МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический
университет имени К. И. Сатпаева

Ж. Б. Байнатов

АРХИТЕКТУРА. АРХИТЕКТУРНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Рекомендовано Научно-методическим советом университета
в качестве учебного пособия

Алматы 2015

УДК 72(075.32)
ББК 85.118я.723
Б

Рецензенты:
Базанова И. А., д-р техн. наук, проф. АО «Казахская академия транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева»;
Тулебаев К. Р., д-р тенх. наук, директор АО. Проектного института «Алматыгипрогор-1»;
Бубнович Э. В. – канд. тенх. наук, доц. КазНИТУ имени К. И. Сатпаева

Печатается по плану издания министерства образования и науки Республики Казахстан на 2015 г.

Б Байнатов Ж. Б. Архитектура. Архитектурные конструкции зданий и сооружений: Учеб. пособие. – Алматы: КазНИТУ имени К. И. Сатпаева, 2015. –348 с. Ил. 124. Табл. 29. Библиогр. – 23 наим.
ISBN №978-601-207-494-9

Содержание учебного пособия соответствует государственному стандарту и учебной программе по дисциплине Архитектура I и II.

В учебном пособии в краткой форме приведена история развития архитектуры мира и Казахстана, рассмотрены архитектурные композиции зданий, сооружений и особенности строительства зданий и сооружений в опасных климатических регионах Казахстана.

Рассмотрены примеры теплотехнических расчетов ограждающих конструкций, лестничных маршей, глубины заложения фундаментов и построения розы ветров.

Один из методических особенностей пособия является насыщенность конструктивными решениями узлов, деталей и элементов зданий. Это делает его особенно удобной для самостоятельного выполнения заданий студентами, обучающимися по дистанционной форме.

В приложениях приведены схемы зданий (варианты), типовые

УДК 72(075.32)
ББК 85.118я.723

ISBN №978-601-207-494-9

© Байнатов Ж. Б., 2015
© КазНИТУ имени К. И. Сатпаева, 2015

ВВЕДЕНИЕ

Ускоренный прогресс науки и техники, постоянное развитие индустриальной базы строительства сопровождается появлением новых, более совершенных типов зданий, отвечающих современным требованиям архитектуры, условиям производства, жизни людей и удовлетворение их возрастающих потребностей.

В крупных, средних и малых городах все кварталы и микрорайоны отмечены строительством новых зданий, реконструкцией ранее возведенных жилых домов, общественных, производственных, транспортных объектов. Сама архитектура новостроек, элементы благоустройства и инженерного оборудования городских территорий начинают все отчетливее приобретать новые черты.

Дальнейшее развитие и улучшение конструкций зданий предполагает снижение материалоемкости за счет применения материалов повышенной прочности, эффективных стальных профилей, легких теплоизоляционных материалов, а также за счет совершенствования конструктивных схем.

Впервые за многие годы вопросы проектирования зданий гражданского и производственного назначения сегодня рассматриваются в контексте ведущей роли архитектурного формообразования. Именно архитектура должна выступать сегодня, с одной стороны, в роли заказчика новых технологий и новых материалов, а с другой стороны – в роли создателя рынка недвижимости, формируя запросы и предпочтения покупателей жилья, объектов торговли, бытового и культурного обслуживания.

Огромная роль в решении задач совершенствования архитектурно-строительного проектирования принадлежит будущим бакалаврам (инженерам) строительных специальностей.

Инженер (бакалавр)-строитель должен понимать основы архитектуры, видеть тенденции ее развития, чтобы обеспечить решение творческих задач по созданию архитектурного образа и конструкций зданий, сооружений и ихкомплексов с высокими эстетическими и функционально-технологическими качествами

при соблюдении требований экономичности строительства. Он должен уметь проектировать гражданские и промышленные здания, их несущие и ограждающие конструкции, знать функционально технологические, экологические, физико-технические и эстетические основы архитектурно строительного проектирования, а также знать принципы автоматизированного проектирования и применения ЭВМ, уметь пользоваться нормативной и технической документацией по проектированию и возведению зданий и сооружений.

В наше время ни один архитектор не возьмется проектировать здание даже скромных размеров без консультации с инженерами-специалистами. Корни этого лежат в возросшем влиянии экономического фактора, в развитии технологии и в необходимости создания грандиозных сооружений гражданского и промышленного назначения. Огромные плотины, большепролетные мосты, высотные здания стали символами нашего времени.

Каждый архитектор сознает важность понимания работы конструкции под нагрузкой, но овладеть этим пониманием оказывается труднее, чем может показаться с первого взгляда. Быстрое развитие конструкций, создаваемых из новых строительных материалов (алюминий, железобетон, предварительно напряженный бетон, армоцемент), а также математические трудности расчета новых конструктивных форм, таких как оболочки, делают почти невозможным для человека с подготовкой архитектора охватить весь круг проблем, связанных с проектированием новых современных конструкций. Кроме специальных, чисто архитектурных, дисциплин архитектор должен знать основы целого ряда смежных областей эстетики, социологии, экономики, инженерных конструкций. Глубоких специальных знаний требует архитектурное творчество в массовом жилищном строительстве, в строительстве зрелищных, спортивных, гостиничных комплексов, мостов, сельскохозяйственных, промышленных, транспортных сооружений.

Вместе с тем инженеру для выполнения расчета и проектирования сложных конструкции нужны глубокие специальные знания, и его деятельность весьма далека от архитектурного творчества. Сама область проектирования стала настолько сложной, что инженеры-конструкторы вынуждены

специализироваться по различным видам конструкций в зависимости от материала или формы.

Что касается чисто архитектурных аспектов создания сооружения, то принято считать, что специфика их требует образного, а не математического мышления, что освоение их инженером – труд непосильный и ненужный. Познания инженера в области объёмно-пространственной композиции, тектоники и средств выразительности столь же ограниченны, как и познания архитектора в расчетной области. Контакт архитектора и инженера становится весьма затруднительным: у них отсутствует общий язык.

Однако диалог между ними для пользы дела необходим. Архитектор и инженер являются носителями двух творческих начал – эстетического и конструктивного, взаимодействующих на всех этапах проектирования. Взаимовлияние, борьба этих двух начал имеют диалектический характер, это две стороны одного и того же процесса. Забвение любой из них не проходит безнаказанно. В тех случаях, когда недооценивается архитектурное начало, когда конструкция является главным средством эстетического воздействия, наблюдается сухость форм, голый техницизм, не согретый человеческим чувством, С другой стороны, чрезмерное увлечение формами, их выразительностью и внешним эффектом приводит к формалистическому произволу.

Рассматривая лишь одну проблему сложного, динамического процесса взаимосвязи конструкции и архитектурной формы – проблему профессиональной подготовки инженера и архитектора, следует признать, что истинные шедевры архитектуры обязаны своим появлением гармоничному единству техники и искусства, материально-технического и идейно-художественного начал. «Ввиду того, что тектоническая архитектурная форма возникает там, где смыкается и перекрывается область деятельности инженера и архитектора, для ее создания требуются добрая воля и целеустремленные искания обоих. В противном случае получается только конструкция или только форма. Лишь при условии восстановления потерянных контактов, понимания общей цели и совместной работы над решением общих новых задач может быть создано то, что мы называем тектонической архитектурной формой».

В связи с этим уместно напомнить, что современная архитектурная школа основывается на единстве художественно-композиционного и научно-технического образования. Одновременное развитие этих двух направлений приводит к их взаимному обогащению.

Проектирование конструкций условно можно разбить на четыре этапа: замысел, расчет, конструирование и графическое оформление проекта.

«На первом этапе наиболее ярко проявляется талант конструктора, его способность мыслить нестандартно, находить в сложных ситуациях эффективные решения. Не в последнюю очередь в это время играет характер взаимоотношений с архитектором, понимание задач партнера, способность вовремя предложить ему наилучшее решение из многих.

Второй этап характеризует профессиональную эрудицию конструктора, его знание теории сооружений, теории упругости, математики, механики грунтов и многих других предметов. Теоретическая подготовка инженера-конструктора должна включать в себе умение владеть ПЭВМ, знание расчетных программ, возможность самому в ряде случаев вносить в них «усовершенствования» (если программы с открытым кодом, конечно).

Третий этап – конструирование – должен содержать представление о принципах работы конструкций из различных материалов, о способах их производства, об ограничениях, которые необходимо учитывать в своей работе и которые содержатся в нормативных документах.

Четвертый этап подготовки проекта зависит сегодня от оснащенности проектировщика техникой».

С целью закрепления теоретического материала курса «Архитектурные конструкции», овладения методикой проектирования в соответствии с действующими нормами и стандартами на основе существующего опыта составления проектной документации рекомендуется выполнение курсовой работы "Малоэтажное здание". Предлагаемый учебник поможет студентам – будущим инженерно-техническим работникам различных отраслей народного хозяйства овладеть необходимыми знаниями основ архитектурных конструкций.

1. АРХИТЕКТУРА

«С самого начала зарождения проекта
у доски должны стоять три человека:
архитектор, конструктор и строитель»
П. Л. Нерви – великий итальянский
инженер и архитектор

1.1. Общие понятия об архитектуре

Архитектура – это искусство возводить здания, сооружения и их комплексы для обслуживания социально-бытовых и идейно-художественных потребностей человеческого общества.

Задача архитектора – создание (иногда совместно с инженером) самого замысла предпринимаемой постройки. Когда возникает потребность в каком-либо, здании, например, для жилья, школы или учреждения, и выбрано место для его постройки, то из всего многочисленного коллектива, которому предстоит потрудиться над его возведением, первом приступает к работе архитектор. Он составляет проект этого здания, отвечающий всем практическим требованиям, предъявляемым к нему условиями отводимой территории, назначением здания, отпускаемыми средствами и т. д.

Архитектор, разрешая практическую задачу, ставит одновременно и художественные цели, т. е. стремиться выразить в художественных формах определенное идейное содержание и придать зданию или сооружению такой облик, которой будет активно воздействовать на сознание людей.

Произведениями архитектуры являются здания различного назначения, отдельные фрагменты городской застройки и пространственная организация городов в целом, инженерные сооружения (мосты, радио- и телевизионные башни, трубы и т. п.), а также сооружения, предназначенные для художественного обогащения и благоустройства внешнего пространства (монументы, подпорные стены, террасы, набережные).

Архитектурное искусство воздействует на эмоции и сознание людей. Внешний облик зданий осознается зрителем как легкий или тяжеловесный, монументальный или интимный.

Находясь внутри здания, человек воспринимает особенности решения его пространства как подавляющего или возвышающего, уютного или дискомфортного. Зная художественные закономерности архитектурного формообразования, архитектор предрешает в процессе проектирования задуманное эмоциональное воздействие здания или комплекса зданий.

Конструкция является основным компонентом архитектуры независимо от того, что строится – жилище, гражданское или промышленное здание. Во всех случаях с помощью определенных материалов ограничивается некоторый объем и организуется внутреннее пространство для тех или иных целей. Возведенное сооружение должно иметь конкретное функциональное назначение и быть способным противостоять силам природы. Кроме этих утилитарных целей человек всегда стремился удовлетворить и эстетические требования, которые иногда превышали требования прочности и экономичности.

В настоящее время человеку служит множество зданий и сооружений, которые можно разделить на 3 группы: жилье дома; общественные постройки; производственные объекты.

Существует еще и архитектура «малых форм» (открытие лестницы и площадки, бассейны и фонтаны, навесы и беседки). «Малая» и «большая» архитектура связывается воедино искусством градостроителя.

Градостроитель – это композитор города. Композиция здания очень важна. От нее в первую очередь зависит впечатление, которое производит архитектурное сооружение.

Сочетание различных объемов – высоких и низких, прямолинейных и криволинейных, чередование пространств – открытых и закрытых – вот основные приемы, которыми пользуется зодчий, создавая архитектурные композиции.

В современной архитектуре происходит перестройка традиционных методов проектирования. На основе использования результатов ряда научных дисциплин (демографии, социологии, антропологии, эргономики, климатологии, строительной физики, строительной механики и др.), их системного анализа и обобщения, формируются основы научной методики проектирования зданий и сооружений.

Технический прогресс в строительстве требует от инженера-проектировщика создания, новых рациональных конструктивных решений освоения, прогрессивных методов расчета конструкций, повышения эффективности проектных работ.

Семь чудес света в представлении античного общества – наиболее прославленные достопримечательности архитектуры и природы. Это (в порядке древности): 1 – Египетские пирамиды в Гизе (ок. 2700–1780 гг. до н. э.); 2 – Террасные висячие сады Семирамиды в Вавилоне (605–562 гг. до н. э.); 3 – Храм Артемиды в Эфесе (ок. 550 г. до н. э.); 4 – статуя Зевса в Олимпии (ок. 430 г. до н. э.); 5 – Мавзолей в Галикарнасе (IV в. до н. э.); 6 – статуя бога Солнца Гелиоса на о. Родос (так называемый Колосс Родосский) высотой 37 м (ок. 292–280 гг. до н. э.); 7 – Фараоский маяк в Александрии вероятность высотой 143 м (ок. 280 г. до н. э.).

К сожалению, большинство из этих памятников больше не существует. На протяжении столетий неоднократно предпринимались попытки расширить круг чудес. К ним пытались причислить и Эйфелеву башню, статую Свободы в Америке, Останкинскую телебашню, Великую китайскую стену и т. д. Китайская стена является крупнейшим сооружениям всех веков и народов. Безусловно, многие из технических достижений современности (например, эксплуатационный тоннель под Ла-Маншем) весьма значительны. Тем не менее, опровергнуть мнение пока не удалось.

К числу чудес можно отнести и Казахстанские сооружения: Высокогорный каток «Медео» и селезащитную плотину на «Медео».

Первые города мира

После того как около 11 тыс. лет назад на Ближнем Востоке люди стали переходить на оседлый образ жизни, семьи выросли, размер поселений увеличился, появились первые города. В общинах развивалось разделение труда – ремесленники изготавливали необходимые для жизни вещи, руководители управляли жизнью общины. Люди приходили в город покупать и продавать не только выращенные в его окрестностях продукты питания, но и металлические изделия, одежду, ювелирные украшения, пряности и мн. др.

Какой город является самым древним в мире? С полной достоверностью это неизвестно, но одним из самых древних является город Иерихон в Израиле на ближнем востоке неподалеку от мертвого моря. Развалины некоторых городских стен имеют возраст более 11 тыс. лет. Это были массивные каменные сооружения высотой 7 м. Люди жили в нем примерно до 1500 г. до н.э. Около 7 тыс. лет назад на Ближнем Востоке было много и других городов.

Первые поселения городского типа в Китае. Две цивилизации возникли в Азии – в Китае и в Индии. Китайская цивилизация начала развиваться более 7 тыс. лет назад, когда люди из племени шан-инь построили первые поселения в долине реки Хуанхэ (Восточный Китай).

Первые города имели немалые размеры (до 6 кв. км.) и часто имели солидные стены.

Чатал-Хююк в Малой Азии на территории современной Турции является одним из самых древних городов мира (рис. 1.1). Его точный возраст неизвестен, но сохранившиеся останки датируются 6250 г . до нашей эры. Для защиты от нападений дома строили вплотную друг к другу, а вход в них находился на крыше. В случае опасности лестницы убирались.

Отрар (Турарбанд, Турар, Тарбанд, Фараб) средневековый (V–XV вв.) город в Южном Казахстане. Город Отрар известен всему миру как великий город, расположенный на Великом Шелковом пути, соединяющий Китай с Центральной Азией и Сибирью. Китайский шелк был основным торговым товаром. Великий Шелковый путь – караванная дорога, которая появилась во втором веке до нашей эры и проходила из Сианя через Ланьчжоу и Дуньхуан, а затем раздваивалась: северная дорога, проследовав через Турфан, пересекала Памир, шла в Фергану и казахские степи; южная – проходила мимо озера Лобнор по южной окраине пустыни Такла-Макан через Яркенд и Памир (в южной части) и вела в Бактрию, а оттуда – в Парфию, Индию и на Ближний Восток. Протяженность Великого Шелкового пути превышает 7 тысяч километров. До

наших дней сохранились исторические сведения об Отраре как о центре науки и образования (медресе, мечети), искусства и архитектуры. Всемирно известная Отрарская библиотека находилась в этом городе.

Город был окружен стеной, имел три въезда. В эпоху завоеваний Чингисхана Отрар был полностью разрушен (1220 г).

В начале XVI в. город перешел к казахам.

Город **Хива** расположен в Узбекистане на левом берегу Амударьи. В IX–X вв. Хива была столицей Хорезма. В Хиве трудились такие великие ученые-энциклопедисты, как Мухаммед аль-Хорезми, Абу Райхан Бируни, Абу Али ибн Сина (Авиценна). Величественные дворцы, мавзолеи, мечети и минареты образовали лучшие архитектурные ансамбли.

