки на мастике; 13 — рулонный полимерный материал на мастике; 14 — плита междуэтажного перекрытия; 15 — воздушная прослойка

можно защитить: глиняным замком, покраской битумом или покрытием битумно-латексной эмульсией, оклейкой бризолом, изолом или гидроизолом, обкладкой глиняным обыкновенным или кислотоупорным клинкерным кирпичом и другими материалами (рис. XXVI-1, а, б).

Если подошвы фундаментов расположены ниже уровня агрессивных вод, под ними устраивают подготовку из стойкого в данной среде утрамбованного щебня толщиной 100 мм с проливкой битумом. При сильно-агрессивной среде на такую подготовку дополнительно укладывают слой кислотостойкого асфальта толщиной 20 мм и два слоя рулонной гидроизоляции на битумной мастике.

Верх железобетонных фундаментов под металлические колонны и оборудование должен находиться выше пола не менее чем на 30 см, а при невозможности этого нижние части колонн на высоту 50 см обетонируют и защищают отгибом вверх рулонной изоляции пола на высоту 30 см.

Материалы и конструкции пола выбирают с учетом интенсивности и степени агрессивного воздействия жидких сред. При малой интенсивности и слабой степени воздействия в конструкции пола применяют обмазочную изоляцию из мастик на основе битума или полимеров. В случаях устройства покрытий пола из бетона, мозаичного металлоцемента и кислотоупорного бетона по обмазке для улучшения сцепления наносят крупный песок.

При средней и сильной интенсивности воздействия на пол слабоагрессивных жидких сред или малой интенсивности воздействия средне- и сильноагрессивных сред в конструкцию пола вводят оклеечную гидроизоляцию (рис. XXVI-1, в). Ее можно выполнять: из двух слоев изола, гидроизола; трех слоев толя, толь-кожи; одного-двух слоев полиизобутилена; двух слоев поливинилхлорида или полиэтиленовой пленки.

Покрытия коррозионностойких полов делают из кислотоупорного бетона или асфальта, керамических и кислотоупорных плиток, клинкерного и кислотоупорного кирпича, материалов на основе полимеров и других материалов.

В зданиях с агрессивными средами несущие конструкции, как отмечалось выше, выполняют из металла, железобетона и древесины. Наряду со сборными железобетонными конструкциями можно применять конструкции из сборно-монокристаллического и монокристаллического железобетона. Железобетон в них может быть ненапряженным и преднапряженным. В последних конструкциях рекомендуется использовать стержневую горячекатаную арматуру, натягиваемую на форму или упоры. Составные преднапряженные конструкции с лучковой проволочной арматурой, размещаемой в инъектируемых каналах, для таких зданий не рекомендуются.

Прямые углы сечений железобетонных конструкций следует скруглять или срезать на фаску, так как острые кромки легко повреждаются при монтаже и в процессе эксплуатации.

Несущие конструкции покрытий должны иметь сечения простой формы, исключающей скопления агрессивных частиц. Этому требованию отвечают фермы из металлических замкнутых профилей (рис. XXVI-1, г), имеющие хорошие аэродинамические качества, меньшую площадь окра-

шиваемых поверхностей (по сравнению с фермами из уголков) и повышенную коррозионную стойкость.

Закладные элементы и сварные соединения стыков в сборных и сборно-монокристаллических железобетонных конструкциях защищают замоноличиванием их плотным бетоном. Необетонированные закладные детали покрывают стойкими составами или обрабатывают металлизацией. Все узкие зазоры в местах сопряжения и стыкования конструкций следует тщательно заделывать коррозионностойкими материалами.

Ограждающие конструкции в зданиях (особенно в условиях жидкой агрессивной среды) должны непременно обладать достаточным термическим сопротивлением. В противном случае на их внутренней поверхности образуется капельная влага, усложняющая защиту материала от разрушения. С целью предупреждения переувлажнения ограждений с внутренней стороны устраивают пароизоляцию или иногда в их толще предусматривают воздушную прослойку (рис. XXVI-1, д).

Стены и покрытия с внутренней стороны должны иметь гладкую поверхность. При этом исключается скопление на них частиц агрессивной среды и улучшается проветривание помещений.

Несущие и ограждающие конструкции, выполненные из недостаточно стойких материалов, защищают:

лакокрасочными покрытиями (масляные краски, эмали, лаки, герметики, эпоксидная шпаклевка и смола, андезит и др.);

обмазочной изоляцией и штукатурками (на основе полимерных материалов, силикатных кислотоупорных замазок, битумов);

оклеечной изоляцией из рулонных химически стойких материалов (изол, бризол, гидроизол, полиизобутилен и др.);

облицовкой химически стойкими материалами (кирпич клинкерный и кислотоупорный, плитки керамические, каменное литье, пластмассы и т. п.).

Для защиты несущих и ограждающих конструкций от действия кислотных сред следует применять специальные штукатурки из растворов на жидком стекле и на синтетических смолах (пластрастворы). Нижние участки стен и колонн при близком расположении к ним оборудования, выделяющего агрессивные жидкости, защищают панелями из керамических плиток или стойкими листовыми материалами, а также плитками из стойких материалов высотой не ниже 300 мм.

Панели из легких бетонов допускается применять для ограждений зданий с агрессивной средой с соответствующей их защитой.

В зданиях с агрессивной средой и высокой влажностью не рекомендуется устраивать световые и аэрационные фонари без принятия мер против образования конденсата. Если обычные оконные переплеты и дверные полотна не обладают стойкостью к данной среде, их защищают химически стойкими покрытиями.

При высокой влажности в помещениях и наличии газовой агрессивной пароизоляции в покрытиях устраивают из следующих рулонных материалов: одного-двух слоев бризола, изола, полиэтилена, полиизобутилена или поливинилхлорида. Эти материалы укладывают на битумной мастике или синтетических клеях и предусматривают отбортовку пароизоля-

ции вверх на высоту толщины термоизоляционного слоя. Не допускается применять в кровельных покрытиях утеплитель из ячеистого бетона, содержащего хлористые соли.

Кровли в зданиях со щелочной агрессивной средой (например, на содовых заводах) не рекомендуется устраивать из битумных материалов. Лучшими в этих условиях являются кровли из полимерных материалов. При наличии агрессивной пыли, особенно калийных солей, устройство кровель из асбестоцементных волнистых листов допускается только при покрытии их поверхности химически стойкими лакокрасочными составами.

Компенсаторы деформационных швов выполняют из оцинкованной, нержавеющей или гуммированной стали, полиизобутилена или резины и укладывают их на химически стойкой мастике с плотным закреплением. Полость шва заполняют минеральной ватой или упругими теплоизоляционными материалами, пропитанными нефтяным битумом или каменноугольной смолой.

Предохранение конструкций зданий и сооружений от увлажнения

Влага является главным компонентом, способствующим развитию процессов коррозии (как отмечалось в предыдущем разделе). Кроме того, увлажняя строительные конструкции, она создает условия для преждевременного износа зданий, вызывает сырость в помещениях, нарушает технологию производства и ухудшает санитарно-гигиенические условия для работающих.

В большинстве случаев конструктивные элементы переувлажняются в результате нарушений эксплуатационного режима зданий, неправильного выбора материалов конструкций, несоблюдения правил строительства и отсутствия эффективных мер против переувлажнения элементов зданий.

Источниками увлажнения конструкций зданий служат грунтовые, атмосферные, построечные и эксплуатационные воды.

Грунтовые воды — это свободные подземные воды первого от поверхности постоянного водоносного горизонта. Запасы их пополняются в основном атмосферной влагой, просачивающейся через почвенный слой, а также за счет инфильтрации озерных и речных вод и восходящими водами артезианских бассейнов.

Режим грунтовых вод характеризуется сезонными колебаниями уровня, дебита, температуры и химического состава. Весьма разнообразный химический состав грунтовых вод зависит от типа пород, залегающих в данном районе. Так, в районах месторождений каменной соли грунтовые воды содержат хлориды, в местах с гипсоносными породами — сульфаты. В районах подзолистых и лесных почв при выпадении обильных осадков образуются слабокислые грунтовые воды.

При плохо выполненной гидроизоляции и отсутствии ее или в случае потери изоляцией защитных свойств грунтовая влага всасывается капил-

лярами материала фундаментов и стен, а при высоком уровне грунтовых вод перемещается по этим капиллярам под влиянием гидростатического напора.

Необходимо помнить, что фундаменты могут увлажняться и при сравнительно глубоком уровне грунтовых вод в результате капиллярных и электрокинетических явлений в грунте. Высота капиллярного поднятия влаги в песчаных грунтах незначительна (0,25 м), тогда как в глинистых грунтах она поднимается до 10 м.

Атмосферная вода (дождь, снег, град, иней, туманы), воздействуя на строительные конструкции, значительно понижает эксплуатационные качества зданий. Исследования автора настоящей книги показали, что в промышленных районах атмосферные осадки, проходя облако аэрозолей, приобретают кислый или щелочной характер ($pH = 0,1—12$) и, следовательно, ускоряют разрушение конструкций.

Поверхностные воды, появляющиеся от атмосферных осадков, при неисправной отмостке проникают под фундаменты, увлажняя их и грунты оснований. При этом возможны случаи неравномерной осадки сооружений. Особенно неблагоприятно действует вода на просадочные грунты, которые, намокая, теряют прочность и вызывают значительные (иногда непоправимые) деформации зданий. Глинистые грунты при увлажнении увеличиваются в объеме и также могут вызывать неравномерные осадки построек.

При отсутствии защитных мер интенсивно намокают стены от дождя в ветренную погоду, при неорганизованном наружном водоотводе с покрытия и при организованном наружном водоотводе в случае неисправности водосточной системы. Атмосферная влага проникает в толщу панельных и крупноблочных стен, если швы заделаны негерметично. Если отмостка расположена выше уровня горизонтальной изоляции, стены тоже увлажняются.

Особенно быстро разрушаются увлажненные стены при переменном замораживании и оттаивании или в случаях воздействия на них переменных по величине низких отрицательных температур (даже без перехода температуры через нуль). Превращение воды, находящейся в порах материала, в лед сопровождается увеличением объема твердой фазы примерно на 9%. В результате этого возникают напряжения, разрушающие материал: он становится рыхлым, расслаивается и покрывается трещинами. Прочность материала снижается и от воздействия переменных циклов увлажнения и высыхания.

При дефектах в кровле и недоброкачественной заделке воронок внутреннего водоотвода и рулонного ковра на парапетах элементы покрытия намокают и появляется течь внутрь помещений. Сырой утеплитель теряет теплозащитные качества, а зимой подвергается размораживанию, приводящему к разрушению его.

В определенных условиях на стенах и покрытиях образуются иней и гололед, увлажняющие конструкции и постепенно разрушающие их поверхности и отделочные слои (бронирующие на рулонных кровлях).

Количество осадков в единицу времени учитывают при определении

числа и мощности различных водоотводящих устройств (водоприемных воронок, труб ливневой канализации, дренажных кюветов и т. п.). При выборе места строительства зданий и сооружений необходимо учитывать, что осадки в виде снега могут стать причиной образования на косогорах разрушительных снежных лавин, а дожди вызывают оползни в гористой местности.

Построечная влага вносится в конструкции в период строительства зданий и сооружений. Количество ее зависит от влагоемкости строительных материалов, местных климатических и метеорологических условий, времени года и продолжительности возведения, способов производства работ и других факторов.