Одним из древнейших городов Казахстана является **Тараз** (рис.1.2). Останки которого скрыты под застройками современного города Тараз. Город расположен на реке Талас, и впервые упомянут византийским послом Земархом в 568 г. Через несколько десятков лет, в 630 г. о нем сообщает китайский путешественник Сюань-Цзан, назвавший Тараз важным торговым центром, стоящим на Великом Шелковом пути. В VIII в. Тараз известен под названием Аргу-Талас, Алтын-Аргу-Талас-улуш, Талас-улуш. Тараз является укрепленным торговым городом с хорошо развитым ремесленным производством. Тараз был знаменит своей общественной баней, построенной в XI–XII вв., которая отличалась оригинальной планировкой.

В конце XIII в. г. Тараз продолжал оставаться важным центром в монгольской империи, а затем в державе Тимура. Был он известен и позднее, вплоть до XVI в., когда земли Семиречья вошли в состав Казахского ханства.

В 1856 г. город получил новое название Аулие-Ата «Святой дед», а 1 января 1936 г. был переименован в г. Мирзоян.

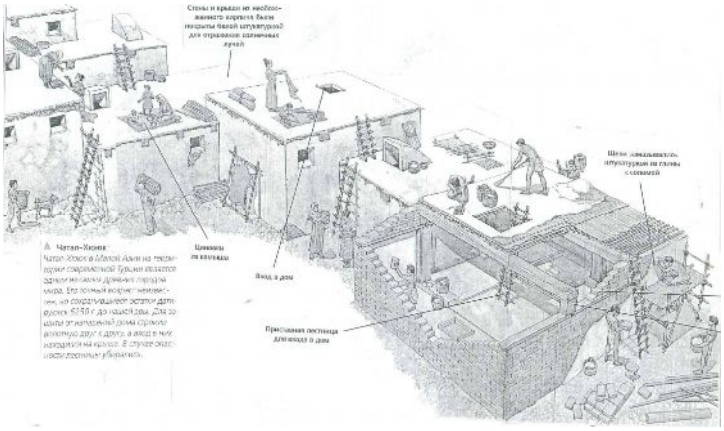


Рис. 1.1.



Рис. 1.2. Древний город Тараз

В мае 1938 г. городу было дано название Жамбыл, в честь народного акына Ж. Жабаева. И это название город носил до 8 января 1997 г., когда Президент Республики Казахстана принял исторический указ о переименовании г. Жамбыл в г. Тараз.

Туркестан (Ясы) – средневековое (V–VI) городище на восточной окраине современного города Туркестана в Шымкентской области. Впервые упоминается в источниках со второй половины XVI в. с того момента, как город стал столицей Казахского ханства. В X в. в районе Туркестана был известен г. Шавгар, который являлся пригородном селением. В XIV в. центральное положение в этом регионе занимает г. Ясы, который являлся пригородным селением Шавгара. Период расцвета Ясы приходится на XVI–XV вв., когда город интенсивно разросся, чему в немалой степени способствовал рост товарно-денежных отношений, вытеснявших натуральный обмен. Ясы в середине века имели собственный монетный двор. Средневековые историки в начале XVI в. упоминают о нем как о столичном городе правителей округа и крупном торговом центре, который также как и другие присырдарьинские города, постоянно был в центре военных столкновений. За него сражались с правителями Мавераннахра-Тимуридами- ханы Ак-Орды в XIV–XV веках. Именно на территории древнего Туркестана находится мавзолей – мечеть Кожа Ахмеда Яссауи – святыня мусульман всего мира, возведенная по воле Эмира Тимура. Здесь же находятся усыпальницы казахских ханов.

1.2. Архитектура Древнего Египта

Фараоны Древнего Египта в соответствии со своими верованиями обеспечивали себе достойную жизнь после смерти, возводя пирамиды-гробницы. Ступенчатая пирамида фараона Джосера в Саккаре была построена в 2650 г. до н. э. Первоначально ее окружали небольшие храмы, где живые могли молиться о душах усопших.

В списке семи чудес света, составленном в эпоху Александра Македонского, египетские пирамиды занимают верхнюю строчку.

Они первые и единственные из семи чудес, дошедшие до нас сквозь пыль и суету веков. Арабская народная мудрость гласит: «Мир боится времени, а время боится пирамид». Время не пощадило висячих садов Семирамиды, разрушило маяк в Александрии, подкосило Колосса родосского и натравило Герострата на храм Артемиды.

Наиболее ярким примером египетских погребальных сооружений являются гробницы Фараонов на берегу Нила, возле современного поселка Гизе. Среди огромного количества более мелких гробниц здесь расположены три величайшие, имеющие геометрически правильную форму пирамид. На рис. 1.3 изображена самая большая из них – гробница фараона Хеопса. Ее высота достигла 147 м, сторона ее основания имеет 230 м. На ее сооружения пошло 2,5 млн. огромных, гладко притесанных друг к другу блоков камня, весом каждый от 2 до 14 т.

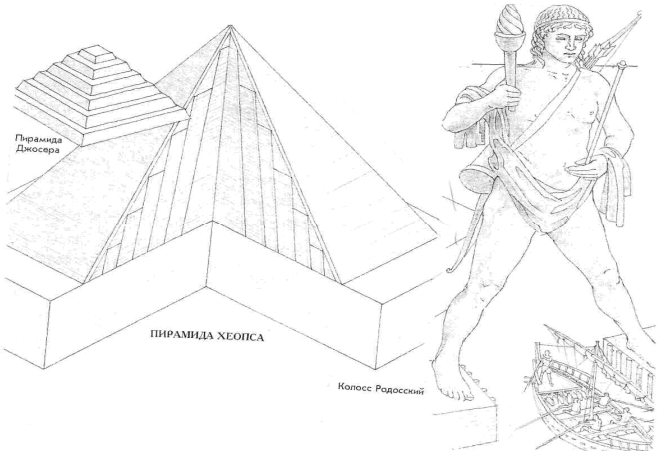


Рис. 1.3. Архитектура Древнего Египта

Рабы вырубали их из скал, придавали им необходимую форму, доставляли на место строительства и укладывали в определенном порядке.

Внутри этой искусственной горы помещается небольшая погребальная камера, где был поставлен Саркофаг Фараона. Сто тысяч людей были заняты на постройке пирамиды в течение 20 лет.

Позже, во II–I тысячелетии до н. э., пирамиды больше не воздвигались, но значительного развития достигло строительство храмов. Храмы Нового царства были посвящены в первую очередь не заупокойному культу фараона, а культу богов. В архитектуре храмов сказалось новое представление о храме

как о жилище бога. Подобно древнеегипетскому жилому дому храмы делились на три основные части: открытый двор, приемный многоколонный зал и внутренние покои (в храме – святилище). Расположение всех этих помещений последовательно друг за другом по одной оси, было приспособлено для проведения торжественных религиозных церемонии, при которых толпа молящихся, пройдя ворота храма, так называемые «пилоны», оказывалась посреди окруженного колоннадой двора и видела перед собой многоколонный зал, доступный лишь для избранных, и за ним – таинственное, почти темное святилище.

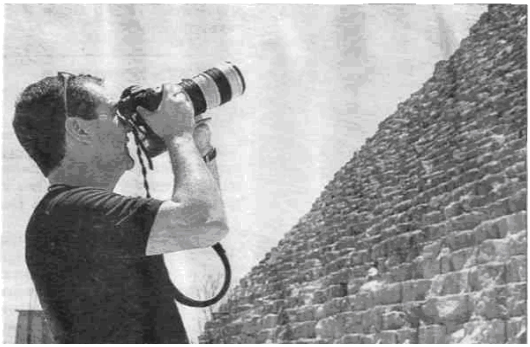


Рис. 1.4. Президент РФ (2008-2012) Д. Медведев в Африке у пирамиды фараонов на берегу р. Нила в современном поселке Гизе (А и Ф № 27, 2009 г.)

Самым грандиозным из храмов Нового царства является храмовый комплекс Карнака, начатый почти за два тысячелетия до н. э. Многоколонный зал этого храма – одно из величайших сооружений Египта; перекрытие его поддерживалось 16 рядами колонн. Капители средних двух рядов колонн имеют вид открытых чаш папируса, а капители боковых, более низких колонн – форму бутонов.

Колосс Родосский – огромная (36-тиметровая) бронзовая статуя бога Солнца Гелиоса. Около 280 года до н. э. она была установлена у входа в гавань Родоса. Высота статуи в 20 раз превышала рост человека.

1.3. Архитектура античной Греции

Европа – это колыбель западной цивилизации, начало которой положили Греция и древний Рим, пережившие свой расцвет более 2000 лет назад.

Большую роль в развитии мировой архитектуры, как и всей мировой культуры, сыграла античная Греция. В Греции архитектура достигла такой высокой степени художественного совершенства, что ее сооружения до настоящего времени «в известном смысле сохраняют значение нормы и недосягаемого образца», а разработанные греческими зодчими ордера (от латинского ordo – порядок, строй) продолжают служить одним из важнейшим художественных средств, которыми пользуется современный архитектор.

Ордер представляет собой художественную систему, показывающую при помощи тщательно разработанных и ставших традиционными форм назначение отдельных элементов стоечно-балочной конструкции здания, работу внутренних сил в ней, взаимную связанность всех ее частей. Художественными средствами он выражает господствующие в этой конструкции закономерности.

В античной Греции сложились три ордера: дорический – наиболее строгий и монументальный, ионический – с более утонченными членениями и нарядными формами и коринфский, отличающийся наибольшей утонченностью пропорций и пышностью форм (рис. 1.5).

Дорическая колонна, сохраняя форму мощного древесного ствола, значительно суживалась кверху; вместе с тем образующая этого высокого усеченного сверху конуса имела легкую кривизну, дающую чуть заметное расширение в нижней половине ствола. Ствол покрывали широкие, соприкасающиеся краями вертикальные углубления – каннелюры. Колонна ставилась непосредственно на верхнюю площадку основания – стилобат.

Капитель дорического ордера состояла из как бы «пружинящей» круглой подушки – эрхина – и лежащей на ней квадратной доски – абака. Дорический фриз представлял собой полосу из слегка выступающих плиток с вертикальными врезами, так называемых триглифов, отмечавших когда-то

выходившие на фасад торцы балок перекрытия, и из заполняющих промежутки между ними плит – метоп.

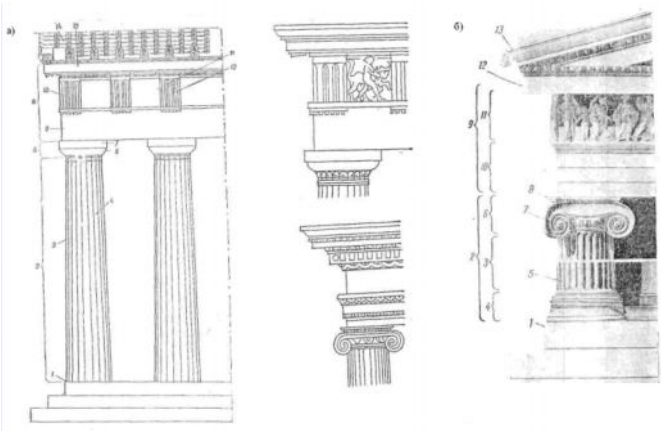


Рис. 1.5. Древнегреческие архитектурные ордера:
а) Дорический ордер: 1 – стилобат; 2 и 3 – ствол колонны; 4 – каннелюры; 5 – капитель; 6 – эхин; 7 – абак; 8 – антаблемент; 9 – архитрав; 10 – фриз; 11 – метопа; 12 – триглиф; 13 – карниз; 14 – кровельные черепицы; б) Ионический ордер: 1 – стилобат; 2 – колонна; 3 – ствол колонны; 4 – база; 5 – каннелюры; 6 – капитель; 7 – волюты; 8 – абак; 9 – антаблемент; 10 – архитрав; 11 – фриз; 12 – карниз; 13 – сима

Ионическая колонна, значительно более тонкая, для большей устойчивости и более выгодного распределения нагрузки на основание, имела внизу уширение – базу. Сужение ее ствола кверху почти незаметно. Каннелюры в ней глубже и уже; между ними приходят плоские дорожки.

Ионическая капитель ведет свое происхождение от отрезка бруса, передающего нагрузку балки на вертикальную опору. Такой отрезок бруса («подбалка»), с древнейших времен распространенный на Востоке, получил еще украшения по краям в виде спиральных завитков – в о л ю т, своего рода, геометризованных элементов цветка или растения. Переняв эту форму, греки добились в ней изумительного благородства линий.

В общей совокупности форм ордера четко выделены работающие, напряженные части конструкции. Ствол колонны расширяется в середине: капитель заканчивающая колонну вверху, подпирает главную балку – архитрав, который свободен от всяких украшений, чтобы он был виден во всей своей мощи.

Этим несущим частям противопоставлены верхние, менее нагруженные, покоящиеся части, имеющие другие функции. На архитраве лежит **фриз**, как бы само перекрытие из поперечных балок. Фриз уже имеет целую систему украшений. Над фризом выступает завершающая здания вверху легкая плита карниза, цель которой – защитить все здания от стекающей с крыши воды.

Примером высшего достижения среди построек ионического ордера считается небольшой, изысканно изящный храм Эрехфейон, расположенный напротив Парфенона с северной стороны. Композиция Эрехфейона сложна и прихотлива, отдельные части его выстроены в разных уровнях, все четыре фасада украшены разными по формам портиками. Южную стену украшает небольшой «портик кариатид», в котором перекрытие несут вместо колонн статуи девушек; фигуры их задрапированы живописными складками одежд, на высоко поднятых головах они легко несут свою ношу. Детали храма выполнены с ювелирной тщательностью (рис. 1.6).

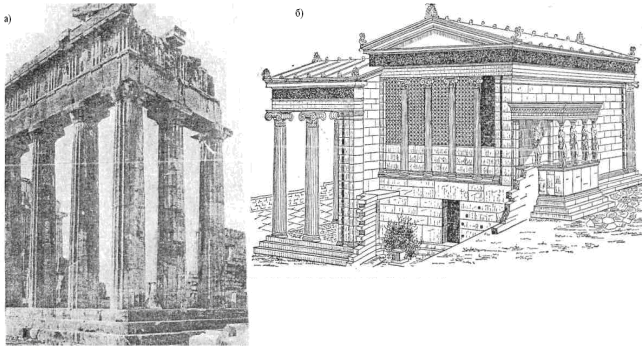


Рис. 1.6. Архитектурные памятники Греции:
а) Парфенон в Афинах; часть фасада (вторая половина V в. до н.э.); б) храм Эрехфейон (Афины) (421–406 гг. до н.э.)

Позднее, в IV в. до н. э., у греков складывается еще новый ордер – коринфский (рис.1.7). Его можно считать разновидностью ионического, так как он отличается от него только капителью и еще несколько более стройной колонной. Основная конструктивная часть коринфской капители – соединенный непосредственно со стволом колонны массивный опрокинутый колокол – на самом деле представляет прекрасную опору для архитравной балки.

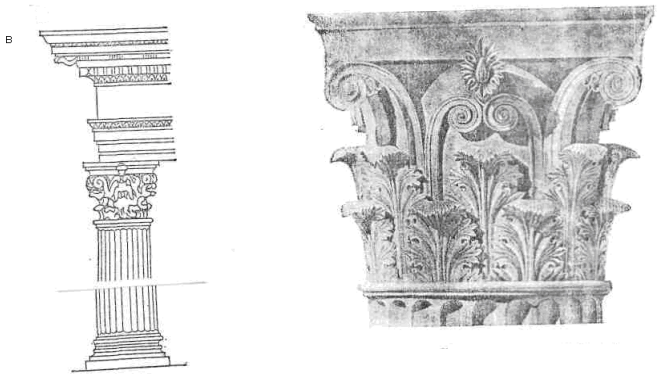


Рис. 1.7. Коринфская капитель из Эпидавра
(середина IVв. до н.э.)

1.4. Римская архитектура

Несмотря на то, что римская архитектура имела вначале подражательный характер и что, по художественному уровню она уступает греческой, ее значение в развитии мировой архитектуры не менее велико.

Древнеримские зодчие заимствовали греческую систему ордеров, дополнили ее древнеиталийским *тосканским* ордером и строго канонизировали пропорциональные соотношения (рис. 1.8).

Широкое строительство общественных сооружений у римлян и создание целого ряда новых типов их вызывались потребностями усложнившейся после завоеваний их социальной жизни. В римской архитектуре появляются огромные закрытые залы – базилики; общественные площади – форумы; роскошные, состоявшие из сложного комплекса помещений здания бань –

термы; цирки и амфитеатры, а также искусные инженерные сооружения: мощеные дороги, мосты, акведуки, гавани и пр. Строительство храмов, которое в Греции играло первенствующую роль, в Риме отходит на второй план.

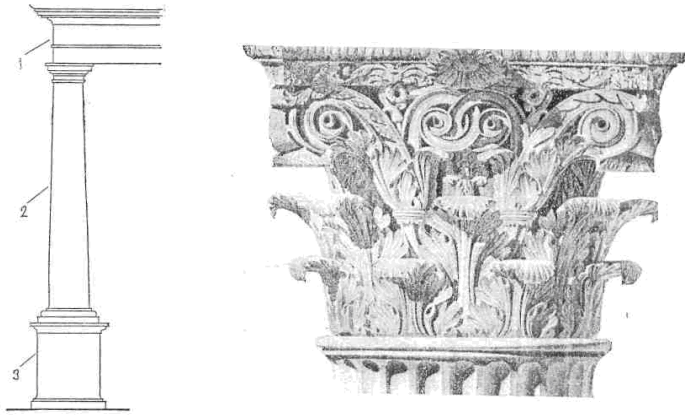


Рис. 1.8. Римский архитектурный ордер:
а) Тосканский ордер: 1 – антаблемент; 2 – колонна; 3 – пьедестал; б) Римская коринфская капитель (I в. до н.э.)