В процессе строительства влага вносится в составе растворов при кладке стен и штукатурных работах, бетона при бетонировании конструкций, а также антисептированием древесины и т. п. Значительная часть влаги попадает в конструкции в случае применения материалов, увлажненных атмосферными осадками во время перевозки, небрежного хранения их или в процессе возведения.

Построечная влага ухудшает качество зданий, так как нарушается целостность сопряжений и соединений в деревянных элементах, появляются мокрые пятна и плесень на ограждениях, а штукатурка иногда отстает от основания. Кроме того, в помещениях в начальный период эксплуатации зданий наблюдается повышенная влажность внутреннего воздуха.

Конструкции, изготовленные из медленно высыхающих материалов, могут оказаться надолго засыревшими, так как к медленно испаряющейся влаге в период эксплуатации будет добавляться диффундирующая конденсационная и атмосферная влага.

Эксплуатационная влага в помещениях возникает в результате так называемых мокрых и влажных технологических процессов, при которых происходят разбрызгивания, проливы и испарения жидкостей вследствие небрежного использования и недостаточной герметичности аппаратуры и оборудования. Применение влажных сырьевых материалов и полуфабрикатов, неисправность системы канализации, водоснабжения и теплофикации, мойка полов и другие причины еще более повышают количество эксплуатационной влаги в зданиях.

Промышленные воды, как отходы производства, характеризуются большим разнообразием химического состава. Например, на предприятиях химической промышленности в их состав могут входить растворители, кислоты, щелочи, спирты, нефтепродукты, углеводороды и т. д. Предприятия машиностроительной промышленности включают травильные, термические и гальванические отделения. Сточные воды первых содержат сульфат, хлорид железа, свободную серную кислоту и т. п.; воды вторых — цианистый натрий, минеральные масла и взвешенные вещества; третьих — железо, сульфаты, нитраты и др.

Как отмечалось выше, повышенная влажность конструкций в начальный период эксплуатации зданий может быть вызвана построечной влагой, а в последующие периоды — грунтовой, атмосферной или эксплуатационной влагой. Переувлажнение ограждающих конструкций яв-

ляется причиной снижения ими теплозащитных качеств и повышения вероятности преждевременного разрушения.

При пониженных теплозащитных свойствах наружных ограждений парообразная влага воздуха помещений может конденсироваться на их внутренней поверхности или проникать внутрь конструкций путем диффузии, конденсируясь в более охлажденных слоях.

Во избежание конденсации влаги температура внутренней поверхности ограждающей конструкции должна быть не ниже температуры точки росы. Температура точки росы — температура воздуха, при которой наступает полное насыщение его водяным паром (относительная влажность 100%). При дальнейшем понижении температуры излишнее количество влаги будет конденсироваться, т. е. переходить в жидкое состояние.

В различных ограждениях плоскости возможной конденсации находятся:

в однородных стенах — примерно на расстоянии $\frac{2}{3}$ толщины от внутренней поверхности;

в однородных стенах с плотным наружным фактурным слоем — в месте примыкания слоя к стене;

в стенах, утепленных изнутри, — в месте примыкания утеплителя к более плотной наружной части;

в стенах, утепленных снаружи, — в месте примыкания утеплителя к наружному фактурному слою;

в покрытиях с рулонной кровлей — в месте примыкания утеплителя к подкровельному слою.

Влажностный режим ограждающих конструкций зависит от температуры и влажности внутреннего и наружного воздуха, паропроницаемости и пароемкости материалов, конструкции ограждения и расположения в ней паро- и теплоизоляционных слоев.

Для выбора эффективных защитных мер против разрушения при проектировании ограждений здания используют оценку их влажностного состояния: будет ли в ограждении конденсироваться водяной пар в холодный период года, а при наличии конденсации пара в ограждении в холодный период успеет ли влага удалиться из ограждения в теплый период года. В процессе эксплуатации здания недопустимо систематическое накопление влаги в ограждении за годовой период выше нормативных величин.

Ниже рассмотрены меры по предохранению конструктивных элементов зданий и сооружений от переувлажнения.

К общим мерам повышения долговечности зданий в условиях влажной среды следует отнести: обеспечение нормального воздухообмена и отопления для поддержания в помещениях заданного температурно-влажностного режима; герметизацию аппаратуры мокрых и влажных технологических процессов или устройство местных отсосов влаги от оборудования, своевременное производство ремонтов (особенно систем, транспортирующих воду и другие жидкости); применение стойких во влажной среде материалов; соблюдение правил технической эксплуатации зданий.

Значительно уменьшается построечная влага при возведении зданий из сборных железобетонных несущих и ограждающих конструкций, позволяющих свести к минимуму мокрые процессы на площадке, а также из неувлажненных материалов.

Одна из основных мер защиты зданий от грунтовых вод (при их высоком стоянии) — устройство дренажа, понижающего и отводящего грунтовые воды от фундаментов и подвалов. Дренажи имеют различные типы

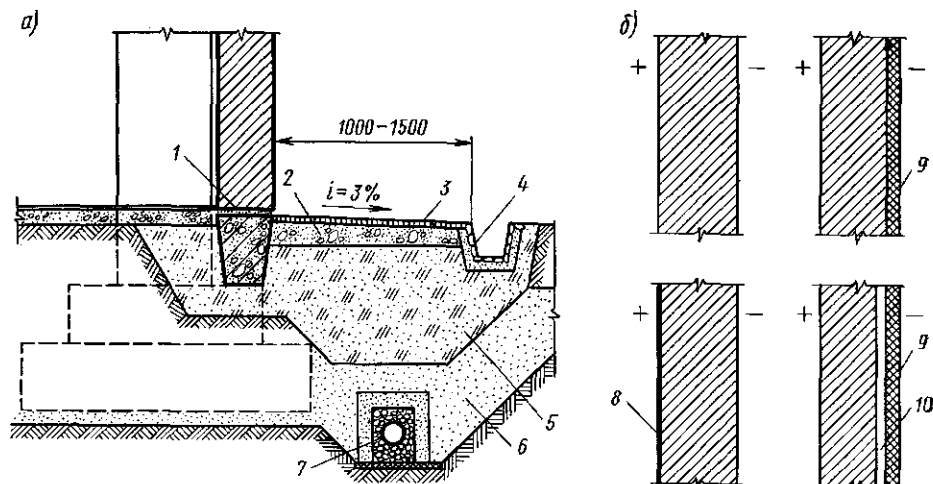


Рис. XXVI-2. Способы защиты некоторых конструкций зданий от переувлажнения:
a — устройство дренажа; *б* — принципиальные схемы стеновых ограждений;
 1 — гидроизоляция; 2 — бетонная подготовка; 3 — асфальтовая отмостка; 4 — дренажный кювет; 5 — взрыхленный и утрамбованный глинистый грунт; 6 — песок; 7 — дренаж; 8 — пароизоляция; 9 — теплоизоляция; 10 — воздушная прослойка

и конструкции, но в большинстве случаев они состоят из системы горизонтальных керамических труб с отверстиями или неплотным стыкованием.

Дренажные трубы обычно укладывают ниже подошвы фундаментов, что позволяет понизить глубину залегания грунтовых вод не менее чем на 0,5 м от подошвы фундаментов (рис. XXVI-2, *a*).

Для отвода атмосферных вод, которые могут проникнуть к фундаментам, вокруг построек предусматривают надежную водонепроницаемую отмостку требуемой ширины и с уклоном от здания. Отмостку можно дополнить устройством дренажных кюветов.

Фундаменты и грунты основания предохраняют от намокания эксплуатационной влагой путем устройства водонепроницаемых полов. В зданиях, возводимых на водоносных грунтах и оборудованных холодильными установками, необходимо предусматривать надежную тепловую изоляцию полов; в противном случае замерзшая грунтовая вода может вызвать неравномерные деформации в здании.

Фундаменты защищают от увлажнения, кроме того, водонепроницаемыми окрасками, обмазками и облицовками.

Для предохранения стен от увлажнения капиллярной влагой (из грунта) по фундаментным балкам или ленточным фундаментам предусматривают горизонтальную гидроизоляцию — оклеечную из рулонных материалов или обмазочную из мастик. Подвальные стены чаще всего защищают вертикальной гидроизоляцией.

Изоляцию наружных ограждений от влаги внутреннего воздуха, перемещающейся внутри конструкций под влиянием разности температур и парциальных давлений водяного пара, устраивают из водонепроницаемых материалов. Защиту стен в виде плотной штукатурки, окраски, оклейки, облицовки и т. п. предусматривают на поверхности, обращенной в помещение, или в толще ограждения, но как можно ближе к этой поверхности.

В качестве изоляции от увлажнения стен атмосферной влагой фасады окрашивают водонепроницаемыми составами (например, перхлорвиниловыми), а также используют специальные облицовки: керамические плитки, лицевой кирпич, стеклянные плитки и т. д. Швы в панельных стенах надежно заделывают герметиками и в отдельных случаях устраивают у них сливы из оцинкованной стали (подобно сливам подоконных частей и у выступающих архитектурных деталей).

Надежной мерой защиты наружных ограждений от увлажнения конденсационной влагой является их такая теплоизоляция, чтобы температура внутренней поверхности была выше точки росы. В этих условиях собственно влагоизоляцию устраивают лишь в помещениях с высокой влажностью воздуха.

Влагоизолирующие материалы, в том числе пароизоляцию, размещают в ограждении со стороны повышенных температур и влажностей, а по направлению к наружной поверхности размещают материалы с возрастающей паропрооницаемостью. Это снижает упругость водяного пара в начале и температуру — в конце ограждения (по его толщине) и, следовательно, предотвращает образование внутреннего конденсата. Теплоизоляционные материалы и замкнутые воздушные прослойки помещают ближе к наружной стороне ограждения. Этим требованиям хорошо удовлетворяют схемы ограждений, показанные на рис. XXVI-2, *б*.

Ограждающие конструкции предохраняют от выпадения конденсата, кроме того, снижением относительной влажности воздуха путем подачи в помещения сухого теплого воздуха, конденсацией части влаги на искусственно охлаждаемых поверхностях, а также обогревом воздушной прослойки электрическим способом или трубами с теплоносителем.

Если невозможно или нецелесообразно предотвратить образование конденсата на ограждениях, предусматривают сбор и отвод конденсационной влаги с целью не допустить проникания ее в строительные материалы конструкций. Материал ограждения или защитного слоя должен быть плотным, обладать высоким коэффициентом сопротивления диффузии и малой капиллярной всасывающей способностью.

Особенно надежную водоизоляцию необходимо предусматривать в покрытиях зданий, имеющих бесчердачное решение и часто используе-

мых для размещения технологических установок. Тщательно нужно заделывать воронки внутреннего водостока и места примыкания рулонного ковра к выступающим элементам. Кровли из асбестоцементных волнистых листов целесообразно окрашивать гидрофобными составами.

Защита строительных конструкций в горячих цехах

Горячими принято считать цехи, в которых избыточные тепловыделения превышают $20 \text{ ккал/м}^3 \cdot \text{ч}$ ($23,3 \text{ Вт/м}^3$). В отдельных цехах, например прокатных, избыточные выделения тепла достигают $200 \text{ ккал/м}^3 \cdot \text{ч}$ ($232,6 \text{ Вт/м}^3$) и более. Практически к горячим цехам относятся мартеновские, конвертерные, прокатные, кузнечные, доменные, стрипперные цехи и др.

Избыточными считают остаточные выделения тепла (за вычетом теплопотерь), поступающие в помещения при расчетных параметрах наружного воздуха после выполнения всех технологических и строительных мероприятий по их уменьшению.

Спецификой горячих цехов является значительное нагревание их конструкций конвекционным и лучистым теплом, а также циклический характер воздействия температур. Помимо температурных в большинстве горячих цехов (отделений) возможны и другие агрессивные воздействия на конструкции (химические, влажностные и др.). В этих условиях и при отсутствии защитных мероприятий элементы конструкций изнашиваются преждевременно.

Ниже рассмотрены характерные для многих горячих цехов особенности и мероприятия по повышению долговечности и эксплуатационной надежности их конструкций. При этом использованы исследования автора, проведенные в прокатных и других цехах на металлургических комбинатах страны.

По площади и объемам прокатные цехи среди других построек металлургического завода являются самыми крупными. Например, современный прокатный цех может иметь площадь в несколько десятков гектаров. Поэтому более целесообразное решение конструкций прокатных цехов обещает большую экономию народному хозяйству.

В зависимости от станов и видов выпускаемой продукции прокатные цехи подразделяют на сортопрокатные, листопрокатные, смешанные и специальные. Размещают их, как правило, в одноэтажных зданиях. Прокатка может быть горячей и холодной. Цех горячей прокатки включает следующие отделения: нагревательных колодцев, блюминга или слябинга, скрапа, склада заготовок, нагревательных печей, собственно станов, холодильников и склада готовой продукции (рис. XXVI-3).

На температурный режим помещений прокатных цехов сильно влияют температура и масса проходящего металла, способ прокатки и форма сечения изделий.

В прокатных цехах температура металла меняется на разных стадиях производства. Слитки с температурой $700\text{--}800^\circ$ поступают из стрипперного цеха в отделение нагревательных колодцев, после нагрева до $1240\text{--}1250^\circ$ их направляют на обжимные и заготовочные станы, а затем на склад заготовок в виде блюмсов и слябов с температурой 1100° . Часть заготовок зачищают и после охлаждения на холодильнике до температуры $700\text{--}750^\circ$ укладывают в штабеля, остальные же поступают с температурой

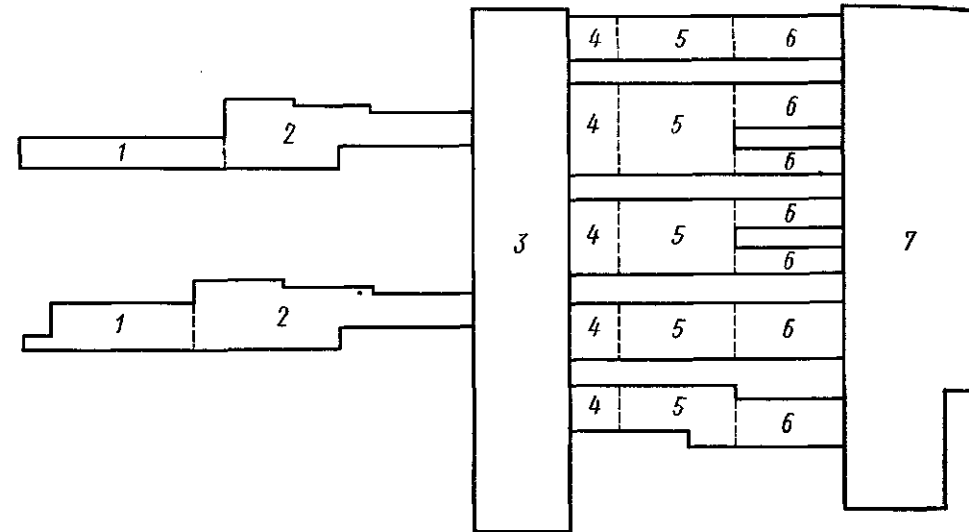


Рис. XXVI-3. Схема планировки прокатного цеха:

1 — отделения нагревательных колодцев; 2 — блюминги; 3 — склад заготовок; 4 — нагревательные печи; 5 — прокатные станы; 6 — холодильники; 7 — склад готовой продукции

1000° в камерные печи станových пролетов для дополнительного нагрева перед прокаткой.

Из нагретых до 1240° заготовок в станах при $1100\text{--}1200^\circ$ прокатывают изделия требуемого профиля, которые затем, пройдя распиловку и клеймение, поступают на стеллажи холодильников. Изделия охлаждаются здесь от $700\text{--}1000$ до $50\text{--}100^\circ$, после чего подаются на склад.

Конструкции зданий и особенно покрытия, находясь в таких условиях, испытывают интенсивный нагрев стационарного или циклического характера. Следует учитывать также, что при повышенных температурах усиливается разрушающее воздействие на конструкции других агрессивных факторов.

Технологический процесс прокатки металла сопровождается в одних отделениях выделением пыли или газов (SO_2 , CO_2 и CO), концентрации которых превышают нормативные в $1,5\text{--}2,5$ раза, в других выделяется вода или пар.

Эти и другие особенности прокатного производства, как правило, не учитывают при проектировании, в результате чего в некоторых отделениях прокатных цехов временами складываются неудовлетворительные са-

нитарно-гигиенические условия и преждевременно разрушаются конструкции (главным образом железобетонные).

Высокие и циклично действующие температуры вызывают обезвоживание бетона, расшатывают его структуру из-за различия физико-механических свойств цементного камня и заполнителей, понижают прочность и модуль упругости, увеличивают усадку и ползучесть бетона. В структуре бетона возникают деформации и напряжения, превышающие допустимые, и неравномерные (часто разнозначные) по толщине сечения плит, а также уменьшается или нарушается сцепление бетона с арматурой.

В сочетании с другими видами агрессии (влажностью, газами) эти факторы приводят к значительному снижению несущей способности или разрушению железобетонных конструкций.

В результате исследований выявлены следующие признаки разрушения железобетонных конструкций: сверхнормативный прогиб плит покрытий, наличие большого количества температурно-усадочных трещин и самопроизвольных температурных швов, расслоение и разрыхление бетона, отпадение защитного слоя плит, сульфатная коррозия бетона.

Для облегчения выбора и повышения долговечности конструкций зданий отделения прокатных цехов разделены на пять групп по показателям температуры, влажности и загрязненности внутреннего воздуха (табл. XXVI-1).

Наиболее резко температура воздуха изменяется в отделениях нагревательных колодцев и холодильника склада заготовок. За небольшой промежуток времени (10—20 мин) температура воздуха может повыситься на 25—60°. Это объясняется частым открыванием крышек колодцев для загрузки и выгрузки слитков и частыми поступлениями на стеллаж холодильника новых партий слябов и блюмсов. Амплитуда колебания температуры воздуха в холодильниках крупно- и среднесортных станов составляет 30—40° за 3—4 ч.

Над собственно станами температура изменяется незначительно, за исключением рольгангов средне- и толстолистовых станов, прохождение по которым листов с большой теплоотдающей поверхностью быстро повышает температуру воздуха на 30—40°. Относительно постоянная температура сохраняется в отделениях блюминга, слябинга, нагревательных печей и холодильника мелкосортного стана. В отделении скрапа в моменты поливки горячих обрезков металла температура воздуха резко повышается на 20—30° и в эти периоды интенсивно выделяется пар.

Прокатный цех, как видно из предлагаемой группировки его отделений, состоит из заблокированных цехов с совершенно различными параметрами воздушной среды и факторами агрессивности. Однако, несмотря на это, многие конструкции прокатного цеха возводятся одинаковыми по всей его площади и, следовательно, ставятся на некоторых участках цеха в тяжелые условия эксплуатации (не учтенные при проектировании).

Интенсивнее других конструкций разрушаются кровельные покрытия, поскольку они эксплуатируются в наиболее тяжелых условиях.

Ниже приведен пример зависимости причин разрушения покрытий от специфики параметров воздушной среды, присущей той или иной группе отделений прокатных цехов.

Таблица XXVI-1

Группировка отделений прокатных цехов

Группы	Характеристика воздушной среды		Отделения	Температура воздуха, °С		Влажность воздуха, %	Концентрация пыли, мг/м³	Максимальная высота потолка, м	Тепловыделение, ккал/м³·ч (Вт/м³)
	1	2		4	5				
I	Сухая с большими выделениями лучистого и конвекционного тепла, с малоактивными газами и пылью		3	20—50 70—100	15—30 10—20	1—8	150	>200 (>232,7)	
II	Сухая с большими тепловыделениями преимущественно в конвекционном виде, с малоактивными газами и пылью			15—45 60—75	20—45 20—40	1,5—25	80	От 100 до 200 (от 116,3 до 232,7)	
III	То же, со средними тепловыделениями			10—40 30—60	30—50 40—50	1—6	70	От 60 до 100 (от 69,8 до 116,3)	
IV	Парообразная с повышенной температурой и большим содержанием пыли			5—40 30—50	50—90 60—100	1—35	50	От 60 до 100 (от 69,8 до 116,3)	
V	Параметры воздуха, близкие параметрам наружного воздуха			> t _н	≤ φ _н	1—10	30	От 20 до 40 (от 23,3 до 46,5)	

Примечания: 1. В графе 4 указаны средние зимние температуры воздуха (первое число) и средние максимальные летние (второе число).
2. В графе 5 даны средние значения относительной влажности воздуха в теплый период года (первое число) и в холодный период года (второе число).
3. В графах 4 и 5 в числителе указаны данные для рабочей зоны, в знаменателе — для зоны под покрытием.

Значения постоянных величин для определения температуры воздуха по высоте помещений

Отделения	<i>A</i>	<i>b</i>	<i>n</i>	<i>a</i>
Нагревательные колодцы	0,01136	13,5	3,72	64
Блюминг и слябинг	0,00004	13,0	5,64	35
Скрапной пролет	0,016	9,3	3,56	33
Склад заготовок	0,163	12,0	2,74	68
Пролеты станов	0,003	11,5	3,97	36
Нагревательные печи	0,00457	2,0	3,4	33
Холодильники станов	0,043	10,0	3,04	38

В отделениях I и частично II групп под действием высокой температуры кровельный рубероидно-пергаминовый ковер пересушивается и теряет водоизоляционные качества, в результате чего открывается доступ агрессивной влаги к железобетонным плитам (в большинстве случаев кислот). В бетоне начинается процесс сульфатной коррозии. Кроме того, действие на плиты переменных режимов увлажнения и высушивания, нагревания и остывания нарушает структуру бетона, приводит к его расслоению и разрыхлению, а также ослабляется сцепление бетона с арматурой.

Парообразная среда в отделениях IV группы способствует переменному увлажнению и высушиванию бетона и размораживанию его в наиболее холодные периоды года, а также вызывает сильную коррозию арматуры плит.

Основная причина быстрого разрушения рулонной кровли над горячими участками цехов заключается в несоответствии теплостойкости материалов кровли температурному режиму покрытий. При назначении марки битумной мастики исходят из уклона покрытия и температуры воздуха в тени самого жаркого дня. Согласно этим требованиям рубероидно-пергаминовая кровля прокатного и любого другого цеха, например механического, наклеивается одной и той же мастикой.

Выбранная таким образом мастика в покрытиях прокатных цехов явно не теплостойка, так как температура стяжки или плит в 1,5—3 раза превышает температуру воздуха над покрытием. Последняя к тому же значительно выше температуры воздуха в тени вне завода, принимаемой за расчетную при назначении марки мастики.

Для правильного выбора материалов кровельных покрытий необходимо знать их температуру и характер изменения температуры воздуха по высоте помещений. Имеющиеся для этой цели формулы непригодны для проектирования большинства отделений прокатных цехов, так как в них не учитывают нагрев лучистым теплом.