Новые сводчатые конструкции и новый материал – бетон – послужили у римлян основой для решения важнейшей задачи архитектуры – создания больших, свободных внутренних помещений, которые у греков и у народов Востока (египтян персов) всегда были загромождены поддерживавшими перекрытие колоннами или столбами. Под римскими сводами впервые появляются в интерьерах простор и хорошая видимость.

Перенесенные на римскую почву греческие ордера при новой технике, новых масштабах и новых объемных построениях римских сооружений сильно перерождаются.

Излюбленным становится коринфский ордер, который начинает применяться в наружных колоннадах и приобретает все более сложные формы. Входят в потребление полуколонны и пилястры. Колонны становятся все стройнее, детали – все пышнее и декоративнее.

Для Рима таким знаменитым сооружением является сохранившиеся здание Колизея.

Одним из величайших сооружений римской архитектуры является знаменитый амфитеатр, построенный в конце I в. н. э. императорами династии Флавиев, – так называемый Колизей (рис. 1.9) он предназначался для гладиаторских боев и травли зверей – излюбленных римлянами кровавых зрелищ.

Заложенный около 75 г. н. э. при императоре Веспасиане, он был открыт в 80-м при императоре Тите, а так как оба они из рода Флавиев, то Колизей получил название амфитеатра Флавиев. Размеры длинной и короткой осей овального плана 188 и 156 м, высота стен – 48,5 м. Вмещал до 50 тысяч зрителей на четырех ярусах кресел, трибун и галерее вдоль венчавшей их колоннады. Арена имела размеры 86х54 м, под ее деревянным полом сходились перекрытые сводами помещение для гладиаторов и клетки для зверей.

В основании Колизея находились темницы и зверинец. Животных, львов и быков, вели по огражденным сеткой коридорам и доставляли на арену на специальной платформе, поднимавшейся с помощью лебедки.

а) б)

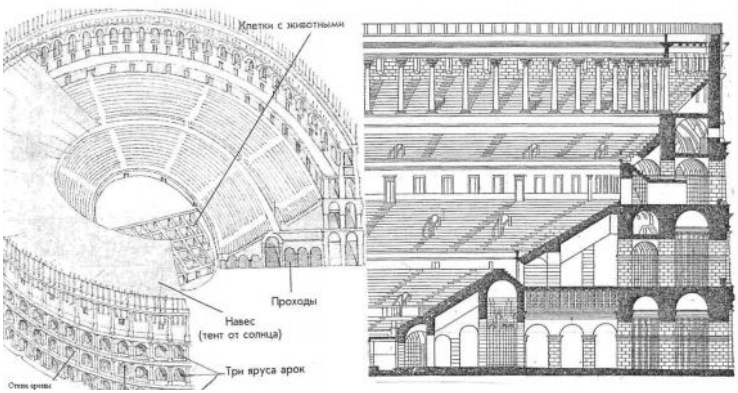


Рис. 1.9. Рим. Колизей (амфитеатр Флавиев)
(75–80 гг. н.э.); *а – общий вид, б – разрез*

Своды поддерживали и трибуны. Грандиозный висячий тент защищал зрителей от солнца. Стена Колизея выложена в 4 яруса. Нижний – из 80 арок-входов, второй и третий – из такого же количества арок-окон, четвертый – глухая стена с отдельными проемами. По фасаду, между арками, полуколонны чем выше ярус, тем более стройные ордера: на первом – тосканского, на втором – ионического, на третьем – коринфского, а на четвертом – тоже коринфского ордера, но в пилястрах.

Еще более совершенным произведением архитектуры следует признать Пантеон – «храм всех богов» (рис. 1.10), сооруженный в Риме в начале II века. Если Колизей представляет собой одно из наиболее ярких проявлений римского архитектурного гения, то Пантеон как бы опередил свое время и впоследствии оказал значительное влияние на развитие архитектуры итальянского Возрождения. Его значение в том, что архитектор создал в нем впервые в истории прекрасное решение огромного внутреннего пространства.

Пантеон представляет собой глухую цилиндрическую постройку – ротонду, перекрытую куполом, который снаружи кажется пологим, так как его нижняя часть закрыта широким уступчатым кольцом. К входу в здание пристроен высокий, сильно выдвинутый портик.

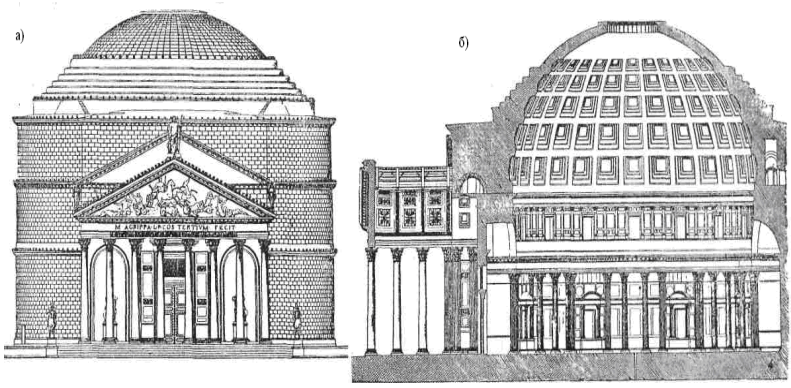


Рис. 1.10. Пантеон («храм всех богов») в Риме (начало II в.):
а – фасад, б – разрез

Один из шедевров древнеримской архитектуры, так называемый Гардский мост, – огромная трехъярусная аркада, по которой канал акведука пересекает глубокую долину реки Гар вблизи г. Нима во Франции. Нижний ярус аркады, высота которого 21,6 и ширина 6,36 м, состоит из шести арок и несет на себе второй ярус высотой 21,5 и шириной 4,56 м. По третьему ярусу высотой 7,82 и шириной 3,06 м проложен канал акведука. В этом ярусе 35 маленьких арочек. Общая высота сооружения 48,77 м. Длина поверху составляет 275 м, аркады второго яруса – 242, нижней аркады – 142 м. Пролеты арок первого яруса и приходящиеся над ним части второго совпадают по вертикали. Маленькие арочки третьего яруса расположены так, что над средней аркой, более широкой, чем остальные, их четыре, а над другими – по три. Для этого несколько изменены размеры столбов (рис. 1.11). Вид этого простого и благородного сооружения поразил меня тем сильнее, что оно находится в пустыне, а уединение и тишина значительно усиливают впечатление от предметов и вызываемый ими восторг. Дело в том, что так называемый мост этот не что иное, как водопровод. Невольно задаешь себе вопрос, какая сила перенесла эти огромные камни так далеко от каменоломни и собрала столько тысяч человеческих рук в необитаемое место».

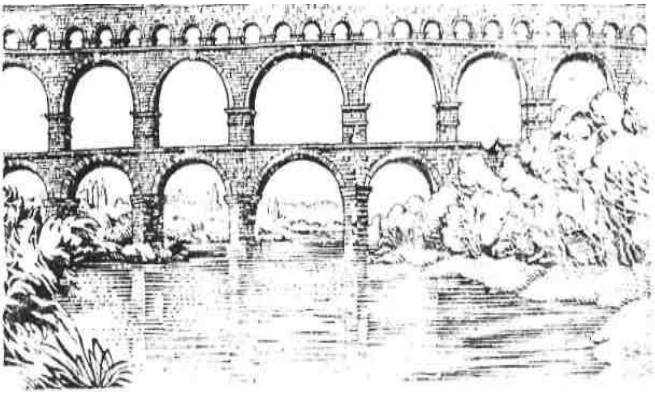


Рис. 1.11. Гардский мост в Ниме. Франция. II век

Сочетание различных по величине пролетов и опор в сложной ярусной системе, большая смелость и в то же время умеренность в применении форм пропорций способствовали созданию совершенной художественной композиции. Жан-Жак Руссо в «Исповеди» так выразил свое впечатление: «Это было первое римское сооружение, которое я видел. Я ожидал увидеть памятник, достойный рук, создавших его. Но он превзошел мои ожидания, и это было единственный раз в моей жизни. Только римляне могли создать подобное.

1.5. Архитектура Востока

В 1619–1635 гг. в центре Самарканда на площади Регистан дедом Айтеке-би Жалантос Бахадуром («Эмир г. Самарканда») построено знаменитое медресе Шир -Дор («Львиное») в 1647–1660 гг. медресе Тилля Кари («Покрытое золотом»). Эти сооружения стали памятником архитектуры Востока, они притягивают взгляд своей красотой и изяществом исполнения (рис. 1.12).

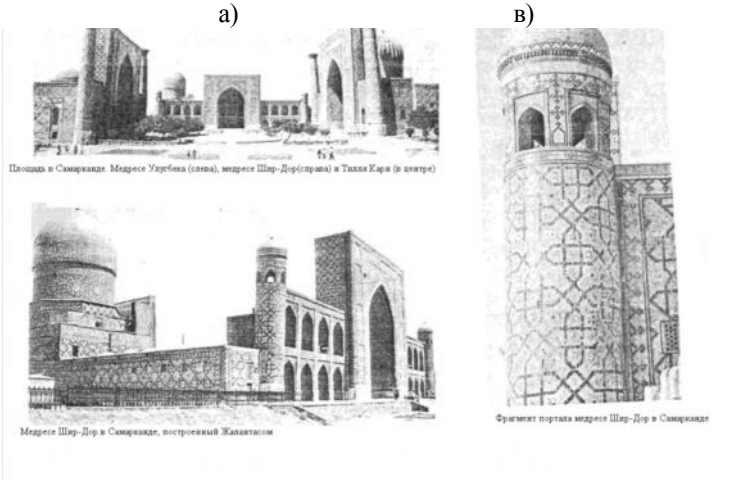


Рис. 1.12. Архитектурные ансамбли Самарканда

Регистан (Иран; буквально место, покрытое песком) парадная площадь в городах Среднего Востока. Наиболее знаменит Регистанг. Самарканд. Это великолепное произведение тюркского градостроительного искусства XV–XVII вв.

Расположенное в западной части Регистана медресе Улугбека было построено в 1417–1420 гг., в восточной части в 1420 г. построен караван-сарай Мирзой, в южной части – мечети Кукельдаш и Масаджиди-Мукатта.

В 1619–1635 гг. перед медресе Улугбека было построено медресе Шир-Дор. Стены медресе украшены цветными литыми кирпичами, глянцевыми плитками, узорной керамикой. В верхней части фасада здания помещено изображение двух тигров, устремившихся за косулей.

С хищником связано его второе название медресе «С тигром». В 1646–1659 гг. медресе называли Тилля Кари («Обрамленное золотом»). В украшении интерьера медресе использовано много золота.

Город Бухара

Архитектурно-историческим городом Востока является город Бухара который расположен на границе пустыни Кызылкум, в долине реки Зеравшан (рис. 1.13). Город был основан в середине первого тысячелетия до н.э. В то время он носил согдийское название – Нумижкат.

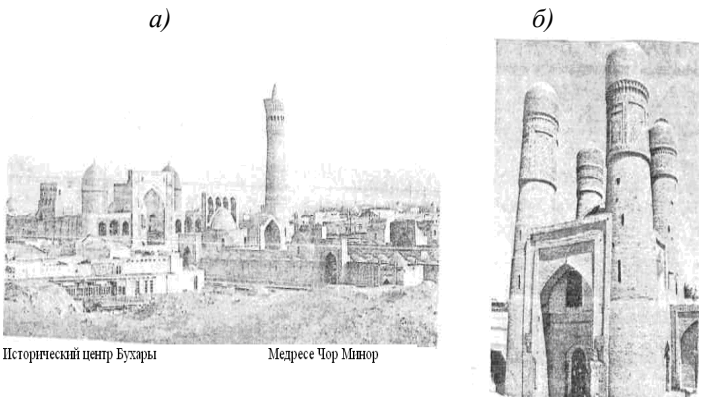


Рис. 1.13. Архитектура Бухары
а-Центр Бухары;б-Медресе Чор Минор

Впервые название Бухара встречается в китайской летописи V века. В VIII–X вв. город был столицей государства Саманидов. В X в. стал владением Караханидов, в XIII в. принадлежал хорезмшаху Мухаммеду. В 1220 г. город был завоеван Чингис-ханом. В 1370 г. вошел в состав государства эмира Тимура, а в XVI в. принадлежал государству Шайбанидов. С XVI в. до 1920 г. он был столицей Бухарского ханства.

На территории современной Бухары сохранилось около 140 исторических памятников. Мавзолей Исмаил Самани, минарет Калян, медресе Мир Араб, мавзолей Сайфеддин Бохарзи, медресе Улугбека, Кокилдаш, Надира Диуанибеги и Абдул-Азиз-хана – все они являются произведениями архитектурного искусства. Из сооружений пригорода привлекает внимание мавзолей Бехауддина, сооружение Чор Бакр, мавзолей Файзабада, медресе Чор Минор.

Ташкент («каменный град»)

Ташкент – древний город Средней Азии. Расположен на Великом Шелковом пути в долине реки Чирчик (рис. 1.14). В VI в. был в составе Тюркского каганата. В VIII–IX вв. город назывался Бинкент и был центром региона Шаш.

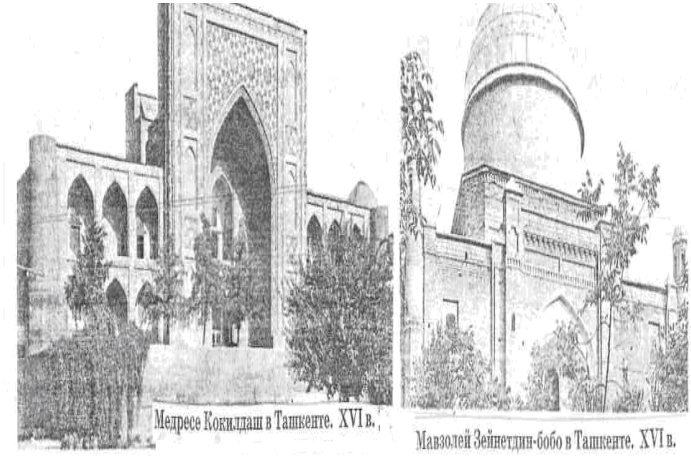


Рис.1.14. Культовая архитектура Ташкента

В 1918–1924 гг. Ташкент был столицей Туркестанской автономной республики. В 1924 г. вошел в состав Узбекистана и с 1930 г. является его столицей.

Среди архитектурных памятников наиболее известны медресе Абулкасим Шейха, Барак-хана, Кокилдаш, мавзолей Жунус-хана, Толе-бия, Каффэль Шаши.

Несколько оригинальных архитектурных ордеров и арок предложены арабским миром и Китаем.

Арка – излюбленный архитектурный элемент при строительстве больших зданий. Арка может выдерживать большие нагрузки. Это объясняется тем, что сила тяжести стремится сжать арку, тем самым укрепляя ее.

Исламская архитектура

Каплевидная форма заостренных арок или купола, часто с узким основанием, характерна для мечетей и других сооружений мусульманского мира (рис. 1.15 и 1.16). Мечеть – это место, где приверженцы ислама поклоняются своему богу.

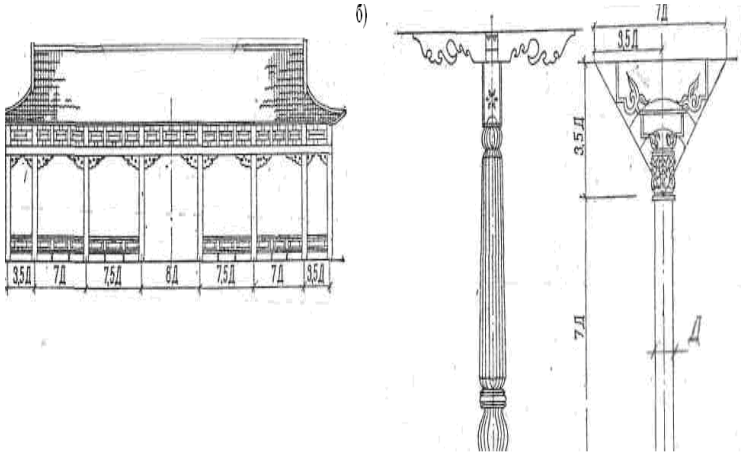


Рис. 1.15. Конструкция и тектоническое решение стоечно-балочной системы:
а – средневековый деревянный портик (Китай);
б – деревянный ордер в архитектуре Средней Азии (по В. Л. Ворониной); в – то же, в архитектуре Монголии

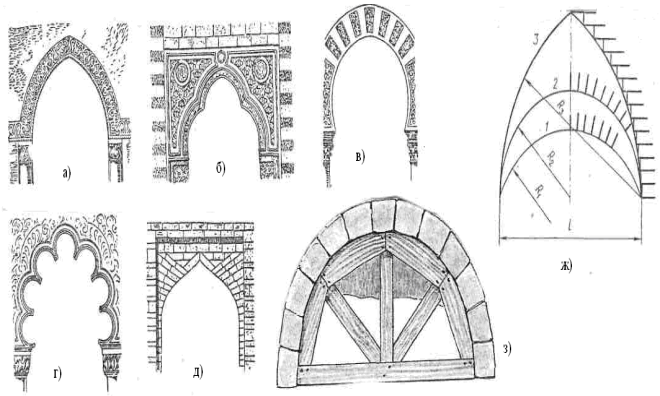


Рис. 1.16. Арки Исламских мечетей:
а – стрельчатая; б – трилистником; в – подковой; г – зубчатая; д – килевая; ж – очертания арок: 1 – пологие; 2 – полуциркульные; 3 – стрельчатые (ложные, безраспорные); з – деревянные распорки, которые придавали необходимую форму каменной кладке

Культовые сооружения: мечети, церкви, храмы и другие здания такого рода выполняют роль культовых и религиозных центров. К таким сооружениям относится Мечеть Сулеймана, Тадж-Махал, Алматинская мечеть и т. д. (рис.1.17).