Исследованиями автора установлена параболическая зависимость между температурой воздуха и высотой помещений при наличии в них лучистой энергии

$$t_n = A(h - b)^n + a.$$

На основании этой зависимости выведена формула для определения температуры воздуха на разных уровнях высоты помещений как функция температуры воздуха в рабочей зоне

$$t_n = t_{p.z} + A[(h - b)^n - (2 - b)^n].$$

Величины *A*, *b*, *n*, *a*, зависящие от интенсивности тепловыделений, высоты помещений, запыленности воздуха и других факторов, определены для различных отделений прокатного цеха (табл. XXVI-2).

Температуру внутренней поверхности покрытия τ_b можно определить по эмпирической формуле

$$\tau_b = 1,4 \cdot t_b - 11.$$

Для ориентировочного расчета температуры стяжки в покрытиях над горячими отделениями рекомендуются выражения:

для летних условий $t_{ст. лет} = \tau_b - (5 \div 10^\circ)$;

для зимних условий $t_{ст. зим} = \tau_b - (20 \div 40^\circ)$.

На основе исследований и с учетом опыта эксплуатации железобетонных конструкций можно рекомендовать следующие предельно допустимые температуры их нагрева: стен и колонн — до 150° ; подкрановых балок — 50° ; стропильных и подстропильных ферм (балок) со стержневой арматурой — 80° и с проволочной арматурой — 60° ; кровельных покрытий — до 100° .

Температуростойкость железобетонных конструкций можно повысить изготовлением их из низкоалюминатного цемента, обеспечением однородности зернового состава заполнителя и повышением плотности бетона. Нагревание конструкций лучистым теплом снижают экранированием их плитами или листами и окраской лучеотражающими составами.

Для покрытий отделений I группы железобетон применять не рекомендуется. Более рационально и долговечно здесь металлическое покрытие из плоских стальных листов толщиной 3—4 мм или стального (алюминиевого) настила по прогонам.

Над отделениями II—V групп по условиям эксплуатации укладывать сборные железобетонные плиты допускается. В целях повышения долговечности покрытий рекомендуются следующие мероприятия.

В покрытиях отделений II группы целесообразно укладывать по цементно-песчаной стяжке ткань из стекловолокна или два слоя бризола (изола), обладающих повышенной теплостойкостью, а затем два слоя рубероида с бронировкой поверхности кровли гравием светлых тонов или слюдяной крошкой. Теплостойкость приклеивающей мастики должна быть не менее 100° .

Снизить температуру кровли здесь можно устройством в покрытии воздушной прослойки, образуемой сборной стяжкой из ребристых армоцементных плиток. По такой стяжке укладывают аналогичный кровельный ковер, что и по монолитной стяжке. Температуру покрытия иногда понижают оклейкой потолка алюминиевой фольгой или набрызгом из рас-

пушенного асбеста с добавкой минерального вяжущего и клеящего вещества или устройством защитных экранов над наиболее теплоизлучающими агрегатами.

В отделениях III группы по цементно-песчаной стяжке (для средних и северных широт-асфальтовой) следует наклеивать два слоя бризола и один-два случая улучшенного рубероида с бронировкой. Стяжку целесо-

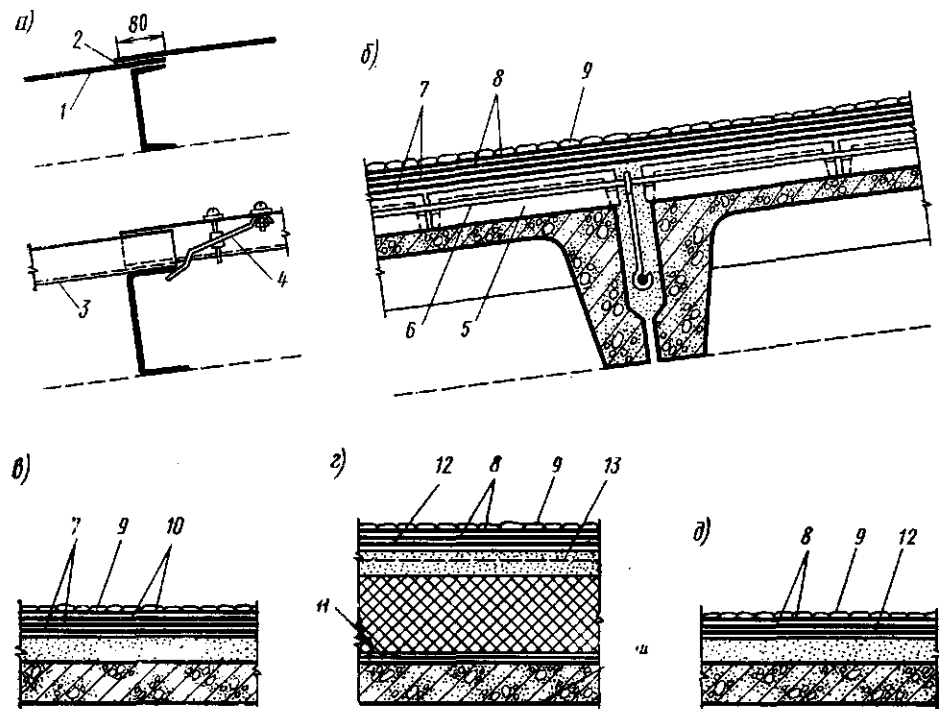


Рис. XXVI-4. Рекомендуемые типы покрытий прокатного цеха:

а, б, в, г, д — соответственно над отделениями I, II, III, IV и V групп; 1 — стальной лист толщиной 3—4 мм; 2 — сварка; 3 — стальной (алюминиевый) настил; 4 — крепежный прибор; 5 — сборная стяжка из плиток; 6 — стержни диаметром 3—4 мм через 3 м; 7 — два слоя бризола (изола); 8 — два слоя рубероида; 9 — бронирующий слой; 10 — один-два слоя рубероида; 11 — пароизоляция из бризола; 12 — один слой бризола; 13 — тканая стальная сетка; 14 — гидрофобизирующая покраска

Покрытия над отделениями V группы следует выполнять неутепленными с надежной кровлей. Рекомендуемые типы покрытий показаны на рис. XXVI-4.

В покрытиях отделений II, III и V групп вместо железобетонных плит можно применять стальной штампованный настил. Такие покрытия допускается устраивать также из асбестоцементных волнистых листов. Для обеспечения листам свободы подвижки при короблении их целесообразно крепить фасонными скобами или шурупами с упруго-податливыми и мягкими шайбами.

Конструкции каркасов прокатных цехов, как и многих других горячих, учитывая параметры воздушной среды, крупногабаритные пролеты и наличие мостовых кранов большой грузоподъемности, как правило, возводят стальными. Железобетонные колонны можно предусматривать в отделениях блюминга и слябинга, скрапного пролета и склада готовой продукции.

Пролеты прокатных цехов рекомендуется оборудовать незадуваемыми аэрационными фонарями, которые не следует совмещать со световыми устройствами.

Желательно избегать протяженных пристроек к наружным стенам зданий, ухудшающих аэрационный режим помещений. Отделения с различными параметрами воздушной среды следует разделять сплошными перегородками.

образно разрезать на квадраты 2×2 или 3×3 м. Теплостойкость мастики должна быть не ниже 90°.

Учитывая высокую влажность воздуха и переход температуры в плитах через 0°, в средних и северных широтах покрытия над отделениями IV группы необходимо утеплять с устройством пароизоляции из одного слоя бризола. По сборной или монолитной стяжке рекомендуется наклеивать один слой бризола и два слоя рубероида с бронировкой кровли. Потолок целесообразно покрывать гидрофобизирующим составом.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Значения коэффициента ϵ для производственных зданий

Характеристика зрительной работы	Наименьший размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Значение ϵ при естественном освещении, %	
			верхнем и комбинированном	боковом
Выполняемая работа:				
наивысшей точности	Менее 0,15	I	10	3,5
очень высокой точности	От 0,15 до 0,3	II	7	2,5
высокой точности	От 0,3 до 0,5	III	5	2
средней точности	От 0,5 до 1	IV	4	1,5
малой точности	От 1 до 5	V	3	1
грубая	Более 5	VI	2	0,5
Работа с самосветящимися материалами и изделиями в горячих цехах	—	VII	3	1
Общее наблюдение за ходом производственного процесса:				
постоянное	—	VIII	1	0,3
периодическое наблюдение за оборудованием	—	VIII	0,7	0,2
Работа на механизированных и немеханизированных складах	—	IX	0,5	0,1

Примечания. 1. Приведенные здесь значения ϵ следует принимать для «условной рабочей поверхности», расположенной на высоте 0,8 м от пола.
 2. В помещениях, где выполняют работы различной точности, значение ϵ принимают по точности работы, преобладающей в данном производстве.
 3. Значения ϵ при работах II—V разрядов можно повышать на один разряд для помещений, предназначенных для работы или производственного обучения подростков.
 4. Объектом различения считают рассматриваемый предмет, отдельную его часть или различаемый дефект (например, нить ткани, точка, линия, знак, пятно, трещина, риска, раковина или другие дефекты изделия), которые необходимо различать при работе.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Значения коэффициента светового климата m

Пояса светового климата (рис. III-1)	Коэффициент m	Пояса светового климата (рис. III-1)	Коэффициент m
I	1,2	IV	0,9
II	1,1	V	0,8
III	1,0		

Примечание. Световой климат той или иной местности характеризуется комплексом показателей ресурсов природной световой энергии и, в частности, наружного естественного освещения (освещенность и количество освещения на горизонтальной и различно ориентированных по сторонам горизонта вертикальных поверхностях, создаваемые рассеянным светом неба и прямым светом солнца; абсолютные значения

яркости и относительное распределение яркости по небу при сплошной облачности и при отсутствии облаков; продолжительность солнечного сияния; прозрачность атмосферы и альbedo подстилающей поверхности). Эти показатели получены в результате статистической обработки данных многолетних натурных измерений характеристик наружного освещения.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Значения коэффициента солнечности климата C

Пояса светового климата (рис. III-1)	Коэффициент C					
	при боковом освещении			при верхнем освещении		
	световые проемы, ориентированные по сторонам горизонта (при отсчете азимутов от севера), град			световые проемы в плоскости потолка	прямоугольные и трапецевидные фонари	шеды
	135—225	225—315 и 45—135	315—45			
I	1	1	1	1	1	1
II	1	1	1	1	1	1
III	1	1	1	1	1	1
IV:						
севернее 50° с. ш.	0,95	0,9	1	0,9	0,95	1
южнее 50° с. ш.	0,9	0,85	1	0,85	0,9	1
V:						
севернее 40° с. ш.	0,85	0,8	1	0,75	0,8	1
южнее 40° с. ш.	0,75	0,7	1	0,65	0,75	1

Примечание. Солнечность климата — характеристика, учитывающая дополнительный световой поток, проникающий через световые проемы в помещение в течение года благодаря прямому солнечному свету. Характеристика зависит от вероятности солнечного сияния, географической широты местности, ориентации световых проемов по сторонам горизонта и их архитектурно-конструктивного решения.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Значения коэффициента относительной яркости K

Отделочный материал фасада зданий	Коэффициент отражения отделочного материала	Коэффициент K
Кирпич серый	0,25	0,12
Бетон светлый	0,3	0,14
Блоки облицовочные керамические	0,35	0,16
Краска фасадная цветная на бетоне светлая, атмосферостойкая	0,45	0,2
Краска фасадная на бетоне белая, атмосферостойкая	0,6	0,25

Вид светопропускающего материала	τ_1	Вид переплетов	τ_2	Степень загрязнения светопропускающего материала	τ_3	Вид несущих конструкций	τ_4
Стекло листовое:							
одинарное	0,9	Деревянные:	0,75	Значительное — пылью, копотью и другими аэрозольными частицами при расположении светопропускающего материала:	0,65	Стальные фермы	0,9
двойное	0,8	одинарные	0,7	вертикальном	0,5	Железобетонные фермы и арки	0,8
тройное	0,75	двойные раздельные	0,6	наклонном	0,5	Балки и рамы сплошные при высоте сечения:	0,8
Стекло листовое узорчатое или армированное	0,6	Стальные:	0,75	Умеренное — пылью, копотью или другими аэрозольными частицами при расположении светопропускающего материала:	0,5	50 см и более	0,8
Стекло теплоотражающее с пленочными покрытиями:		одинарные открывающиеся	0,9	вертикальном	0,7	< 50 см	0,9
титановым	0,7	одинарные глухие	0,6	наклонном	0,55		
олово-сурьмяным	0,65	двойные	0,8	горизонтальном	0,55		
кобальтовым	0,65	Стекложелезобетонные панели со стеклоблоками при толщине шва:	0,95	Незначительное — пылью, копотью и другими аэрозольными частицами при расположении светопропускающего материала			
Стеклопластик листовой, плоский или волнистый:		при толщине шва:	0,9	вертикальном	0,8		
бесцветный	0,75	более 20 мм	0,85	наклонном	0,65		
слабоокрашенный	0,6	Ограждения из профильного стекла шведского и корабчатого сечения	0,95	горизонтальном	0,65		
Органическое стекло:	0,5						
прозрачное	0,9						
молочное	0,6						
Армопленка	0,75						
Пустотелые стеклянные блоки:							
светорассеивающие	0,5						
светопрозрачные	0,55						
Профильное стекло:							
шведского сечения	0,8						
корабчатого сечения	0,65						
Стекло контрастное	0,75						
Стекло матовое	0,65						

Примечания: 1. Значения τ_3 следует умножать: при застеклении узорчатым стеклом, стеклопластиком, армопленкой и матовым стеклом — на 0,9; органическим стеклом — на 1,1; при использовании световых проемов для аэрации — на 0,9.
 2. Загрязнение светопропускающего материала пылью, копотью и другими аэрозольными частицами: значительным — при воздушной среде в помещении, содержащей 10 мг/м³ и более пыли, дыма, копоти, а также химически агрессивные вещества, вызывающие коррозию светопропускающего материала: умеренным — при воздушной среде в помещении, содержащей от 5 до 10 мг/м³ пыли, дыма, копоти; незначительным — при воздушной среде помещения, содержащей не более 5 мг/м³ пыли, дыма и копоти.
 3. Значения коэффициентов τ_4 установлены с учетом сроков очистки: при значительном загрязнении — не менее 4 раз год, при умеренном — не менее 3 раз, при незначительном — не менее 2 раз.

Типы солнцезащитных устройств для производственных зданий

Солнцезащитные устройства, изделия и материалы	Строительно-климатические районы по карте районирования территории СССР	Ориентация световых проемов по сторонам горизонта (при отсчете азимута от севера), град	Коэффициент светопропускания, τ_s
Убирающиеся регулируемые жалюзи:			
междустекольные	III	70—290	1
наружные	III и IV	70—290	1
Стационарные жалюзи и экраны с защитным углом не более 45° (при расположении пластин жалюзи или экранов под углом 90° к плоскости окна):			
горизонтальные	III и IV	160—200	0,65
вертикальные	III и IV	50—70 и 290—310	0,75
Горизонтальные козырьки:			
с защитным углом не более 30°	III и IV	160—200	0,8
с защитным углом от 15 до 45° (многоступенчатые)	—	160—200	0,9—0,6
Светорассеивающие стеклоблоки и профильное стекло			
	III и IV	70—290	См. прил. 5
Светорассеивающие стеклопластики и стекла (для фонарей)			
	III и IV	70—290	То же

Примечания: 1. Стеклоблоки и профильное стекло можно использовать также в I и II строительно-климатических районах.

2. Схематическая карта строительно-климатического районирования территории СССР приведена в СНиП по строительной климатологии и геофизике.

Значения коэффициента повышения к. е. о. γ_1

Отношение глубины помещения B к высоте от уровня условной рабочей поверхности до верха окна H_1	Отношение расстояния L расчетной точки от наружной стены к глубине помещения B	Средневзвешенный коэффициент отражения $\rho_{ср}$ потолка, стен и пола								
		0,5			0,4			0,3		
		Отношение длины помеще								
		0,5	1	2 и более	0,5	1	2 и более	0,5	1	2 и более
Значения γ_1 при боковом одностороннем освещении										
От 1 до 1,5	0,1 0,5 1	1,05 1,4 2,1	1,05 1,3 1,9	1,05 1,2 1,5	1,05 1,2 1,8	1,05 1,15 1,6	1 1,1 1,3	1,05 1,15 1,4	1 1,1 1,3	
Более 1,5 до 2,5	0 0,3 0,5 0,7 1	1,05 1,3 1,85 2,45 3,8	1,05 1,2 1,6 2,15 3,3	1,05 1,1 1,3 1,7 2,4	1,05 1,2 1,5 2 2,8	1,05 1,15 1,35 1,7 2,4	1,05 1,1 1,2 1,4 1,8	1,05 1,15 1,3 1,55 2	1 1,1 1,2 1,4 1,8	
Более 2,5 до 4	0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1	1,1 1,15 1,2 1,35 1,6 2 2,6 3,6 5,3 7,2	1,05 1,1 1,15 1,2 1,45 1,75 2,2 3,1 4,2 5,4	1,05 1,1 1,15 1,2 1,3 1,45 1,7 2,4 2,9 3,6	1 1,1 1,1 1,15 1,25 1,45 1,7 2,35 2,9 3,6	1 1,05 1,1 1,1 1,15 1,2 1,3 1,45 1,9 2,45 2,4	1 1,05 1,1 1,15 1,25 1,4 1,6 1,9 2,2 2,6	1 1,05 1,1 1,15 1,25 1,4 1,5 1,7 2,2 2,6	1 1,05 1,1 1,1 1,15 1,3 1,5 1,7 1,85 2,2	
Более 4	0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1	1,2 1,4 1,75 2,4 3,4 4,6 6 7,4 9 10	1,15 1,3 1,5 2,1 2,9 3,8 4,7 5,8 7,1 7,3	1,1 1,2 1,4 1,6 2,5 3,1 3,7 4,7 5,6 5,7	1,1 1,2 1,4 1,6 1,8 2,1 2,9 3,4 4,3 5	1,1 1,15 1,3 1,4 1,8 2,1 2,6 2,9 3,6 4,1	1,05 1,1 1,2 1,3 1,5 1,8 2,1 2,4 3 3,5	1,05 1,1 1,25 1,4 1,7 2 2,3 2,6 3 3,5	1,05 1,05 1,2 1,3 1,5 1,8 2 2,3 2,6 3	

Примечания: 1. При устойчивом снежном покрове (рис. III-1) значения коэффициента γ_1 сле
2. Глубина помещения B при боковом естественном освещении — расстояние между наружной
сторонним освещении глубиной помещения считается расстояние от наружной поверхности стены до
3. Длина помещения $L_{п}$ — расстояние между стенами, перпендикулярными наружной стене.

Значения γ_1 при боковом двустороннем освещении										
Отношение глубины помещения B к высоте от уровня условной рабочей поверхности до верха окна H_1	Отношение расстояния L расчетной точки от наружной стены к глубине помещения B	Средневзвешенный коэффициент отражения $\rho_{ср}$ потолка, стен и пола								
		0,5			0,4			0,3		
Значения γ_1 при боковом двустороннем освещении										
Значения γ_1 при боковом двустороннем освещении										
Значения γ_1 при боковом двустороннем освещении										

Значения γ_1 при боковом двустороннем освещении										
Отношение глубины помещения B к высоте от уровня условной рабочей поверхности до верха окна H_1	Отношение расстояния L расчетной точки от наружной стены к глубине помещения B	Средневзвешенный коэффициент отражения $\rho_{ср}$ потолка, стен и пола								
		0,5			0,4			0,3		
Значения γ_1 при боковом двустороннем освещении										
Значения γ_1 при боковом двустороннем освещении										
Значения γ_1 при боковом двустороннем освещении										
От 1 до 1,5	0,1 0,5 1	1,05 1,4 2,1	1,05 1,3 1,9	1,05 1,2 1,5	1,05 1,2 1,8	1,05 1,15 1,6	1 1,1 1,3	1,05 1,15 1,4	1 1,1 1,3	
Более 1,5 до 2,5	0 0,3 0,5 0,7 1	1,05 1,3 1,85 2,45 3,8	1,05 1,2 1,6 2,15 3,3	1,05 1,1 1,3 1,7 2,4	1,05 1,2 1,5 2 2,8	1,05 1,15 1,35 1,7 2,4	1,05 1,1 1,2 1,4 1,8	1,05 1,15 1,3 1,55 2	1 1,1 1,2 1,4 1,8	
Более 2,5 до 4	0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1	1,1 1,15 1,2 1,35 1,6 2 2,6 3,6 5,3 7,2	1,05 1,1 1,15 1,2 1,45 1,75 2,2 3,1 4,2 5,4	1,05 1,1 1,15 1,2 1,3 1,45 1,7 2,4 2,9 3,6	1 1,1 1,1 1,15 1,25 1,45 1,7 2,35 2,9 3,6	1 1,05 1,1 1,1 1,15 1,2 1,3 1,45 1,9 2,45 2,4	1 1,05 1,1 1,1 1,15 1,2 1,3 1,45 1,9 2,2 2,6	1 1,05 1,1 1,1 1,15 1,25 1,4 1,5 1,7 2,2 2,6	1 1,05 1,1 1,1 1,15 1,3 1,5 1,7 1,85 2,2	
Более 4	0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1	1,2 1,4 1,75 2,4 3,4 4,6 6 7,4 9 10	1,15 1,3 1,5 2,1 2,9 3,8 4,7 5,8 7,1 7,3	1,1 1,2 1,4 1,6 2,5 3,1 3,7 4,7 5,6 5,7	1,1 1,2 1,4 1,6 1,8 2,1 2,9 3,4 4,3 5	1,1 1,15 1,3 1,4 1,8 2,1 2,6 2,9 3,6 4,1	1,05 1,1 1,2 1,3 1,5 1,8 2,1 2,4 3 3,5	1,05 1,1 1,25 1,4 1,7 2 2,3 2,6 3 3,5	1,05 1,05 1,2 1,3 1,5 1,8 2 2,3 2,6 3	

днет умножать на 1,2. поверхность стены со световыми проемами и наиболее удаленной от нее стеной помещения. При дву-
середине помещения.