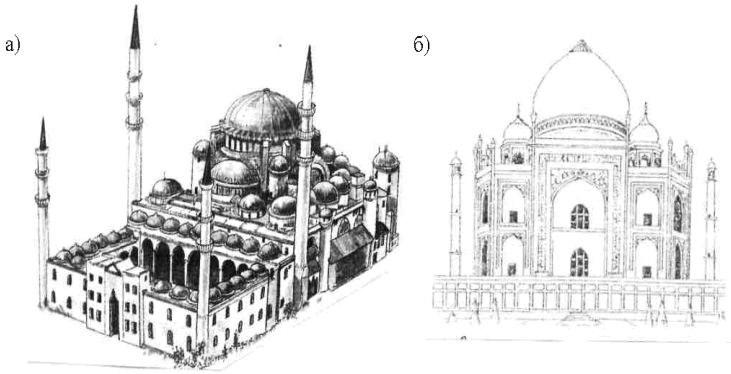


Рис.1.17.
а – Мечеть Сулеймана, Стамбул; б – Тадж-Махал, Агра

Тадж-Махал

В 1932 г. индийский правитель Джахан построил неподалеку от г. Агры великолепный мавзолей из белого мрамора, инкрустированного полудрагоценными камнями, над усыпальницей своей любимой жены.

Голубая мечеть Ахмета Сулеймана в Стамбуле (Турция) получила свое название из-за 2100 голубых керамических плиток, укрошающих ее внутреннее пространство.

1.6. Русская архитектура

«Архитектура – та же летопись мира;
она говорит тогда, когда уже
молчат и песни, и предания...»
Н. В. Гоголь

В XVIII в. в России строят первые инженерные сооружения из дерева: башня Адмиралтейства (1738) высотой 72 м, сохранявшая до наших дней шпиль колокольни Петропавловского собора (1703–0710) высотой 118 м, сгоревший в 1772 г.; стропила Михайловского манежа в Петербурге (1798–1801) пролетом 38,6 м, прослужившие 154 г., Колонного зала благородного собрания пролетом 24,9 м в Москве (1780) и другие, построенные в 1817 г. стропила Московского манежа пролетом 44,8 м, представляющие собой систему вписанных друг в друга шпренгельных ферм, служат более 170 лет.

К концу XIX в. Россия сосредоточила усилия своей экономики, науки и техники на развитии железнодорожной сети и, в частности, на мостостроении.

Грандиозные задачи пересечения Невы, Волги и великих сибирских рек способствовали становлению русской школы мостостроения, основателями которой были инженеры и профессора С. В. Керабедз (1810–1891), Н. А. Белелюбский (1848–1920), Л. Д. Проскуряков (1858–1926).

Неоценим вклад в развитие металлических конструкций почетного академика В. Г. Шухова (1853–1939). Ему принадлежит приоритет создания совершенно новых конструктивных форм покрытий сетчатых двоякой кривизны (1898), висячих (1896) сводов с веерообразным расположением затяжек в Торговых рядах в Москве (1893). Знаменитые гиперболические шуховские башни использовались как маяки, водонапорные башни и даже как боевые башни военных кораблей. Ярким представителем этой группы сооружений является построенная в 1920 г. радиобашня высотой 148 м в Москве на Шаболовке.

Для иллюстрации размаха и творческой направленности строительства в России ниже приводится несколько примеров, характеризующих выдающиеся достижения великого русского народа, в области строительства и архитектуры. Видное место среди них занимают строительные работы, выполненные в столице России – Москве. Центром Москвы издревле был Кремль. В течение многих столетий создавалась сказочно прекрасная панорама Кремля с его зубчатыми стенами, башнями, златоглавыми соборами, дворами, палатами и теремами (рис. 1.18, *а*).

Одним из самых выдающихся произведений русской архитектуры раннего периода является Мавзолей на Красной площади в Москве, воздвигнутый по проекту А. В. Щусева в 1924–1930 гг.

Созданный как памятник великому Ленину и рассчитанный на посещение многими тысячами людей. Мавзолей в дни революционных праздников представляет собой трибуну, с которой руководители партии и правительства приветствуют проходящие по площади колонны демонстрантов.

Четыре Сталинские премии, присужденные ныне покойному акад. А. В. Щусеву, свидетельствуют о высокой оценке правительством значения его творчества в развитии архитектуры.

Архитектором Воронихиным был создан в Петербурге Казанский собор (рис. 1. 18, *в*).

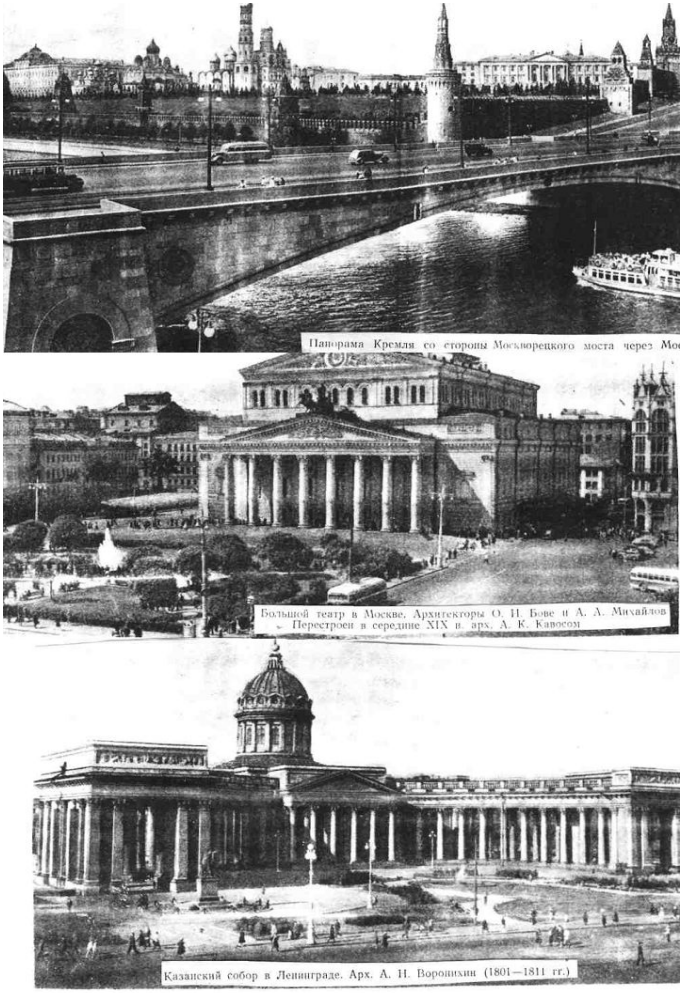


Рис. 1.18. Архитектурная панорама русских городов
а-Панорама Кремля со стороны Масковорецкого моста;
б-Большой театр в Москве; в-Казанский собор в Санкт-Петербурге

Особенностью его композиции является то, что главным фасадом храма зодчий, вопреки традиции культовых зданий, сделал не западный, противолежащий алтарю, а боковой северный фасад, обращенный к Невскому проспекту. С этой стороны А. Н. Воронихин пристроил монументальную полукруглую колоннаду из четырех рядов коринфских колонн и создал этим величественную площадь, открывающуюся в сторону главной улицы города.

1.7. Архитектура Казахстана в эпоху средневековья

Казахстан – республика с богатым историческим, архитектурным и культурным прошлым. Расположенный в центре Евразии, Казахстан оказался на перекрестке древнейших цивилизаций мира, на пересечении транспортных артерий, социальных, экономических и культурных связей между Европой и Азией. Республика занимает площадь равную 2724,9 тысяч кв. м и раскинулась от Каспийского моря и Приволжских равнин до горного Алтая, от предгорий Тянь-Шаня до Западно-Сибирской низменности. Протяженность территории Казахстана с запада на восток превышается 3000 км, с юга на север – 1700 км. По площади республик занимает 9-е место в мире. По данным переписи населения 2009 г. в Казахстане проживает 16,6 млн. человек.

Мавзолей Кожа Ахмета Яссауи

Историческим архитектурным центром Казахстана является Мавзолей Ходжи Ахмеда Ясави – архитектурное сооружение, построенное в конце XIV в. в городе Туркестан. После кончины Ходжа Ахмед Ясави был захоронен в небольшом мазаре. Вскоре его могила стала священным местом массового паломничества мусульман. По указанию эмира Тимура в 1399 г. на месте захоронения Ходжи Ахмеда Ясави был сооружен новый монументальный мавзолей (рис. 1.19). Строительство было возложено на Мавляна Убайдулла Садра. Мавзолей Ходжи Ахмеда Ясави – портально-купольное сооружение больших размеров. Его ширина составляет 46,5 м, длина – 65 м. Внутренний диаметр купола 18,02 м, а диаметр внешней стороны 20,5 м. Вокруг центрального зала

расположены 35 помещений различного назначения. В центральном зале красуется легендарный бронзовый казан. Казан был изготовлен по приказу Тимура и передан в качестве дара Мавзолею Кожа Ахмета Яссауи. Он был изготовлен в местности Карпак, что в 25 км от г. Туркестана в 1399 г. мастером по имени Абдул-Аль-Азиз Тебризи. Это ритуальный казан, предназначен для воды.

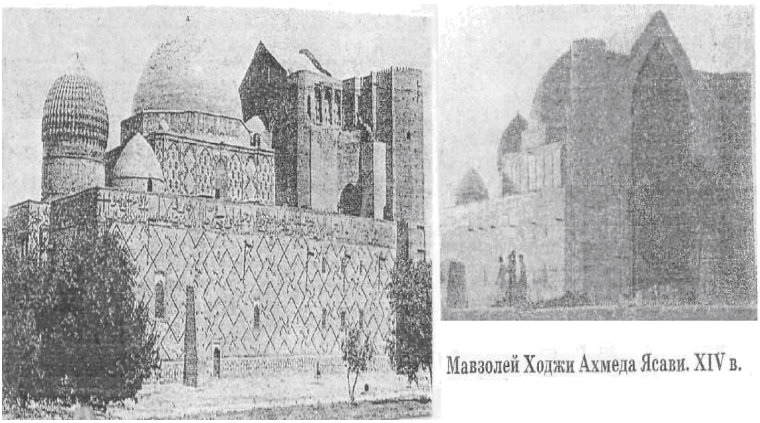


Рис. 1.19. Мавзолей Ходжи Ахмеда Ясави, XVI в.

Главный фасад здания решен в виде гигантского портала. Арка портала поднимается на высоту 37,5 м. Толщина наружных стен 1,8–2 м, толщина стен комнаты «Казандык» – 3 м. Посетители входят в центральный зал через дверь главного портала. Казандык обрамляется куполом, диаметр которого равен 18,3 м. Это самый большой среди сложенных из кирпича куполов на территории Казахстана и Средней Азии. Отсюда через красиво инкрустированную деревянную дверь можно пройти в усыпальницу. Здесь установлена сагана – надгробный памятник Ходжи Ахмеда Ясави. Начиная с XVI в., и 3 июня 1999 г. в отдельных помещениях мавзолея производятся захоронения останков выдающихся личностей: Жолбарыс хана, Есим хана, Абылай хана, правнука эмира Тимура – Бабыр хана, Казыбека би, Жанибек батыра и др. Мавзолей Ходжи Ахмеда Ясави включен в красную книгу ЮНЕСКО.

На втором этаже расположены библиотечные залы.

В архитектуре Казахстана в IX–X вв., как и по всей Средней Азии, происходили большие качественные изменения. В XI–XII вв. она достигает наибольшего расцвета. В это время города имели 3-хчастную структуру – цитадель, шахристан и рабат (предместья). В постройках раннего средневековья переход от квадратного в плане к круглому основанию купола осуществляли тромпы, обычно в форме ступенчатых арочек. В структуре зданий возникали восьмигранные барабаны. Они упрощали переход к куполам от кубовидного нижнего объема здания. Обожженный кирпич вначале применялся в ответственных конструкциях и облицовке фасадов сырцовых сооружений (башни Сараман-Коса и Бегим-Ана в Кызылординской обл.). Эти 2 памятника, имеющие башнеобразную композицию внешнего объема, представляют большой интерес с точки зрения сохранения древнейшей местной традиции строительства надгробных сооружений с шатровыми покрытиями (северная группа мавзолеев Тегискена, XI–VI вв. до н. э.; мавзолей Баланды 2, IV–II вв. до н. э.). При Караханидах архитектура достигла наивысшего расцвета. На территории Казахстана сохранились или уцелели остатки таких памятников караханидского периода, как мавзолей Бабаджихатун (X–XI вв.), Карахана, XI в., Айша-биби (XI–XII вв.) в Жамбылской обл., Жубан-ана (XI-XII вв.) в Жезказганской обл., бани в Таразе и др. Дальнейшее развитие архитектуры в XIII–XIV вв. отражало общую тенденцию развития зодчества народов Средней Азии и Казахстана. Совершенствовались подкупольные конструкции, возникали двухъярусные стройные барабаны, изменившие композиционную структуру сооружений, разноцветные поливные кирпичи, облицовочные плитки, придавшие зданиям красочность и архитектурную самобытность.

Культовые и мемориальные памятники XV–XVII вв. в степных районах Казахстана подразделяются на 3 основные группы: 1) купольные мавзолеи, 2) ограды (саганатам, торткулак), 3) надгробия и надмогильные стены (сыпи, уштас, бестас, койтас, кулпытас и др.). Мавзолеи делятся по композиции – на башенные, портально-купольные, центрические, по типу перекрытия – на мавзолеи со

сферическим или шатровым куполом с барабаном или без него. В Центральном и Западном Казахстане вместо угловых куполов устанавливались остроконечные башенки или треугольные приливы (торткулак). На мавзолеях Западного Казахстана была распространена кладка купола из рядов необработанного плитняка в контраст тщательно выложенным шлифованным поверхностям стен. Традиции форм ступенчатых курганов продолжали сохраняться в архитектуре надгробных сооружений по всей территории Казахстана в виде уштас, бестас, сыпа, сандыкша.

Мавзолей Карашаш-Ана – архитектурный памятник, возведенный над могилой матери Ходжи Ахмеда Ясави в XIII–XIV вв. Расположен в селе Сайрам Южно-Казахстанской области (рис. 1.20, *а*). Представляет собой один из типов портально-купольных мавзолеев эпохи позднего средневековья на территории Южного Казахстана. Высота его 7,08 м. Однокамерная, почти квадратная постройка увенчана сферическим куполом на барабане. В декоративном убранстве фасадов использована кирпичная рустовка. Мавзолей выложен из жженого кирпича на бутовом фундаменте.

Мавзолей Арыстан-Баб – памятник, возведенный над могилой Арыстан-Баб, духовного учителя Ходжи-Ахмеда Ясави, который был проповедником мусульманской религии среди населения Туркестана (рис. 1.20, *б*). Комплекс формировался путем пристроек к первоначальному помещению усыпальницы, где захоронен Арыстан-Баб, второго помещения – гурханы в левом крыле – для последователей его религиозного учения – и мечети со вспомогательными помещениями. Они объединены общей фронтальной стеной главного фасада с глубоким портальным помещением в центре. Комплекс построен в XII в. Мавзолей Арыстан-Баб в начале XX в. был реставрирован на средства местного населения.

Первые жилые дома оседлых казахов появились в XIX в., и они были построены из самана. На рис. 1.21 приведены некоторые характерные постройки различного назначения.

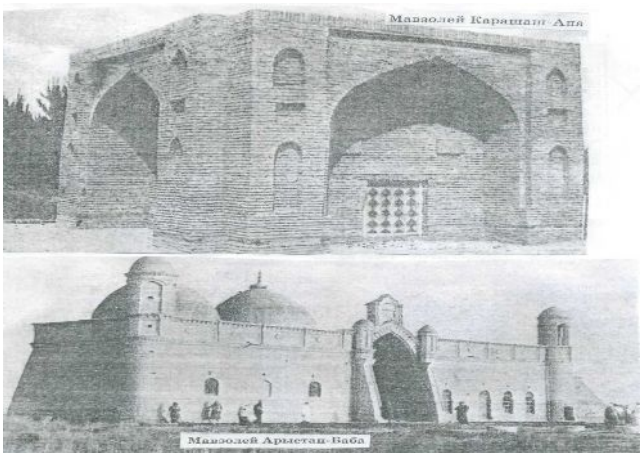


Рис. 1.20. Архитектурные памятники Казахстана

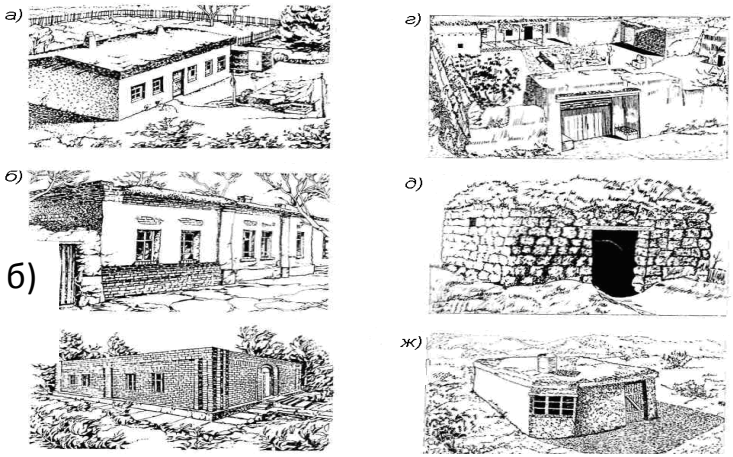


Рис. 1.21. Жилые дома и помещения в XIX–XX вв.:
а – каржын-там; б – посельковые улицы; в – современная форма частных домов; г – двор жилого дома(узбекский вариант); д – мал кора (кошар); ж – устахана – мастерская (по У. Джанибекову)

Архитектура древнетюркской юрты вплоть до настоящего времени, претерпев сравнительно незначительные изменения, показала наилучшую приспособленность к условиям кочевья. С X в. развитие архитектуры юрты связано со стремлением кочевников увеличить ее вместимость. В этой связи совершенствовались ее конструкция, условия освещения и дымоудаления, а также архитектурно-художественный облик (рис. 1.22).

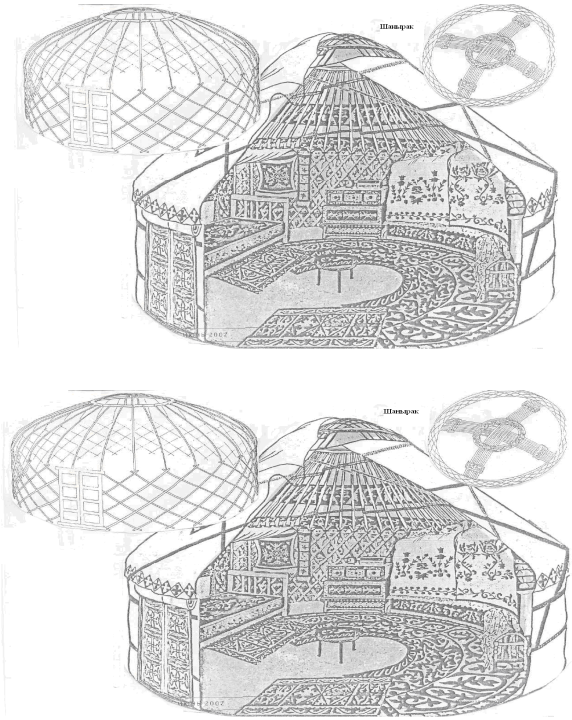


Рис. 1.22. Несущий остов и общий вид убранства Казахской юрты

К XIII в. в кочевом обществе существовали также дворцовые здания, неразборные жилища на телегах (крытые повозки), чумы и шалаши из ветвей. В XVI–XVII вв. на смену юрте с двойным куполом пришли кочевые жилища так

называемых «тюркского» и «монгольского» типов, отличительной особенностью которых был более плоский шанырак, гораздо лучше работающий на сжатие и более удобный при перевозках, а также придавший надежное аэродинамическое качество форме юрты при воздействии сильных степных ветров. Развитие тюркской юрты происходило в среде казахской народности, непосредственного преемника хозяйственной культуры народов предшествующих эпох. Согласно монгольскому мифу о происхождении Тэмуджина, божество в образе луча света проникло через шанырак и оплодотворило Алангоа, праматерь рода Чингисхана.

Устройство юрты тесно связано с мифологией и верованиями кочевников. Юрта – модель Вселенной, которую кочевники представляли себе в виде мирового яйца. Пол – Земля – Золотое сечение яйца, стены и потолок – купол Неба. Центр юрты – центр мироздания, через который проходит ось, удерживающая всю Вселенную. Ее так и называют – Темир казык (Железный кол).

Многие геометрические принципы построения оптимальных конструктивных форм заимствованы из арсенала окружающей природы. Достаточно вспомнить яичную и ореховую скорлупу, большие разнообразные формы речных и морских раковин, панцирь черепахи и рака, сетчатую структуру пальмовых стволов, пустотные стебли камыша и т. д. Купола казахской юрты напоминают форму капли воды, лежащей па горизонтальной поверхности, а монгольской юрты – форму яичной скорлупы, установленной вертикально удлиненной частью вверх.

Четыре основных конструктивных элемента составляет остов юрты: кереге – раздвижная решетчатая основа; уык – купольные жерди; шанырак – круговое навершение купола; есик – деревянная дверь со створками или сворачивающаяся кошмой. Кереге юрты состоит из отдельных секций канат, каждая из них складывается из соединенных между собой по диагональной оси планок – саганак. Саганак, из которого образуются секции кереге, имеет едва заметное естественное природное сужение ствола тальника от основания к верхней части. Каждый канат имеет до 20 штук саганака (10 по каждой диагональной оси).

Каждый саганак каната немного вогнут в наружную сторону, а в верхней части изгибается вовнутрь юрты, что придает большую устойчивость куполообразующим жердям при креплении их к кереге. Для скрепления саганак в секции используются петли из верблюжьей кожи, как наиболее прочные, эластичные и долговечные. Общая длина уика в шесте канатной юрты равна 240–250 см, основание уыка (нарын) имеет изгиб, а с внутренней стороны – плоский срез с каннелюрами. Длина участка изгиба составляет треть общей длины уыка. Шанырак состоит из двух частей – круга и распорно-крепежных реек. Шанырак шеста канатной юрты имеет в диаметре 135–140 см и состоит обычно из двух равных полуокружностей, скрепленных заклепками.

Для изготовления деревянных частей юрты используется ветки ивы, березы, тополя. Обработка деревянных частей юрты, и придание им нужной искривленной формы производится в специальных печах – морах, где планки кереге и уыков распариваются дымом, затем в станок – тез, где ветви выпрямляются и выгибаются в нужных местах, наконец станок – ускы для просверливания отверстий в планках кереге и уыков.

Самой большой казахской юртой считалась юрта в 18 крыльев (около 45 м в окружности). В 1828 г. хан Жангир по случаю коронации подарил 12-тиканатную юрту Николаю 1. Эта жилплощадь размером 64 кв. м до сих пор хранится в Санкт-Петербурге.

Помимо юрты казахи пользовались и другими видами переносного жилища, более примитивного, но, как правило, состоящего из основных частей той же юрты. Наиболее простым из них являлся шалаш (курке, итарка), составленная из двух решеток – кереге и накрытая кошмами. Другой вид представлял собой конический купол юрты, без цилиндрических стен. Он составлялся из прямых жердей (уык) поставленных наклонно и несущих вверху шанырак юрты, накрываемой кошмами.

В связи с социальным достижением науки и техники, объемно-планировочным решением конструкция юрты не в полной мере отвечает современным требованиям.

В тесном помещении одноэтажной юрты, где живут, как правило, несколько человек, порой стоит ядовитый туман – выдыхаемый азот, испарения горячей воды и кушаний, печной дым, кожные испарения обитателей, смешанные с различными хозяйственными запахами. Все это – на фоне сырости, что отрицательно воздействует на здоровье детей, – способствует возникновению туберкулёза, ревматизма, малокровья и т. д.

Жилые и спальные площади в двухэтажных юртах находятся на втором этаже, где создаются циркуляция воздуха, радон хорошо рассеивается в атмосфере. Кроме того, находящиеся здесь люди более защищены от различных ядовитых насекомых и крыс, влияния сырости на организм человека.

Нами разработаны новые конструкции двухэтажной юрты (патент РК № 3768 №7636). При использовании юрты как временного жилого дома, на первом этаже располагают кухню и складские помещения, а на втором – спальни и комнаты отдыха. Второй этаж юрты можно использовать как кафе, сцену для ораторов и артистов и т. д. (рис.1.23).

На втором этаже меньше чувствуются транспортные вибрации, лучше циркуляция воздуха, а тёплый пол положительно влияет на здоровье людей, повышается рождаемость.

Конструкция «кереге» решена по принципу «ножницы» с фиксирующимися перемычками, при монтаже образующие многошарнирный кольцевой цельный пояс, где закрепляются концы уыков.

Предложенная конструкция «кереге» способна выдерживать нагрузку второго этажа юрты и более долговечна, технологична при изготовлении по сравнению с известными. В другом варианте кереге выполнен из трубчатых элементов, установленных вертикально и соединенных между собой перемычками (рис. 1.23, *б*).

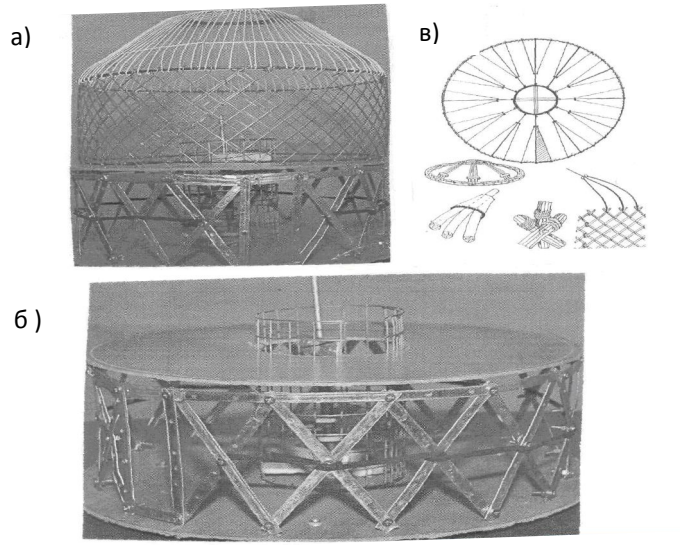


Рис. 1.23. Конструкция двухэтажной юрты проф. Байнатова Ж.Б.
а – общий вид несущего каркаса; б – вторые этажи юрты выполнены из арканов (трос) и надувных конструкций; в – новые конструкции и схемы сборки уыков

А также видоизменена схема расположения уыков в купольной части юрты. В новой конструкции до шанырака доходит один центральный уык из трех, а остальные два – боковые, в середине купола шарнирно соединяются к центральный уыку, обеспечивая устойчивость центрального уыка (рис. 1.23). Такая схема расположения уыков экономит материал уыка на 30 % и уменьшает количество отверстий в шаныраке на 60 %, т. е. снижается трудоемкость изготовления шанырака, и повышается его долговечность.

Кереге и уыки верхнего этажа второго варианта юрты выполнены из аркана (трос), которые через опорной стойки и кольца шанырака при помощи лебедки поднимаются до расчетных высот. Круглая форма юрты создается опорным кольцом, на которые подвешены арканы. К опорным кольцам также закрепляются уыки из аркана (рис. 1.23, *б*).

Центральная опорная стойка одновременно служит дымоходам для печки.

В третьем варианте второй этаж предлагается делать надувным (рис. 1.23, *г*).

Не менее примечательными памятниками древности являются курганы саков (VI–III вв. до нашей эры). Самые крупные из них, высотой до 20 м и диаметром у основания свыше 100 м, располагались по берегам рек Большой и Малой Алматинок, Весновки, Аксая.

Сегодня большинство курганов погребены под жилыми застройками. По свидетельству генуэзских купцов, в VIII–X вв. на месте Алматы находилось несколько небольших поселений. Одно из них, как предполагают ученые, называлось Алматау и служило станицей на торговом пути из Европы в Китай. Через некогда процветающий древний город проходили караваны Великого Шелкового пути, он был хорошо известен арабам, китайцам, персам. В XIII в. монгольское нашествие полностью разрушило город. К концу XVI в. от Алматы осталась лишь небольшая часть, в которой селились казахи рода Дулат Старшего жуза.

Последующая история Алматы тесно связана с добровольным присоединением Казахстана к России. Для укрепления пограничных районов, прекращения внутренних междоусобиц, защиты населения от набегов среднеазиатских завоевателей, а также в противовес британскому проникновению в Центральную Азию 4 февраля 1854 г. было решено построить на левом берегу реки Малая Алматинка военное укрепление форт Верный.

В 1857 г. около Татарской слободки сооружена первая водяная мельница Алимжанова, спустя год купец Кузнецов открыл пивоваренный завод, а 1860 г. открылись почтовое отделение и госпиталь. В 1863 г. в Верном было 667 зданий, из них лишь одно – каменное.

11 апреля 1867 г. укрепление Верный было преобразовано в город, ставший центром уезда и всей Семиреченской области. В конце этого же года создан комитет по устройству Верного, которому поручалось составить проектный план города, а также решить вопрос о земельной площади.

К началу XX в. в Верном действовали сейсмическая и метеорологическая станции, отделение географического общества. Население города в 1913 г. достигло 40 тысяч жителей. С тех времен в городе остались в основном деревянные здания, построенные по проектам А. П. Зенкова, который разработал новые методы строительства для районов, подверженных землетрясениям. Самым грандиозным творением Зенкова является Кафедральный собор (рис. 1.24). Здание высотой 56 м возведено в начале XX в. Мировое зодчество знает всего несколько деревянных зданий подобной высоты.

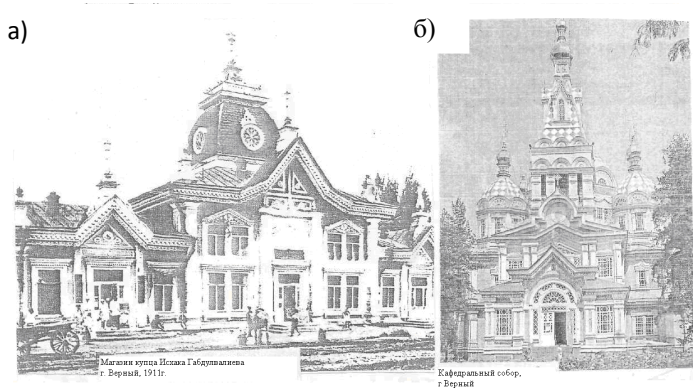


Рис. 1.24. Архитектура Алматы (Верный) в начале XX в.

После сильного землетрясения 1887 г. из 1799 зданий уцелело только одно. Страх перед будущими землетрясениями заставил горожан возводить только деревянные здания. Самым крупным из них оказался собор, сооруженный без единого железного гвоздя и скрепленный сложной системой вертикальных брусьев. Его строили из громадных тянь-шаньских елей, которые привозили с гор. В 1907 г. собор был освящен. Он прекрасно выдержал толчки Каминского землетрясения 1911 года.

В советское время архитекторы занимались привязкой типовых проектов. Вся их творческая энергия и фантазия уходила на попытки облагородить, придать художественный облик типовым зданиям и сооружениям. Сейчас наступила полная свобода действий.

1.8. Современная архитектура Казахстана

Казахстанские архитектуры и строители возводят здания в соответствии с так называемым законом единства трех качеств: экономичность, надежность, красота.

Современные архитектурные сооружения выделяются из общей серой массы застроек. Подчас многие здания напоминают дворцы. Это относится не только к возводящимся общественным зданиям, но и к жилым домам.

В 1960–80-е годы город строился наиболее интенсивно и обрел те черты, которые создали столице Казахстана славу одного из красивейших городов бывшего СССР. Большое внимание вопросам строительства в Алма-Ате постоянно уделял первый секретарь ЦК КП КазССР Д. А. Кунаев (1912–1996). Среди наиболее интересных зданий, построенных в те годы, можно отметить кинотеатры «Целинный» и «Арман», Дворец спорта, автовокзал «Саяхат», гостиницу «Алма-Ата», комплекс жилых домов по проспекту Ленина (сейчас Достык), Дворец им. В. И. Ленина (ныне Дворец Республики) (1968–1970), селезащитную плотину и спорткомплекс «Медеу» (1970–1972), Госцирк (1969–1971), Дом дружбы (1970–1973), вокзал Алма-Ата-1, аэровокзал, гостиницу «Казахстан» (1975–1977), комплекс зданий на площади Республики, театр им. М. Ауэзова, баню «Арасан», Республиканский Дворец школьников, Центральный автовокзал «Сайран», Главный корпус Казахского государственного национального университета, телебашню на горе Коктобе, Центральную мечеть (1997–1999) и др. (рис. 1.25).