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Значения коэффициента повышения к. е. о. r_2

Отношение высоты помещения H_{ϕ} , принимаемой от условной рабочей поверхности до нижней грани остекления, к ширине пролета L_1	Средневзвешенный коэффициент отражения потолка, стен и пола								
	$r_{cp} = 0,5$			$r_{cp} = 0,4$			$r_{cp} = 0,3$		
	Количество пролетов								
	1	2	3 и более	1	2	3 и более	1	2	3 и более
Коэффициент r_2									
2	1,7	1,5	1,15	1,6	1,4	1,1	1,4	1,1	1,05
1	1,5	1,4	1,15	1,4	1,3	1,1	1,3	1,1	1,05
0,75	1,45	1,35	1,15	1,35	1,25	1,1	1,25	1,1	1,05
0,5	1,4	1,3	1,15	1,3	1,2	1,1	1,2	1,1	1,05
0,25	1,35	1,25	1,15	1,25	1,15	1,1	1,15	1,1	1,05

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

Значения коэффициента K_{ϕ}

Тип фонаря	Значение K_{ϕ}	Тип фонаря	Значение K_{ϕ}
Световые проемы в плоскости покрытия, ленточные	1	Фонари с вертикальным двухсторонним остеклением (прямоугольные)	1,2
Световые проемы в плоскости покрытия, единичные	1,1	Фонари с односторонним наклонным остеклением (шеды)	1,3
Фонари с наклонным двухсторонним остеклением (трапециевидные)	1,15	Фонари с односторонним вертикальным остеклением (шеды)	1,4

ПРИЛОЖЕНИЕ 10

Пример расчета естественной освещенности помещения

Требуется рассчитать комбинированное естественное освещение механического цеха при следующих данных:
 здание трехпролетное шириной 54 м (ширина пролетов 18 м) и длиной 120 м; высота помещения от пола до низа железобетонных ферм покрытия 10,8 м; в цехе выполняются работы средней точности, т. е. IV разряда; загрязнение стекол окон и фонарей незначительное;
 коэффициенты отражения: потолка 0,7, стен 0,6, пола 0,35;
 противостоящие здания, имеющие длину 120 м и высоту 15 м, расположены параллельно механическому цеху на расстоянии 30 м от него; стены цеха из силикатного кирпича;
 место строительства — г. Пенза, относящийся к III поясу светового климата (см. рис. III-1).

Решение. 1. Определяем нормированное значение коэффициента естественной освещенности по формуле (1):

$$e_n = e m C = 4 \cdot 1 \cdot 1 = 4\%$$

Значения e , m и C найдены соответственно по прил. 1, 2 и 3.

2. Для естественного освещения помещений цеха предусматриваем: в наружных стенах — ленточные светопроемы высотой 6,6 м и длиной 120 м (высота подоконника 3,6 м), в среднем пролете — светоаэрационный прямоугольный фонарь шириной 6 м, длиной 108 м, со светопроемами высотой 2,5 м. Расстояние от условной рабочей поверхности до нижней грани остекления фонаря 13,1 м.

Проемы окон заполнены двойными стальными переплетами открывающегося типа, фонаря — одинарными переплетами; остекление из листового стекла (в фонаре — армированного).

В задачу расчета входит проверка соответствия фактической естественной освещенности в цехе через выбранные световые проемы нормированной величине для механического цеха с IV разрядом зрительной работы, а также построение кривой освещенности.

3. На характерном поперечном разрезе здания (рис. прил.-10, а) в уровне условной рабочей поверхности, расположенной на высоте 0,8 м от пола, намечаем ряд точек через 2,7 м. Первая и последняя точки в пролетах взяты на расстоянии 1 м от разбивочных осей.

Значения к. е. о. в каждой точке определяем по формуле (4) для комбинированного освещения:

$$e_k = e_b + e_a.$$

4. Величины к. е. о. от боковых световых проемов в каждой точке находим по формуле (2):

$$e_b = (e_b q + RK) \tau_0 r_1.$$

Поскольку в нашем примере двустороннее боковое освещение (проемы А и Б), то $e_b = \Sigma (e_b q + RK) \tau_0 r_1$.

Значения n_1 и n_2 от каждого бокового проема определяем по графикам I и II. Сначала накладываем график I на поперечный разрез здания, совмещая его полюс O с расчетной точкой, и определяем число лучей n_1 , проходящих к ней от неба через проем; затем накладываем график II на план здания и для той же точки подсчитываем число лучей по ширине светового проема, n_2 . Значения e_b определяем по формуле (10):

$$e_b = 0,01 \cdot n_1 n_2.$$

Для каждой точки находим величину θ , а по графику, изображенному на рис. III-3, а, определяем значение q . Вычисляем произведения $e_b q$.

Найденные величины заносим в табл. прил.-10. Расчет ведем только для точек I—II, так как световые проемы симметричны и имеют одинаковые размеры.

Значения n'_1 и n'_2 от каждого бокового светопроема определяем по графикам I и II и рис. прил.-10, б. Накладываем график I на схему разреза зданий — проектируемого и противостоящих, совмещая его полюс O с расчетной точкой, и подсчитываем число лучей n'_1 , проходящих от противостоящего здания через световые проемы в расчетную точку. Затем накладываем график II на схему плана взаимного расположения зданий и для той же точки подсчитываем число лучей n'_2 по ширине светового проема. Значения R находим по формуле (11):

$$R = 0,01 n'_1 n'_2.$$

Коэффициент $K=0,12$ (по прил. 4). Вычисляем произведения RK , а затем величины $e_b q + RK$. Далее определяем сумму $\Sigma (e_b q + RK)$ от обоих боковых световых проемов (строка 3 табл. прил. 10). Коэффициент τ_0 для боковых проемов находим по формуле (5) и прил. 5:

$$\tau_0 = \tau_1 \tau_2 \tau_3 \tau_4 \tau_5 = 0,8 \cdot 0,6 \cdot 0,72 \cdot 0,8 = 0,28.$$

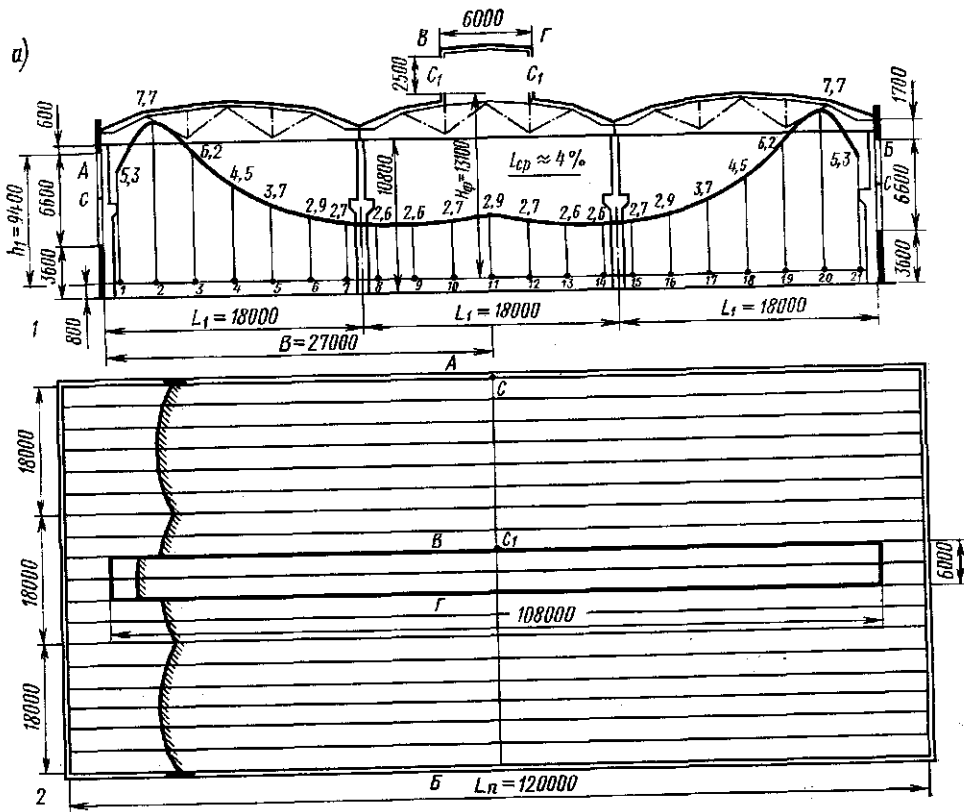
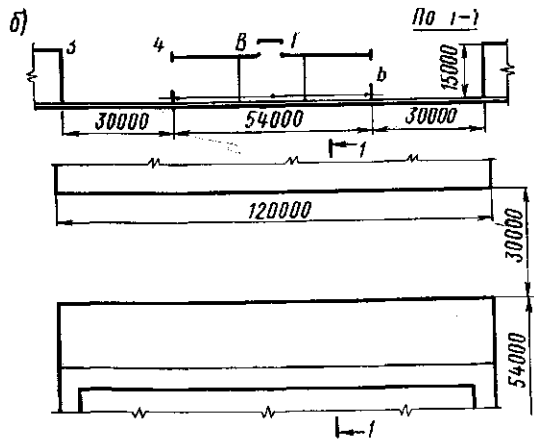


Рис. прил. 10. К примеру расчета естественной освещенности помещения при комбинированном освещении:
 а — поперечный разрез и план здания; б — схема взаимного расположения проектируемого и противостоящих зданий; в — разрез; г — план; 3 — противостоящее здание; 4 — проектируемое здание



Значение коэффициента $\tau_3=0,8$ умножено на 0,9, так как световые проемы используются также для аэрации (см. примеч. 1 к прил. 5). Коэффициент τ_3 отбрасываем, так как солнцезащитные устройства отсутствуют.

Для определения коэффициента r_1 находим следующие величины:

а) средневзвешенный коэффициент отражения потолка, стен и пола — по формуле (7):

$$\rho_{\text{ср}} = \frac{0,5\rho_1 S_1 + \rho_2 S_2 + \rho_3 S_3}{S_1 + S_2 + S_3} = \frac{0,5 \cdot 0,7 \cdot 6480 + 0,6 \cdot 1844 + 0,35 \cdot 6480}{6480 + 1844 + 6480} = 0,4,$$

где $\rho_1 = \rho_{\text{п}} = 0,7$; $\rho_2 = 0,6$ и $\rho_3 = 0,35$; S_1 (площадь потолка) = S_3 (площадь пола) = $54 \cdot 120 = 6480 \text{ м}^2$; S_2 (площадь стен) = $(3,6 + 1,7) 120 \cdot 2 + (3,6 + 1,7) \times 54 \cdot 2 = 1844 \text{ м}^2$;

б) отношение длины помещения $L_{\text{п}}$ к его глубине B : $L_{\text{п}}/B = 120 : 27 = 4,4$;

в) отношение глубины помещения B к высоте от уровня условной рабочей поверхности до верха окна h_1 : $B/h_1 = 27 : 9,4 = 2,9$;

г) отношение расстояния l расчетных точек от наружной стены к глубине помещения B (строка 4 табл. прил.-10).

Имея эти данные, находим по прил. 7 значение коэффициентов r_1 для точек 1—11 (строка 5 табл. прил.-10).

Определяем окончательные значения к. е. о. от боковых светопроемов и заносим их в табл. прил.-10 (строка 6).

5. Величины к. е. о. от верхних светопроемов в каждой из точек находим по формуле (3):

$$e_B = [\varepsilon_B + \varepsilon_{\text{ср}} (r_2 K_{\Phi} - 1)] \tau_0.$$

Значения n_3 и n_2 от верхних светопроемов в расчетных точках находим по графикам III и II. График III накладываем на поперечный разрез здания, совмещая его полюс O с расчетной точкой, и подсчитываем число лучей n_3 по высоте светового проема; затем накладываем график II на продольный разрез или план здания и для той же точки подсчитываем число лучей n_2 по длине светового проема.