Уникальность казахстанской архитектуры состоит в сочетании европейского и восточного направлений, которое позволило выработать неповторимый евразийский стиль. Его необходимо развивать в современных условиях. Поэтому строительство новых крупных объектов ведется с учетом всего архитектурного облика города или района, что, особенно, заметно на примере Астаны. Молодая столица обретает качественно новый облик благодаря зданиям, выполненным в европейских традициях с азиатским колоритом.

Создание в Казахстане в кратчайший срок новой столицы – Астана, с великолепными архитектурными ансамблями,

бесспорно, принадлежит первому президенту Казахстана Нурсултан Назарбаеву. И он фактически является генеральным архитектором и строителем Казахстана (рис. 1.26).

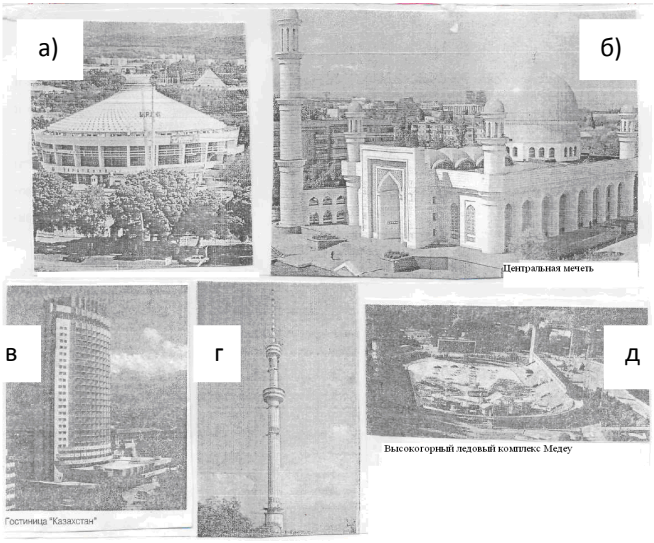


Рис. 1.25. Архитектура Алматы (1970–1990 гг.):
а – цирк; б – центральная мечеть; в – гостиница «Казахстан»; г – высокогорная телевышка; д – каток «Медеу»



Рис. 1.26. Первый президент РК и генеральный архитектор Казахстана Нурсултан Абишевич Назарбаев

Здание Министерства финансов в Астане, по задумке архитектора Владимира Лаптева, олицетворяет знамя Казахстана. Здание стоит фасадом на восток, и в солнечные дни на его голубом фасаде отражается восходящее солнце, а блики от туч создают эффект колыхания. Компания «Базис-А» – подрядчик строительства 38-тиэтажного, увенчанного шпилем офиса Министерства транспорта и коммуникаций (рис. 1.27).

Компания «Базис-А», при участии которой строилось здание Минфина, возвела ранее микрорайон «Ренессанс», жилые комплексы «Фантазия», «Триумф», «Звезда Востока» в Алматы и многие другие объекты, различающиеся по архитектуре, но одинаково надежные и удивительно красивые.

ОАО Корпорация «KUAT» является одной из ведущих строительных компаний в республике. Корпорация производит строительство, реконструкцию и капитальный ремонт различных объектов на всей территории Казахстана. Здания, построенные специалистами компании, рассчитаны на возможность возникновения техногенных землетрясений силой до 9 баллов. Кроме того, все конструктивные и **объемно-планировочные решения** зданий удовлетворяют требованиям **казахстанских и международных норм,** правил и стандартов, учитываются климат и гидрогеологические условия при строительстве в различных регионах Казахстана. При строительстве жилищных объектов обязательным условием является обустройство инфраструктуры, куда входят подземные гаражи, всевозможные детские игровые площадки, тренажерные залы и мн. др.

Корпорация «Век» совместно с ТОО «Жилищно-строительная компания» возводил современный жилой массив на территории бывшего сектора в квадрате улиц Тимирязева - Наурызбай батыра - Сатпаева -Сейфуллина.

Здания центральной мечети г. Алматы является одним из самых крупных в средней Азии. Мечеть венчает голубой купол диаметром двадцать метров и высотой тридцать шесть метров. С 47-метровой высоты большого минарета далеко слышен голос муэдзина (азаншы).

В Алматы насчитывается 189 надвижных памятников – архитектуры. 52 – монументального искусство, 28 – археолог

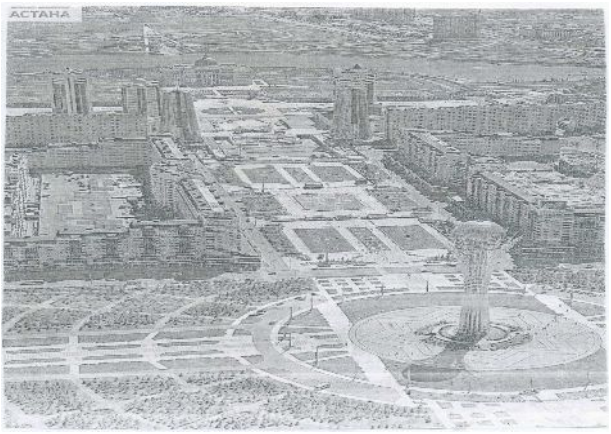


Рис. 1.27. Архитектура Астаны – Главная административная площадь

На рис. 1.28 приведен ряд уникальных архитектурных объектов городов Алматы и Астаны

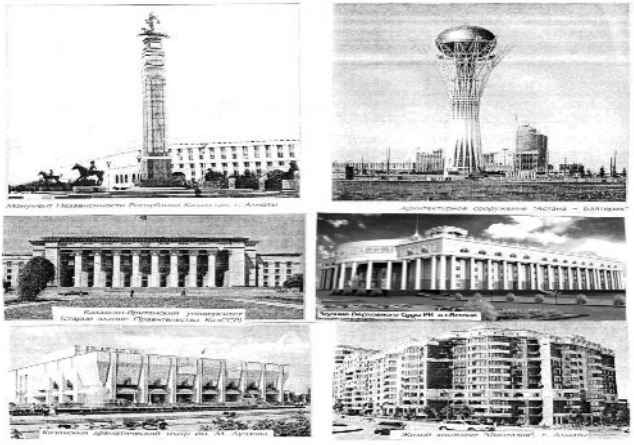


Рис. 1.28. Архитектурный облик Казахстана

1.9. Архитектура – визитная карточка и знаковые

сооружения страны

Есть строения, которые являются визитной карточкой города или целой страны. Это Собор Парижской Богоматери и Эйфелева башня (1889) в Париже, Собор Василия Блаженного и Кремль в Москве, Исаакиевский Собор в Санкт-Петербурге, Пизанская падающая Башня в Пиза (Италия), Великая Китайская стена (рис. 1.29), эти перечисления можно продолжать до бесконечности.

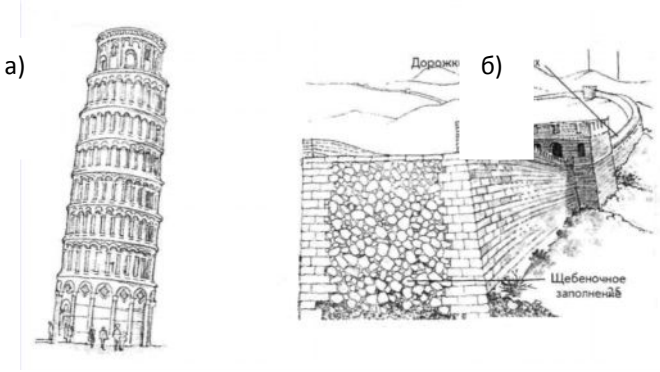


Рис. 1.29. Мировые архитектурные шедевры:
а) Пизанская падающая Башня; б) Великая Китайская стена

Например, в Китае в V в. до н. э. началась прокладка великого канала, которая была в основном завершена в VII в. н.э. На заключительной стадии в строительстве участвовало 5,5 млн. человек.

Водный путь протянулся с юга на север на 4500 км и пересек Хуанхэ и Янцзы. В разных местах он включал отрезки естественных водотоков и озера. Общая же длина самого канала – 1700 км, причем ширина меняется в пределах от 15 до 350 м. Рукотворная река служила как для судоходства, так и для орошения.

Пизанская 54-тиметровая восьмиэтажная колокольня начала наклоняться набок пока ее еще достроили (1175–1350), и продолжает падать до сих пор. Каждый год башня отклоняется примерно на миллиметр, и сейчас ее вершина отклонена от вертикали на 5 метров. В 1993 г. на противоположной наклону стороне укрепили 600-тонный груз, остановивший ее «падение».

Жители Пизы не хотят, чтобы башню установили в вертикальное положение – тогда город перестанет привлекать туристов (рис. 1.29, *а*).

Самая большая стена – Великая Китайская стена, которая тянется на целых 3400 км среди гор на севере страны. Ее построили около 2200 лет назад для защиты от набегов кочевых народов. В отдельных местах высота стены достигает 12–15 м, толщина 10–12 м (рис. 1.29, *б*).

Храм Василия Блаженного в Москве возведен в XIV в. по приказу царя Ивана Грозного в честь победы над татарами.

Эйфелева башня высотой 300 м, построена по случаю Всемирной выставки в Париже 1889 г. и ставшая символом столицы Франции до 1930 г., оставаясь самым высоким сооружением в мире.

К эпохе архитектурных достижений отдельных государств можно смело отнести шпиль Адмиралтейства в Петербурге, тройной купольный собор св. Павла в Лондоне (рис. 1.30), гостиницу «Казахстан» и кафедральный собор в Алматы, президентский архитектурный комплекс в Астане, мавзолей Ходжа Ахмета Ясауи в Туркестане и т. п.

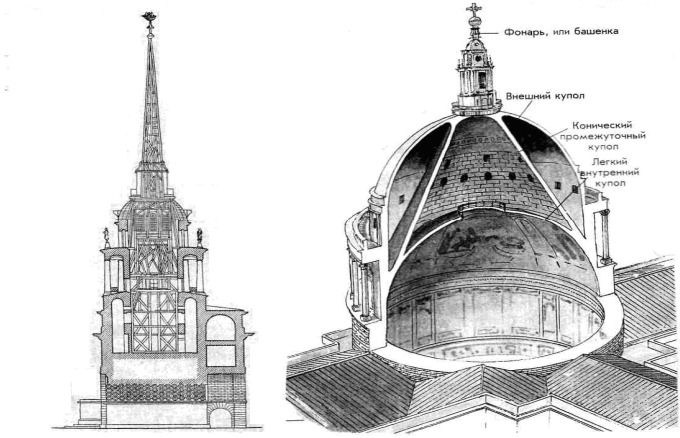


Рис. 1.30. Оригинальные решения купольной части соборов:
а – Конструкция Адмиралтейской башни (шпиль по проекту И.К.Коробова, 1705); б – Собор св. Павла в Лондоне

Постройка собора св. Павла в Лондоне, с куполом высотой 111 м, началась в 1675 г. и закончилась в 1711 г. Праобразом его послужил собор св. Петра в Ватикане. Архитектор собора св. Павла сэр Кристофер Рэн добавил в основной купол промежуточный, конической формы. В верхней части легкого внутреннего купола располагался круговой балкон. К башенке на вершине третьего, внешнего, купола вели лестницы, проложенные между промежуточным и внешним куполами собора, среди деревянных балок каркаса.

1.10. Шеренга замечательных архитекторов и инженеров

Леонардо да Винчи – живописец, скульптор, архитектор, ученый и инженер родился 15 апреля 1452 г. в замке Клу близ Флоренции, в семье нотариуса. Занимаясь архитектурой, Леонардо да Винчи разрабатывает варианты идеального города. Для него искусство и наука были связаны неразрывно. Он понимал живопись как универсальный язык (подобный математике в науке), который посредством пропорций и перспективы, (а это, как и математика, есть соотношение чисел) воплощает многообразные проявления разумного начала, царящего в природе.

Как ученый и инженер Леонардо да Винчи обогатил своими принципиальными работами почти все области науки того времени. Особое внимание он уделял механике, называя ее «раем математических наук», ключом к тайнам мироздания. Леонардо да Винчи принадлежат гениальные предвидения, намного опережавшие эпоху: проекты металлургических печей и прокатных, ткацких станков, печатных, деревообрабатывающих, землеройных и прочих машин, подводной лодки и танка, конструкции летательных аппаратов и парашюта.

У России был свой универсальный гений – Иван Петрович Кулибин (1735–1818), человек острого, ясного и технически изощренного ума, один из ряда величайших самоучек, какими были Ползунов, Черепановы, Циолковский, Фарадей, Уатт, широта интересов и глубина знаний которого дает возможность

ощутить силу тогдашних русских инженеров. Кулибин обучался в начальной словесной школе, а затем в арифметической, где прошел курс геометрии, тригонометрии, логарифмических исчислений и черчения. И этого хватило на беспримерные подвиги в часовом деле, на обоснование метрологии, разработку физических и иных научных инструментов. Но особенно будущих инженеров- строителей должны заинтересовать проекты однопролетных мостов – деревянного и металлического – через р. Неву (рис. 1.31). Своими разработками И. П. Кулибин опередил развитие техники примерно на полстолетия.

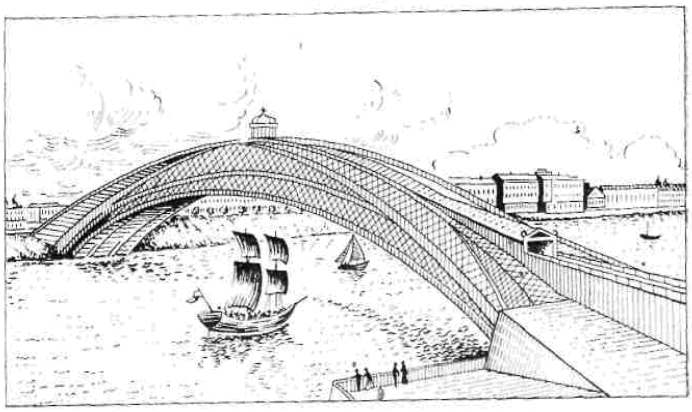


Рис. 1.31. Проект деревянного моста через Неву, составленный И. П. Кулибиным, 1776 г.

Знаменитый русский инженер-мостостроитель Д. И. Журавский почти 250 лет спустя так оценил модель кулибинского моста: «На ней печать гения; она построена на системе, признаваемой новейшей наукой самой рациональной, мост поддерживает арка, изгибая, предупреждает раскосная система….».

Это был первый проект моста из решетчатых ферм. Модель в 1/10 натуральной величины выдержала нагрузку в 3,5 тысячи пудов, т. е. 560 тонн. Вслед за первым проектом последовал следующий – арочный мост в три пролета. Кулибин не только

разработал качественно новую конструкцию моста, он еще и выполнил (в нашем понимании) проект организации строительства, изложил принципы работы конструкции. В перечне замечательных дел И. П. Кулибина семафорный телеграф, водоходное судно, зеркальный прожектор, механические ноги и мн. др.

Многие выдающиеся инженеры были строителями железных дорог и мостов. Время было такое – XIX век. Стефенсон, Брюнель, Телфорд в Англии, Кербедз, Журавский, Проскруряков, Предерий, Прокофьев в России.

Мостов очень много, и они чрезвычайно разнообразны. Деревянные мосты представляют раннюю эпоху развития мостостроения и вершиной инженерного творчества мог бы стать мост Кулибина через Неву, если бы был построен. В 1687 г. было закончено строительство Большого Каменного Моста через Москва- реку. Имя автора история не сохранила.

Идея Кулибина о применении железа в мостостроении была осуществлена в Англии. Роберт Стефенсон в 1850 г. построил мост «Британия» – огромную железную трубчатую балку длиной почти в километр. Мост оказался удачным и служит до сих пор.

Мостостроение в то время развивалось семимильными шагами, конструкции мостов усложнялись, появлялись все новые и новые разновидности. Мосты с большими пролетами, легкие и прочные, становились острой необходимостью. И при строительстве Петербургско-Московской железной дороги именно такие мосты были запроектированы и построены Станиславом Валерьяновичем Кербедзом и Дмитрием Ивановичем Журавским (1821–1891).

Мост лейтенанта Шмидта в Петербурге – это мост Кербедза, перестроенный Г. П. Передерием в 1940 г. через 90 лет из-за необходимости расширить разводную часть моста для пропуска больших современных судов. Инженерное дело и инженерная наука были страстью Кербедза, он говорил: жить и работать – это одно и то же, для меня нет жизни без работы.

Кербедз сделал много не только для мостостроения, он разработал методы расчета цилиндрических сводов, решетчатых

металлических ферм, преподавал в Военно-инженерной академии.

Его современник – Дмитрий Иванович Журавский построил все мосты на железной дороге Москва – Петербург.

Исследования в области решетчатых ферм, выполненные Журавским, по своей оригинальности и смелости, ценности полученных результатов были выдающимися для того времени. Шпиль колокольни Петропавловской крепости металлический пирамидальный решетчатый – это тоже его дело. В историю русского железнодорожного строительства Д. И. Журавский вошел еще как прекрасный администратор и хозяйственник.

Профессор Проскуряков – наставник замечательного мостостроителя – Ивана Петровича Прокофьева. Казалось, судьба приготовила ему стезю гуманитария, все этому способствовало: и атмосфера дома, и учеба в классической гимназии, но выдающиеся математическая способности сделали его студентом МИИТа.

Здесь под влиянием Л. Д. Проскурякова Иван Петрович «заболел» строительной механикой. В дальнейшем она стала основным предметом его научной и преподавательской деятельности.

С 1900 г. Л. Д. Проскуряков постоянно опекал его, приглашал работать над большинством своих проектов. Самые яркие из них – арочное мосты через Днепр и через Москва-реку на Московской окружной дороге.

В 1903 г. Прокофьев впервые самостоятельно запроектировал мост, который затем был утвержден МПС как типовой. Самым сложным объектом стал пятипролетный мост (5х128 м) через реку Вятку.

Иван Петрович еще до революции начал работу над учебником «Строительная механика». К 1930 г. он ее завершил. Учебник выдержал четыре издания и долго оставался основным руководством по этому предмету.

Л. Д. Проскуряков воспитал и П. Прокофьева. Тот, в свою очередь, академиков А. Ф. Смирнова, В. В. Болотина, В. И. Руднева, И. М. Рабиновича, докторов наук М. М. Филоненко-Бородича, Б. Н. Жемочкина, Н. К. Снитко, Я. М. Протусевича, Н. А. Митропольского, В. А. Киселева,

Н. И. Безухова и мн. др. В. Г. Шухов – ученик Н. Е. Жуковского – не преподавал, но на его работах выросло несколько поколений русских и советских инженеров. И. И. Рерберг работал на архитектурном факультете училища живописи, вязания и зодчества, был профессором МИИТа, МВТУ и Женских архитектурных курсов; А. Ф. Лолейт вел курсы строительной механики и железобетонных конструкций для архитекторов в том же училище живописи. В. И. Курдюмов в Петербургском институте путей сообщения читал лекции по основаниям и фундаментам, но главное его занятие – начертательная геометрия.

Его знаменитый 4-томный курс более четверти века был лучшим учебником по этой дисциплине. На классических курсах А. В. Курдюмова выросло не одно поколение русских инженеров.

Его ученики, многие из которых стали выдающимися инженерами и учеными, С. П. Тимошенко. Н. А. Рынин, Е. О. Патон, Г. П. Передерий, В. Н. Образцов, М. Н. Герсеванов, Г. О. Графито были особенно благодарны ему прежде всего за «развитие воображения и фантазии»…

Большинство из них были воспитанниками двух высших учебных заведений – Петербургского и Московского институтов путей сообщения (в советское время ЛИИЖТ и МИИТ).

Кстати, для подготовки инженерных кадров России манифестом от 20 ноября 1809 г. был учрежден Институт Корпуса инженеров путей сообщения (ныне Петербургский государственный университет путей сообщения). Этот манифест был результатом договора между двумя европейскими императорами – Александром I и Наполеоном.

К середине XIX в. Институт стал одним из крупнейших высших учебных заведений России. В его стенах создавались основы транспортной науки, складывалась система русского инженерно-строительного образования. Основателем и первым ректором был Августин Бетанкур, испанец по происхождению, ученый с мировым именем, выдающийся инженер-механик, строитель и педагог, специально приехавший по приглашению российского императора из Франции, где он работал в то время.

Основная цель Института была сформулирована А. Бетанкуром в записке к проекту этого учебного заведения: «… снабдить Россию инженерами, которые прямо по выходе из заведения могли бы быть назначены к производству всех дорожных и строительных работ в Империи». Для организации Института Корпуса инженеров путей сообщения, при составлении его первых учебных планов и программ А. Бетанкур использовал все самое лучшее в системе высшего технического образования в Европе. На протяжении XIX в. Университет (в то время Институт) был единственным транспортным высшим учебным заведением в России. Конкурс в Институт в то время был самым большим в России – 34 человека на место. В честь одного из инициаторов создания Институту было присвоено имя императора Александра I.

Владимир Григорьевич Шухов (1853–1939) золотой выпускник Императорского Московского технического училища (МВТУ им. Баумана).

«Вся жизнь его была единым творческим порывом. Даже если бы В. Г. Шухов не создал ничего, кроме своей знаменитой радиобашни, то и тогда он навсегда вошел бы в историю технической мысли как один из самых ярких ее представителей. А ведь башня эта лишь одно из его многочисленных изобретений, одна грань деятельности, позволившей современникам признать Шухова «первым инженером Российской империи» (рис. 1.32).

В одиночку или в сотрудничестве с такими выдающимися архитекторами как Ф. О. Шехтель, А. В. Щусев, Р. И. Клейн, А. Н. Померанцев, А. Э. Эрихсон, В. Ф. Валькот и другими им построено в Москве более шестидесяти объектов. Среди созданных им конструкций – светопрозрачные перекрытия ГУМа, Музея изящных искусств, Петровского пассажа, Главного почтамта, купол гостиницы «Метрополь», дебаркадер Киевского вокзала, каркасы магазина «Мюр и Мерилиз» (ЦУМ) и типографии Сытина «Русское слово», перекрытие и первая вращающаяся сцена МХАТа, знаменитая радиобашня на Шаболовке, возведенная с помощью изобретенного им же «телескопического» метода монтажа (рис. 1.32).

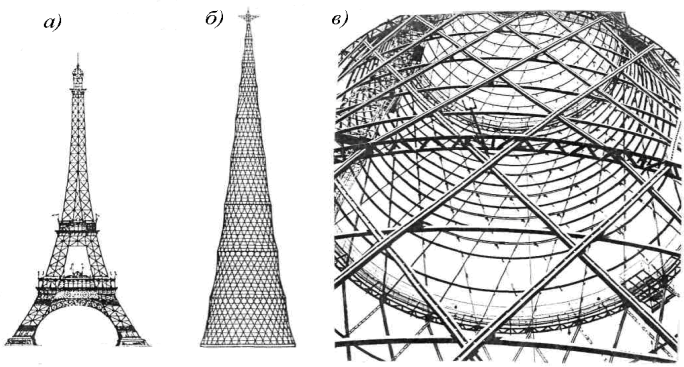


Рис.1.32. Сравнение высот Эйфелевой башни
(*а*) 1889 г. и Шаболовской радиобашни (1919 г.)
по первоначальному *проекту (б); в – фрагмент радиобашни*

Примечательно, что первоначально высота башни должна была составлять 350 м, при этом она была бы более чем втрое легче Эйфелевой башни, высота которой значительно меньше – 305 м. Только острая нехватка металла в разоренной стране заставила Шухова изменить проект. Но даже и в «урезанном», 150-тиметровом виде, башня долгое время оставалась самым высоким сооружением в России.

В. Г. Шухов многое сделал и в мостостроении. В числе первых русских инженеров он ввел типизацию стальных пролетных строений железнодорожных мостов, что значительно способствовало ускорению научно-технического прогресса в мостостроении. Впервые В. Г. Шухов разработал 13 проектов типовых пролетных строений длиной от 4 до 85,2 м и для Оренбургско-Ташкентской дороги.

Во времена Шухова большинство опор крупных мостов возводили на кессонных фундаментах. Это наиболее трудоемкий способ фундирования и в то же время вредный для здоровья находящихся в камере кессона под давлением сжатого воздуха. В. Г. Шухов предложил более совершенную конструкцию кессонов и кессонных аппаратов, которые затем успешно использовали при сооружении железнодорожных мостов через реки Днепр, Северский Донец, Уду, Москву и др.

В разные годы Шухов проектировал и участвовал в строительстве мостов через реки Волгу, Жиздру, Обь, Инзер, Павловку, путепроводов в Кисловодские и Златоусте и многих других мостовых сооружений. Авторству В. Г. Шухова принадлежит проект арочного моста с пролетами 106,5 м, моста с пролетом 82,5 м (параллельные пояса и облегченная решетка).

В 1928 г. Шухов был избран членом-корреспондентом АН СССР, а в 1929 г. – ее почетным членом.

В качестве несущих конструкций покрытий торговых и общественных зданий Москвы использована *ферма* Шухова. Например, покрытия ЦУМ и вокзал Киев в Москве (рис. 1.33, *а*).

Аналогичная ферма разработана проф. Байнатовым Ж.Б. (рис. 1.33, *б*).

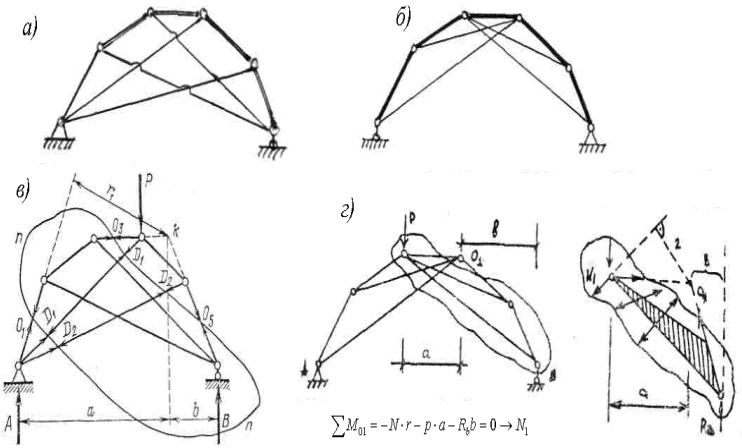


Рис. 1.33. Конструкции комбинированной фермы-покрытия:
а – ферма Шухова В., б – ферма Байнатова Ж. (а.с.№ 1560702 СССР) в – методы расчеты фермы замкнутым сечением

Образцом инженерной интуиции и глубоких знаний строительной механики может служить выправление в 1932 г. В. Г. Шуховым минарета медресе Улугбека в Самарканде (высота 30 м, масса около 2,5 тыс. т). Наклон минарета в 5° 11, имевший

тенденцию к увеличеию, ликвидировали за четыре дня. Тонкая техническая операция по спасению национальной святыни узбекского народа была блестяще выполнен.

Одному из первых в стране ему было присвоено звание Героя Социалистического Труда и звание Заслуженного деятеля науки и техники.

Алексей Алексеевич Гвоздев (1897–1984) (Герой Социалистического Труда) – еще один питомец МИИТа, ученик А. Д. Проскурякова и И. Ф. Прокофьева, продолжатель дела А. Ф. Лолейта (1868–1933).

Всю свою жизнь он посвятил разработкам теории железобетона, которые во многом предопределили развитие этого направления строительной механики. Круг профессиональных интересов ученого был весьма широк. Он преподавал строительную механику, в 31 год стал профессором. Им написано около 100 книг и статей.

Начало его научной карьеры совпало со становлением Государственного института сооружений (ГИС). Когда в 1927 г. был создан институт, А. Ф. Лолейт пригласил Гвоздева возглавить отдел расчета конструкций. Здесь под руководством Лолейта была начата работа по пересмотру норм для железобетонных конструкций. Алексей Алексеевич очень скоро показал не только обоснованность и перспективность предложенного А. Ф. Лолейтом способа расчета, но пошел дальше: сформулировал концепцию расчета железобетонных конструкций с учетом деформаций и образования трещин.

Важно, что в этой работе утверждалась необходимость продолжения экспериментального обоснования нового метода расчета. Все это, по существу, определило работу лабораторий железобетонных конструкций в ЦНИИПСе, НИИЖБе и других институтах на много лет вперед.

Инженер-архитектор Николай Васильевич Никитин (1907–1973) выпускник Томского технологического института. Автор многих проектов, в т. ч. здания МГУ на Ленинских горах в Москве.

В 1957 г. Н. В. Никитин высказал мысль о возможности строительства железобетонной предварительно – напряженной башни. 18 марта 1958 года он совместно с архитекторам Д. И. Бурдиным и Л.И. Баталовым представил в Госстрой СССР

первый эскиз предварительно напряженной башни для телевидения высотой 500 метров. Останкинская телевизионная башня работает с 1967г до сегодняшнего дня безотказно. Башня стоит на песчанном оснавании состоит из трех частей: фундамента, железобетонной кинической части ствола высотой 385 м и стальной трубчатой опоры для антен высотой 148 м. Конструкция железобетонной башни представляет собой пустотелую монолитную коническую оболочку с сильно развитым основанием. Коническая часть переходит в 10 наклонных опорных пилонов-ног, расположенных в плане по окружности и опирается на огромное железобетонное кольцо.

В 1966 году Николай Васильевич получает предложение японской фирмы разработать проект телебашни высотой 400 метров. Он готовил эскизы, продумывает конструкцию, делает прикидочные расчеты. Весьма возможно замысел мог бы осуществиться. Но в 1967 году Н.В.Никитин умер.

За оригинальность конструкции телебашни ему ВАК бывшего СССР без защиты присвоил степень доктора технических наук.

Пьер Луиджи Нерви (1891–1979)– гениальный итальянский инженер и архитектор. Создатель армоцементных конструкций, автор ярчайших архитектурно-инженерных сооружений. В 1929–1932 гг. при строительстве стадиона во Флоренции Нерви выявляет структуру сооружения (поддерживающие трибуны железобетонные столбы, винтовые лестницы, устои нависающего консольного козырька) и добивается художественной выразительности пространственной композиции. В 1935–40 гг., возводя ангары для самолетов, разрабатывает новую конструктивную систему сборных большепролетных сводов из ромбовидных железобетонных элементов.

Последующее архитектурное творчество связанно с совершенствованием армоцементных «скорлуп», поисками разнообразных архитектурных форм и конструкций.

Нерви в силу своего дарования, подкрепленного удивительными сооружениями, доказал возможность слияния в одном лице, только уже на совершенно новом витке развития, профессии архитектора, конструктора и строителя.

Основателями архитектурного образования в Казахстане являлись Басенов Т. К, Мендикулов М. М, Кенбаев М. С, Сейдалин Р. А, Кузютин А. Д, (1930), Глаудинов Б. А. (1941), Шекербаев Б. Х.(1944), Куспангалиев Б. У.(1944), Абилов А. Ж. (1947), Нарынов С. (1950) и др.

С начала 80-х годов XX столетия архитекторы Казахстана активно участвуют во Всемирном архитектурном биеналле, а позже – в тринале в г. София (Болгария), доказывая свое высокое искусство мировому сообществу архитекторов. Призерами и лауреатами этих престижных конкурсов в разные годы были К. Бекжанов, С. Рустембеков, Б. Ибраев, К. Монтахаев, А. Сауменов, Б. Нургазин, Ш. Майтбеков.

Басенов Толеу Кульчамович (1909–1976) – первый зодчий Казахстана. Автор ряда оригинальных объектов театра опера и балета им. Абая (1941), архитектурной планировки памятника Амангельды Иманову (1947), Мемориала славы (1975) и др.

Мендикулов Малгабар (1909–1986) – Заслуженный архитектор РК, автор ряда уникальных объектов: Двореца бракосочетаний в Алматы (1968), памятники М. О. Ауезову, Жамбылу и т. д. Автор научных трудов по истории архитектуры Казахстана.

Жолдасбеков Умирбек Арысланович (1931–1999) – академик, доктор технических наук, развивший и утвердивший в Казахстане важное научное направление, им созданы фундаментальные основы теории плоских пространственных механизмов высоких классов; созданы принципиально новые грузоподъемные механизмы и манипуляционные устройства, не имеющие аналогов в мировой практике.

Академиком У. А. Джолдасбековым подготовлено 25 докторов и более 100 кандидатов наук. Долгое время (до 1987 г.) работал ректором КазГУ и был депутатом Парламента Республики. Организатор и первый президент инженерной Академии РК.

Жармагамбетов Булат Саябекович (1926–1987) – первый доктор технических наук (1968) Казахстана по строительным наукам. Занимался теорией и практикой тонкостенных пространственных покрытий, был одним из создателей научной

школы в республике по экспериментальным и теорическим исследованиям в области строительных конструкций.

Жунусов Тулебай Жунусович (1927–2015) – доктор технических наук, профессор, первый организатор и директор (1980–1999) института сейсмостойкого строительства (КАЗНИИССА), академик НИА РК.

Т. Жунусов – известный ученый и специалист по строительным конструкциям и зданиям, динамике и сейсмостойкому строительству.

Монтахаев Калдыбай Жумагалиевич (1950–2008) – Народный архитектор СССР (1991), Лауреат Государственной премии СССР (1982).

Монтахаев К. Ж. является автором целого ряда крупнейших уникальных объектов жилищно-гражданского назначения и монументального искусства, построенных и строящихся в Алматы и Астане. Руководитель авторского коллектива концепции генерального плана г. Астаны.

Инженер Байнатов Жумабай Байнатович (1946 г.р.), д.т.н. (СССР, РК), заслуженный деятель науки и техники РК, академик НИА РК, изобретатель СССР, лучший преподаватель РК 2007 г., награжден орденом «Құрмет». Автор ряда оригинальных разработок: двухэтажная юрта; селезащитные сооружения, сейсмостойких зданий и мостов, ветроэнергетической установки и автор более 120 изобретений СССР, РФ и РК.