В нашем примере имеются два верхних проема (B и Γ). Поэтому значения n_3 и n_2 определяем отдельно для каждого проема, а затем произведения $n_3 n_2$ для каждой точки суммируем (строка 9 табл. прил.-10). Величины e_B вычисляем по формуле (12), подставляя в нее суммарные значения произведений $n_3 n_2$:

$$\varepsilon_B = 0,01 n_3 n_2.$$

Определяем значение коэффициента $\varepsilon_{\text{ср}}$ по формуле (8):

$$\varepsilon_{\text{ср}} = \frac{1}{100N} [(n_3 n_2)_1 + (n_3 n_2)_2 + (n_3 n_2)_3 + \dots + (n_3 n_2)_N] = \frac{1}{100 \cdot 21} (122 \cdot 2 + 152 \cdot 2 + 181 \cdot 2 + 211 \cdot 2 + 233 \cdot 2 + 262 \cdot 2 + 314 \cdot 2 + 323 \cdot 2 + 347 \cdot 2 + 446 \cdot 2 + 496) = 2,7\%.$$

Для определения коэффициента r_2 находим:

а) отношение высоты помещения H_{Φ} , принимаемой от условной рабочей поверхности до нижней грани остекления фонаря, к ширине пролета L_1 : $H_{\Phi}/L_1 = 13,1 : 18 = 0,73$;

б) средневзвешенный коэффициент отражения потолка, стен и пола — по формуле (6):

$$\rho_{\text{ср}} = \frac{\rho_1 S_1 + \rho_2 S_2 + \rho_3 S_3}{S_1 + S_2 + S_3} = \frac{0,7 \cdot 6480 + 0,6 \cdot 1844 + 0,35 \cdot 6480}{6480 + 1844 + 6480} = 0,53 \approx 0,5.$$

По прил. 8 находим $r_2 = 1,15$. Коэффициент $K_{\Phi} = 1,2$ (по прил. 9).

Коэффициент τ_0 для фонаря определяем по формуле (5) и прил. 5:

$$\tau_0 = \tau_1 \tau_2 \tau_3 \tau_4 \tau_5 = 0,6 \cdot 0,75 \cdot 0,72 \cdot 0,8 = 0,26.$$

№ п. п.	Показатели	Расчетные точки											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	От боковых световых проемов От светового проема А	n_1	13	21	18	13	10	7	5,3	4,6	3,7	2,8	2,4
		n_2	99	99	99	99	99	99	98	98	98	97	96
2	От светового проема Б	$\epsilon_6 = 0,01 \cdot n_1 n_2$	12,9	20,8	17,8	12,9	9,9	6,9	5,2	4,5	3,6	2,7	2,3
		Θ	79	58	43	32	27	23	19	17	15	13	12
		q	1,27	1,16	1,01	0,89	0,82	0,78	0,73	0,69	0,67	0,65	0,63
		$\epsilon_6 q$	16,4	24,2	18,0	11,5	8,1	5,4	3,8	3,1	2,4	1,8	1,4
		n_1	—	—	—	1,1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4
		n_2	—	—	—	91	90	89	88	86	85	84	82
		$R = 0,01 n_1' n_2'$	—	—	—	1,0	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1
		RK	—	—	—	0,12	0,16	0,16	0,16	0,16	0,14	0,14	0,13
		$\epsilon_6 q + RK$	16,4	24,2	18,0	11,6	8,3	5,6	4,0	3,3	2,5	1,9	1,5
		n_1	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,9	2,4
		n_2	84	86	88	89	90	91	92	93	94	95	96
Θ	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	1,3	1,5	1,8	2,3		
q	7	7	7	8	8	9	9	10	10	11	12		
$\epsilon_6 q$	0,53	0,53	0,53	0,56	0,56	0,58	0,58	0,60	0,60	0,61	0,63		
n_1	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,1	1,4		
n_2	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4		
$R = 0,01 n_1' n_2'$	69	70	71	72	74	74	76	76	78	80	82		
RK	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1		
$\epsilon_6 q + RK$	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,1	0,11	0,12	0,13		
	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,9	1,0	1,2	1,5		

Продолжение прил. 10

№ п. п.	Показатели	Расчетные точки											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
3	От светового проема В	$\Sigma(\epsilon_6 q + RK), \%$	16,7	24,5	18,4	12,1	8,8	6,2	4,7	4,2	3,5	3,1	3,0
		e/B	0,04	0,14	0,24	0,34	0,44	0,54	0,64	0,74	0,84	0,94	1,04
		r_1	1,0	1,02	1,07	1,1	1,12	1,17	1,22	1,27	1,38	1,54	1,6
		$e_6 = \Sigma(\epsilon_6 q + RK) \tau_{0,1}, \%$	4,7	7,0	5,5	3,7	2,8	2,0	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3
7	От светового проема В	n_3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,5	2,5
		n_3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	99	99
		$n_3 n_2$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	149	248
8	От светового проема Г	n_3	1,3	1,6	1,9	2,2	2,4	2,7	3,2	3,3	3,5	3,0	2,5
		n_2	94	95	95	96	97	97	98	98	99	99	99
		$n_3 n_2$	122	152	181	211	233	262	314	323	347	297	248
9	От светового проема Д	$\Sigma n_3 n_2$	122	152	181	211	233	262	314	323	347	446	496
		$\epsilon_B = 0,01 n_3 n_2$	1,2	1,5	1,8	2,1	2,3	2,6	3,1	3,2	3,5	4,5	5,0
		$e_B = [\epsilon_B + \epsilon_{cp} (r_2 K_{\Phi} - 1)] \tau_{0,1}, \%$	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	0,9	1,1	1,1	1,1	1,2	1,4
12	$e_k = e_6 + e_B, \%$	5,3	7,7	6,2	4,5	3,7	2,9	2,7	2,6	2,6	2,7	2,9	

От боковых и верхних световых проемов

Значение коэффициента $\tau_3=0,8$ умножено на 0,9 (см. примеч. 1 к прил. 5). Коэффициент τ_3 отсутствует, так как солнцезащитные устройства в данном случае не требуются.

Вычисляем окончательные значения к. е. о. от верхних световых проемов по формуле (3) и заносим их в табл. прил.-10 (строка 11).

6. Находим окончательные к. е. о. в каждой точке от комбинированного освещения, суммируя величины e_6 и e_n (строка 12 табл. прил.-10), и строим на поперечном разрезе здания кривую освещенности.

Определяем среднее значение к. е. о. по формуле (9):

$$e_{\text{ср}} = \frac{1}{N-1} \left(\frac{e_1}{2} + e_2 + e_3 + \dots + \frac{e_N}{2} \right) = \frac{1}{21-1} \left(\frac{5,3}{2} + 7,7 \cdot 2 + 6,2 \cdot 2 + 4,5 \cdot 2 + \right. \\ \left. + 3,7 \cdot 2 + 2,9 \cdot 2 + 2,7 \cdot 2 + 2,6 \cdot 2 + 2,6 \cdot 2 + 2,7 \cdot 2 + 2,9 + \frac{5,3}{2} \right) = 3,97\%.$$

$$e_n = 4\% \approx e_{\text{ср}} = 3,97\%.$$

Следовательно, естественная освещенность в цехе соответствует нормированной величине к. е. о. для выполнения работ IV разряда.

Рекомендуемая литература

1. Архитектура гражданских и промышленных зданий. Основы проектирования. Под ред. В. М. Предтеченского. М., Стройиздат, 1966.
2. Осипов Л. Г., Сербинович П. П., Стерлигов В. Д., Шубин Л. Ф. Архитектура гражданских и промышленных зданий. М., Стройиздат, 1962.
3. Орловский Б. Я., Сербинович П. П. Архитектура гражданских и промышленных зданий. Т. 3. Промышленные здания. М., «Высшая школа», 1967.
4. Сербинович П. П., Орловский Б. Я., Абрамов В. К. Архитектурное проектирование промышленных зданий. М., «Высшая школа», 1972.
5. Шерешевский И. А. Промышленные здания и сооружения. Л.—М., Стройиздат, 1966.
6. Дятков С. В. Промышленные здания и их конструктивные элементы. М., «Высшая школа», 1971.
7. Архитектурное проектирование промышленных предприятий. Под ред. А. С. Фисенко и С. В. Демидова. М., Стройиздат, 1973.
8. Конструкции промышленных зданий. Под ред. А. Н. Попова. М., Стройиздат, 1972.
9. Черкасов Н. А. Архитектура. Киев, «Будивельник», 1968.
10. Самойло А. И. Производственные здания из сборных элементов. М., «Высшая школа», 1971.
11. Хенн В. Промышленные здания и сооружения. Т. I и II. М., Госстройиздат, 1959.
12. Предтеченский В. М., Милинский А. И. Проектирование зданий с учетом организации движения людских потоков. М., Стройиздат, 1969.
13. Ройтман М. Я. Основы противопожарного нормирования в строительстве. М., Стройиздат, 1969.
14. ЦНИИ промзданий. Совершенствование типов промышленных зданий. Под ред. К. Н. Карташова. Труды, вып. 4. М., Стройиздат, 1967.
15. ЦНИИ промзданий. Совершенствование ограждающих конструкций промышленных зданий. Под ред. К. Н. Карташова. Труды, вып. 5. М., Стройиздат, 1968.
16. ЦНИИ промзданий. Железобетонные конструкции промышленных зданий. Под ред. М. Г. Костюковского. Вып. 1. М., Стройиздат, 1969.
17. ЦНИИ промзданий. Архитектура промышленных зданий. Под ред. Н. Н. Кима. Труды, вып. 13. М., 1970.
18. ЦНИИ промзданий. Совершенствование типовых конструкций промышленных зданий. Под ред. Б. Ф. Васильева. Труды, вып. 18. М., 1970.
19. Поваляев М. И. Крытия и кровли промышленных зданий. М., Стройиздат, 1969.
20. Гусев Н. М., Киреев Н. Н. Освещение промышленных зданий. М., Стройиздат, 1968.
21. Светопрозрачные ограждающие конструкции промышленных зданий. Под ред. В. А. Дроздова. М., Стройиздат, 1967.
22. Осипов Г. Л. Защита зданий от шума. М., Стройиздат, 1972.
23. Глуховский А. Д. Промышленные здания с этажами в межферменном пространстве. М., Стройиздат, 1971.
24. Балалаев Г. А., Медведев В. М., Мощанский Н. А. Защита строительных конструкций от коррозии. М., Стройиздат, 1966.

25. Ильинский В. М. Строительная теплофизика. М., «Высшая школа», 1974.
26. Шаламов Н. П. Универсальные промышленные здания. М., Госстройиздат, 1959.
27. Шаламов Н. П., Дятков С. В., Кожевникова Т. Н., Объедков В. А., Сиденко В. И., Тимановский С. Ф. Защита строительных конструкций предприятий черной металлургии. М., Госстройиздат, 1962.
28. Николаев А. И. Защита надземных конструкций зданий от переувлажнения и коррозии. Л.—М., Госстройиздат, 1958.
29. Поляков С. В. Сейсмостойкие конструкции зданий. М., «Высшая школа», 1969.
30. Велли Ю. Я., Докучаев В. В., Федоров Н. Ф. Здания и сооружения на Крайнем Севере. Л.—М., Госстройиздат, 1963.
31. Кузнецов И. К., Филиппов Г. С. Строительство промышленных сооружений в районах вечномерзлых грунтов. М., Стройиздат, 1972.
32. Абелев Ю. М., Абелев М. Ю. Основы проектирования и строительства на просадочных макропористых грунтах. М., Стройиздат, 1968.
33. Воронина В. Л. Основы проектирования зданий в странах тропического климата. М., Стройиздат, 1966.
34. Дятков С. В. Натурные и экспериментальные исследования кровельных покрытий прокатных цехов (диссертация). М., МИСИ им. В. В. Куйбышева, 1962.
35. Коваленко Ю. Н. Экономика проектирования промышленных предприятий. Киев, «Будивельник», 1970.
36. НИИЭС. Экономическая эффективность применения конструкций из различных материалов. М., Стройиздат, 1971.
37. Блохин В. В. Архитектура интерьера промышленных зданий. М., Стройиздат, 1973.
38. Устинов А. Г. Цвет в производственной среде. М., ВНИИТЭ, 1967.
39. ЦНИИ промзданий. Интерьеры административно-бытовых помещений промышленных предприятий. М., 1968.
40. Бутусов В. П. Эстетика в технике. М., «Московский рабочий», 1967.
41. Мунимов В. М. Эргономика и художественное конструирование. М., 1966.
42. Лапин Ю. С., Шехов Б. В. Цеховая графика. М., ВНИИТЭ, 1969.
43. Строительные нормы и правила (различные главы). М., Стройиздат.
44. Журналы «Архитектура СССР», «Промышленное строительство», «Бетон и железобетон» за 1971—1975 гг.

Оглавление

Предисловие	3
Раздел первый.	
ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ	
Глава I. Общие положения	5
Промышленное строительство (5). Важнейшие постановления в области промышленного строительства (7). Индустриализация и повышение технического уровня промышленного строительства (9). Требования к промышленным зданиям (10). Улучшение условий труда и бытового обслуживания рабочих (12).	
Глава II. Основные виды промышленных зданий	13
Классификация промышленных зданий по назначению и капитальности (13). Виды промышленных зданий по архитектурно-конструктивным признакам (15). Внутрицеховое подъемно-транспортное оборудование (19). Здания бескрановые. Напольный транспорт (21).	
Глава III. Освещение и воздухообмен в промышленных зданиях	21
Требования к освещенности помещений (21). Естественное освещение помещений (22). Искусственное освещение помещений (34). Экономика естественного и искусственного освещения (36). Метеорологические условия в производственных помещениях (37). Способы воздухообмена в помещениях (38). Здания без фонарей и область их применения (41). Герметизированные помещения (44).	
Глава IV. Типизация и унификация зданий и их конструктивных элементов	45
Основные этапы типизации в промышленном строительстве (45). Модульная система и параметры зданий (50). Привязка конструктивных элементов к разбивочным осям (54).	
Глава V. Объемно-планировочные решения промышленных зданий	60
Виды планировок и блокирование цехов (62). Выбор этажности зданий (64). Выбор ширины и высоты пролетов, шага колонн (66). Выбор профиля промышленного здания (69). Конструктивные схемы зданий (71). Противопожарные мероприятия, предусматриваемые в проектах промышленных зданий (73). Эвакуация людей из промышленных зданий (75). Особенности решений промышленных зданий с особыми производственными режимами (79). Технико-экономическая оценка зданий (81).	
Глава VI. Универсальные промышленные здания	83
Особенности универсальных зданий (83). Универсальные здания для машиностроительных производств (86). Универсальные здания основных цехов черной металлургии (90). Универсальные здания химической промышленности (91). Здания с межферменными этажами (92).	

Глава VII.	Основные принципы и средства архитектурной композиции промышленных зданий	96
	Промышленные здания как область архитектурного творчества (96). Архитектурная композиция промышленных комплексов (98). Приемы и средства архитектурной композиции промышленных зданий (103).	
Глава VIII.	Формирование интерьеров промышленных зданий	110
	Средства архитектурно-художественной композиции интерьеров (111). Композиция внутреннего пространства зданий (113). Влияние конструкций на архитектуру интерьера (115). Освещение интерьеров цехов (119). Стекло и пластмассы в интерьере (121). Мебель и естественная зелень в интерьере (122). Организация рабочего места (123). Производственная графика (128). Чистота в помещениях и бытовое обслуживание рабочих (130). Эстетизация производственной среды и экономика (131).	
Глава IX.	Цвет в интерьерах промышленных зданий	133
	Основные положения (133). Взаимосвязь цвета и света (136). Психофизиологическое воздействие цвета (137). Общие принципы цветового решения интерьеров (139). Элементы цветовой композиции интерьеров (142). Особенности цветового решения интерьеров некоторых цехов (146). Цветовая композиция административно-бытовых помещений (149). Проект цветовой композиции интерьеров помещений (152).	

Раздел второй.

КОНСТРУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Глава X.	Каркасы одноэтажных зданий	153
	Выбор материалов для каркасов (153). Железобетонный каркас одноэтажных зданий (157). Фундаменты и их балки (157). Железобетонные колонны (164). Фахверк и связи между железобетонными колоннами (166). Железобетонные обвязочные балки и перемычки (167). Подкрановые балки (169). Стальной каркас одноэтажных зданий (171). Стальные колонны (173). Стальные подкрановые балки (176). Фахверк и связи между стальными колоннами (178).	
Глава XI.	Каркасы многоэтажных зданий	180
	Железобетонный каркас (181). Сборные балочные и безбалочные каркасы (184). Многоэтажные здания, возводимые методом подъема перекрытий и этажей (190). Стальной каркас (192).	
Глава XII.	Стены промышленных зданий	194
	Типы стен по конструктивной схеме (195). Стены из кирпича и мелких блоков (198). Стены из крупных бетонных блоков (198). Стены из железобетонных и легкобетонных панелей (199). Стены из асбестоцементных листов и панелей (207). Стены из металлических листов и панелей (210). Стены многоэтажных зданий (213).	
Глава XIII.	Окна промышленных зданий	214
	Оконные переплеты и панели (216). Беспереплетные заполнения световых проемов в стенах (224).	
Глава XIV.	Покрытия промышленных зданий	230
	Профили покрытий (231). Конструкции покрытий (231). Несущие конструкции покрытий (232). Железобетонные стропильные балки	

и фермы (233). Железобетонные подстропильные балки и фермы (236). Стальные стропильные и подстропильные конструкции (236). Деревянные балки и фермы (241). Связи в покрытиях (245). Ограждающие конструкции покрытий (249). Ограждения с прогонами (251). Ограждения без прогонов (256). Утеплитель, пароизоляция, выравнивающий слой (264). Кровли (266). Водонаполненные кровли (271). Меры по уменьшению накоплений снега на крышах зданий (274). Подвесные потолки (276).

Глава XV.	Большепролетные и пространственные покрытия	276
	Плоскостные покрытия (278). Пространственные покрытия (278). Висячие покрытия (289). Пневматические конструкции (292).	
Глава XVI.	Отвод воды с покрытий	297
	Наружный водоотвод (298). Внутренний водоотвод (299).	
Глава XVII.	Фонари промышленных зданий	304
	Назначение и типы световых фонарей (304). Выбор типов и размеров фонарей (306). Конструкции световых фонарей (307). Использование световых фонарей для целей аэрации (315). Незадуваемые аэрационные фонари (318).	
Глава XVIII.	Полы промышленных зданий	318
	Конструктивные элементы полов (319). Полы со сплошным покрытием (321). Полы из штучных материалов (324). Новые виды полов (325). Основные детали полов (327).	
Глава XIX.	Прочие элементы промышленных зданий	329
	Лестницы (329). Перегородки (332). Ворота и двери (338). Деформационные швы (342). Противопожарные преграды (346). Фундаменты под технологическое оборудование (347). Меры по снижению вибрации и шума в цехах (349).	

Раздел третий.

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ЗДАНИЯ

Глава XX.	Административно-конторские и бытовые помещения	355
	Состав бытовых помещений и их расчет (355). Помещения общественного питания (365). Здравпункты и помещения культурного обслуживания (365). Административно-конторские помещения (366). Приемы размещения административно-бытовых помещений (367). Объемно-планировочные и конструктивные решения зданий административно-бытового назначения (372).	

Раздел четвертый.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Глава XXI.	Здания, возводимые в сейсмических районах	378
	Особенности сейсмических районов (378). Принципы проектирования сейсмостойких зданий и сооружений (380). Конструктивные особенности сейсмостойких зданий (382).	
Глава XXII.	Здания для строительства в районах Крайнего Севера и вечномёрзлых грунтов	389

Особенности условий районов Крайнего Севера и вечномёрзлых грунтов (389). Планировка предприятий и защита зданий от снежных заносов (390). Методы строительства на вечномёрзлых грунтах (393). Объемно-планировочные решения зданий (396). Конструктивные решения зданий (397).

Глава XXIII. Здания, возводимые на просадочных грунтах	402
Строительные мероприятия (403). Водозащитные мероприятия (404). Конструктивные мероприятия (406).	
Глава XXIV. Здания, возводимые на подрабатываемых территориях	408
Выбор территории под строительство и ее планировка (409). Горнотехнические мероприятия (410). Конструктивные и строительные мероприятия (410). Особенности каркасных и бескаркасных зданий на подрабатываемых территориях (413).	
Глава XXV. Здания, возводимые в районах с жарким климатом	415
Планировка территории предприятия (416). Типы зданий и ограждающих конструкций (418). Солнцезащитные устройства (420).	
Глава XXVI. Защита зданий и сооружений от агрессивных воздействий	423
Защита строительных конструкций от химической агрессии (425). Предохранение конструкций зданий и сооружений от увлажнения (432). Защита строительных конструкций в горячих цехах (438).	
Приложения	446
Приложение 1. Значения коэффициента e для производственных зданий (446)	
Приложение 2. Значения коэффициента светового климата m (446)	
Приложение 3. Значения коэффициента солнечности климата C (447)	
Приложение 4. Значения коэффициента относительной яркости K (447)	
Приложение 5. Значения коэффициентов τ_1 , τ_2 , τ_3 и τ_4 (448)	
Приложение 6. Типы солнцезащитных устройств для производственных зданий (449)	
Приложение 7. Значения коэффициента повышения к. е. о. r_1 (450)	
Приложение 8. Значения коэффициента повышения к. е. о. r_2 (452)	
Приложение 9. Значения коэффициента K_{ϕ} (452)	
Приложение 10. Пример расчета естественной освещенности помещения (452)	

На стр. 341 в подрисуночной подписи допущена ошибка.
Следует читать:
Рис. XIX-8. Двери промышленных зданий:

СТАНИСЛАВ ВЛАДИМИРОВИЧ ДЯТКОВ

Архитектура промышленных зданий

Редактор А. П. Мартынов. Художественный редактор Т. А. Дурасова. Оформление художника В. А. Гарбузова. Технический редактор Л. А. Муравьева. Корректор Г. И. Кострикова.

T—01595. Сдано в набор 7/VII—75 г. Подп. к печати 4/III—76 г. Формат 70×90¹/₁₆. Бум. тип. № 1. Объем 29 печ. л. 33,93 усл. п. л. 34,51 уч.-изд. л. Изд. № Стр — 288. Тираж 20 000 экз. Цена 1 р. 54 к. План выпуска литературы издательства «Высшая школа» (вузы и техникумы) на 1976 г. Позиция № 140. Москва, К-51, Неглинная ул., д. 29/14. Издательство «Высшая школа». Заказ 539.

Ярославский полиграфкомбинат Союзполиграфпрома при Государственном комитете Совета Министров СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 150014, Ярославль, ул. Свободы, 97.