Тулебаев Копсекбай Раткулович (1950) – доктор технических наук (2009), Лауреат Госпремии РК (1984), автор многих проектов гражданских, общественных зданий РК, директор АО «Алматы Гипрогор-1», Заслуженный деятель РК (2008), автор проектов уникальных объектов: комплекса лечебно- оздоровительных бань «Арасан», здания мечети г. Алматы, универсального спортивно-зрелищного зала на 10500 зрителей в г. Алматы и т. д.

1.11. Композиция и пропорция в архитектуре

«Мир состоит из гармонии и числа»
Пифагор

Архитектурная композиция – целостная система архитектурных форм, отвечающая художественным, функциональным и конструктивно-технологическим требованиям. Художественное единство должно быть присуще композиции отдельных объектов и их комплексов. При архитектурном проектировании художественные средства избираются с учетом назначения здания, эстетических закономерностей и психологии восприятия.

Основными компонентами архитектурной композиции здания служат его внешний объем и внутреннее пространство. Построение композиции базируется на гармоническом, т. е. соразмерном единстве внешнего объема здания с пространством интерьеров и окружающей среды, способствующем созданию художественного завершенного целого.

Единство внешнего объема и внутреннего пространства зданий соблюдаются, если архитектурная композиция обеспечивает соответствие размеров и форм фасадов и интерьеров.

При разработке композиции внешних объемов и интерьеров здания активно используются такие средства гармонизация архитектурных форм, как симметрия и ассиметрия, контраст и нюанс, метр и ритм, масштаб и масштабность.

Симметрия – одинаковое расположение равных частей композиции относительно оси или плоскости, проходящей через ее центр, является одним из действенных средств организации объемов и пространства, так как имеет психофизиологическую базу в симметричности органов восприятия. Построению симметричной объемно-пространственной формы в архитектуре способствует также применение ряда конструкций, статическая работа которых строится по законам симметрии (своды, купола и пр.)

Симметрия используется в построении композиций отдельных сооружений и целых ансамблей, способствуя

подчеркнутому выявлению главного сооружения ансамбля. Использование симметрии возможно не всегда, а только в случаях, когда этот прием не входит в противоречие с функциональным решением здания. В крупных зданиях со сложной функциональной схемой симметричное построение композиции трудноосуществимо. В этих случаях чаще всего **используют ассиметричные композиции.** Классическим примером симметричной композиции является Парфенон – храм богини Афины на Афинском акрополе, а расположенный там же храм Эрехтейон, посвященный двум божествам – Афине и Посейдону, является столь же совершенным примером ассиметричной композиции (рис. 1.6). В современной архитектуре ассиметричные композиции чаще всего применяются в проектах зданий, сочетающих разнородные функциональные элементы – небольшие рабочие помещения с крупными залами.

Пропорции – закономерные соотношения геометрических размеров здания (длины, ширины, высоты), его отдельных элементов (проемов, простенков и пр.) – имеют существенное значение в построении архитектурной композиции. Функционально размеры помещений и здания гармонизируется приведением их к пропорциональным соотношениям.

Распространена гармонизация пропорций формы по методу геометрического подобия ее частей. Подобие наиболее распространенных прямоугольных форм обеспечивается при параллельности или перпендикулярности диагоналей, составляющих форму элементарных прямоугольников.

Разработка пропорциональных соотношений достигла совершенства в архитектуре античной Греции при сложении системы ордеров – художественным воплощением стоечно-балочных несущих конструкций. Ордерная система четко разделяла все части ордеров по их конструктивной функции и художественной обработке. Композиционное единство ордера определялось пропорционированием его элементов единой величине – модулю. Модуль принимается равным радиусу колонны в ее основании.

Наиболее распространена пропорциональная система «золотого сечения», основанная на делении отрезка в среднем крайнем отношении $\frac{a}{x} = \frac{x}{(a+x)}$, численное выражение которого приблизительно равно 1:0,618 (рис. 1.34).

Свойствами архитектурной композиции являются ее масштабность и масштаб. Под масштабностью понимается взаимосвязь членений архитектурной формы с габаритами человека как основным мерилом ее величины, а также с элементами городской застройки и ландшафта. Наиболее действенными средствами выявления масштабности сооружения являются элементы и детали, соразмерные человеку (ступень, окно) (рис. 1.34, *а*).

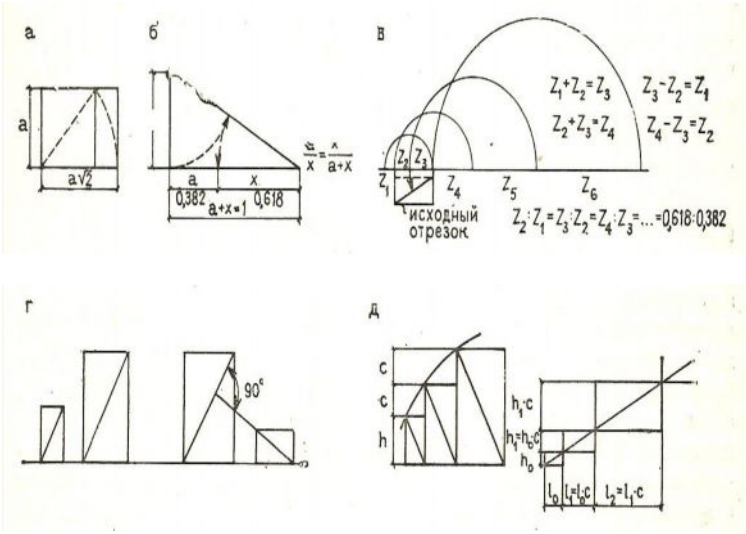
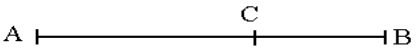


Рис. 1.34. Иррациональные соотношения и подобие геометрических фигур:
а – отношения стороны и диагонали квадрата;
б – деления отрезка в среднем и крайнем отношении;
в – ряд «золотого сечения»; г – подобие прямоугольников;
д – взаимосвязь подобных прямоугольников на основе арифметической прогрессии; е – то же, но на основе геометрической прогрессии

Даже при подготовке архитекторов и строителей в так называемых командах Евлашева и Ухтомского в основном пользовались переводной литературой классиков архитектуры: Витрувия «О пропорции ордеров с фигурами»; Полладио «О рассуждении ордеров» и др.

Только в 1792 г. появляется обобщающий труд петербургского архитектора Ивана Лема.

Рассмотрим геометрическое отображение пропорции. Разделим отрезок АВ на две части так, чтобы большая из частей была средним пропорциональным между меньшей его частью и всем отрезком. Условия задачи дают пропорцию $\frac{1}{x} = \frac{x}{1-x}$; откуда $x^2 - x - 1 = 0$. Положительный корень этого уравнения $\frac{1+\sqrt{5}}{2}$.



Поэтому отношения в пропорции равны $\frac{1}{x} = \frac{1+\sqrt{5}}{2} = a$. Такое деление (точкой *C*) называется золотым делением. Корень приведенного отношения – это предел последовательности Фибоначчи, показывающий, что с ростом номеров ряда отношение соседних чисел Фибоначчи приближается к $\frac{1+\sqrt{5}}{2}$.

В математике бытует определение особого случая разделения целого на две неравные части, которому присуще два рода связи частей и целого между собой: аддитивная и мультипликативная.

«Единство аддитивности и мультипликативности – глубинное содержание золотого сечения, в нем – ключ к явлению формообразования, открыто лежащий на поверхности математического знания».

Аддитивность означает, что в числовом ряду каждый предыдущий член ряда равен сумме двух последующих:

.

Мультипликативность – что в числовом ряду все члены ряда связаны в геометрическую прогрессию

Число золотого сечения, соединяющее свойства аддитивности и мультипликативности, находится как общий корень двух уравнений:

$$a + b = c \quad \text{(аддитивности)} ; \qquad (1.1)$$

$$a{:}b = b{:}c \quad \text{(мультипликативность)}, \qquad (1.2)$$

в которых целое «*c*» представлено состоящим из двух частей «*a*+*b*». Поскольку отношение золотого сечения – широко распространенная закономерность организации живых структур, интересно, что скрыто за единством аддитивности и

мультипликативности: какой глобальный принцип природы можно здесь угадать?

Понятие аддитивности свидетельствует, что целое структурно. Простейшее элементарное целое – это целое, составленное из двух частей. Математически такую структуру абстрагирует сложение: части *a* и *b*, сложенные вместе, образуют целое *c*. В геометрии такую абстракцию выражает отрезок, поделенной на две части. Если эти две части не равны между собой и меньшая часть так относится к большей, как большая к целому, то свойства аддитивности и мультипликативности соединены: отрезок разделен в золотом отношении.

Понятие мультипликативность означает, что на все части структурно организованного целого распространяется одна и та же закономерность роста. Средствами математики она показывает, что и части, принадлежащие целому, и само целое обладают одной и той же способностью изменять свои параметры: в едином организме все части растут по одному закону – закону геометрической прогрессии. Чем больше стало одна его часть, тем больше (и во столько же раз больше) стала и другая его часть и соответственно все целое ($a : b = b : c$). Тем самым целое «*c*», если наблюдать его вне связи с окружением, остается во времени себе тождественным в любой момент своего бытия. А это и есть идея подобия, составляющая стержень живой природы – принцип сохранения, составляющий соль генетики, глобальный принцип – закон бытия, его сущность.

Решение уравнения, объединяющего аддитивность с мультипликативностью, приводит к золотым числам.

Действительно, приняв целое *c* за единицу $c = 1$, находим из уравнения (1.2), что $a = b^2$ и из уравнения (1.1), что $b^2 + b - 1 = 0,$ откуда $b = 0{,}618014, c = b^2 = 0{,}381966$ (числа a, b, c суть 1; 1,618; 2,618).

Если $b = 1,$ то $a = \frac{1}{c}, c^2 - c - 1 = 0,$ откуда $c = 1{,}618034$ числа

Золотое значение лежит в основе композиционных решений многих произведений искусства: живописи, скульптуры, музыки, архитектуры.

Более того, вся древнегреческая культура развивалась под законом золотой пропорции. Греки первые установили: пропорции хорошо сложенного человеческого тела подчиняются ее законам, что особенно хорошо видно на примере античных статуй (Аполлон Бельведерский, Венера Милосская). Фиригийские гробницы и античный Парфенон, театр Диониса в Афинах – все они исполнены гармонии золотой пропорции.

Соотношение между катетами и гипотенузой прямоугольного треугольника было известно задолго до Пифагора. Еще в Древнем Египте треугольник со сторонами 3, 4, 5 использовался при разметке прямоугольных земельных участков после ежегодного уничтожения границ между ними разлившимся Нилом. Пифагору принадлежит геометрическое доказательство теоремы, которая первоначально формулировалась так: квадрат, построенный на гипотенузе прямоугольного треугольника, равновелик сумме квадратов, построенных на катетах этого треугольника (рис. 1.35, *а*). Обыгрывая чертеж, относящийся к данной теореме, школьники распевали частушки: «Пифагоровы штаны на все стороны равны».

Используя особенности геологического треугольника Антуан Парон (1666 – 1716) решил одну классическую задачу: как надо опилить круглое бревно, чтобы получить балку прямоугольного сечения с наибольшим моментом сопротивления? Произведение ab^2 должно быть максимальным (рис. 1.35, *в*). Для этого нужно разделить диаметр бревна на три равные части, опустить отвесы, как показано, до пересечения с окружностью и соединить между собой точки, лежащие на пересечении окружности с диаметром и отвесами.

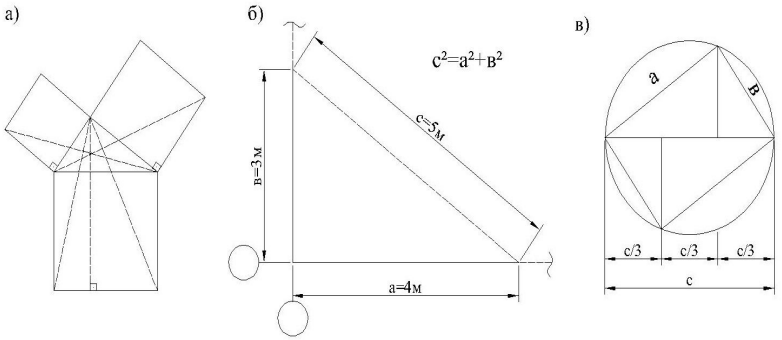


Рис. 1.35. Свойства геометрического треугольника:
а – доказательство теории Пифагора; б – египетский треугольник;
в – получение прямоугольного бруса наибольшего сопротивления

Опасность, возникающая из-за большего распора, хорошо понимали архитекторы всех времен. Для того чтобы погасить действие распора, применяли различные способы – утолщали опоры мостов, стены делали массивными или подпирали контрфорсами и аркбутанами – толщина пилона d не должна быть меньше $\frac{1}{4}$ высоты моста h;

- пролет арки l должен быть не более шестикратной и не менее четырехкратной толщины пилона,

- высота камней S, из которых выкладывается арка, должна быть на менее 1/10 ее пролета.

Толщина арочной опоры определялась также при помощи вписанной равносторонней трапеции (рис. 1.36, *б*): сторона CD продлевается на равный отрезок DE, горизонтальная проекция которого и дает необходимую толщину опорного столба.

В готических соборах высокие стены, как правило, на рассчитаны на восприятие распора от свода, для этого сооружались аркбутаны за пределами внутреннего объема собора. Причем арочный аркбутан не только придает распорное усилие на фундаменты, но и собственным распором создает противодавление распору.

Соседние одинаковые арки, поставленные в один ряд образующие аркаду, не требуют массивных опор, так как распор одной арки гасится распором соседней, их равнодействующая вертикальна, поэтому поддерживающая их колонна круглого или квадратного сечения, имеющие одинаковую жесткость в двух направлениях. Если же пролеты арок в этих направлениях различны, то сечению колонны придают форму прямоугольника.

Распор, однако, можно «снять» со стен и колонн и передать на саму арку, соединив опорные сечения стержнем или тросом – затяжкой, который будет воспринимать распорное усилие.

Существовали эмпирические правила расчета толщины опор, способные воспринять распор арки. При проектировании мостов арочной конструкции рекомендовалось придерживаться следующих положений (рис. 1.36, *а*):

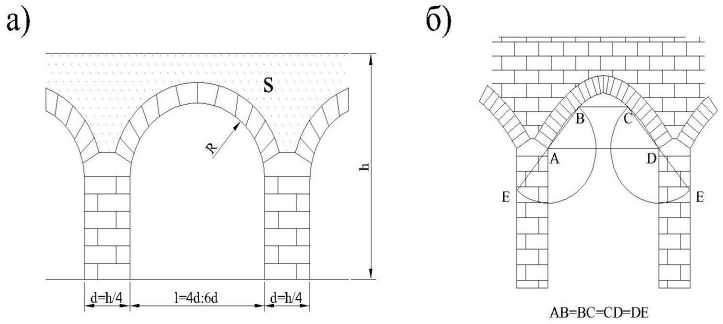


Рис. 1.36. Геометрические методы назначения размеры опоры

1.12. Единая модульная система (ЕМС) в строительстве

Объёмно-планировочные параметры зданий и геометрические размеры конструктивных элементов должны назначаться на основе единой модульной системы в строительстве (ЕМС).

Целью ЕМС является сокращение количества типоразмеров конструкции и создание основы для стандартизации в строительстве.

Основными параметрами, обеспечивающими типизацию и стандартизацию строительства, являются (рис. 1.37):

а) шаг (в планировке) – расстояние между разбивочными осями стен или рядами отдельных опор, в зависимости от направления, шаг может быть продольным или поперечным;

б) пролет (в планировке) – расстояние между разбивочными осями несущих стен или колонны в направлении, совпадающем с плоскостью фермы или балки несущей конструкции перекрытия или покрытия. Следовательно, пролет определяется длиной фермы или главной балки перекрытия или покрытия;

в) высота этажа (в разрезе) – расстояние между уровнями чистых полов в многоэтажных зданиях, а в одноэтажных – расстояние от чистого пола до низа несущей конструкции перекрытия.

Для координации всех размеров зданий и сооружений применяется единая модульная система (ЕМС) измерений. За условную единицу измерения в ней принят модуль (табл. 1.1)

Величина основного модуля М равна 100 мм (рис. 1.38.). Для удобства по ЕМС можно пользоваться производными модулями, которые разделяются на дробные и укрупненные.

1) дробные, мм:
I/2 М – 50;
I/5М – 20;
I/10М – 10;
I/20М – 5;
I/50М – 2;
I/100М – 1.

2) укрупненные, мм:
2 М – 200;
3М – 300;
6М – 600;
12М – 1200;
15М – 1500;
30М – 3000;
60М – 6000 (два ограничения предела).

Таблица 1.1

Пределы применения модулей

Модули			Пределы применения, мм
название	обозначение	размер	

Модуль	I М	100	по всем измерениям:	1200
Дробные	I/2 М	50		600
	I/5М	20		300
	I/10М	10		150
	I/20М	5		100
	I/50М	2		50
	I/100М	I		20
Укрупненные				
	2М	200	в плане	3600
	3М	300	в плане и по вертикали	3600
	6М	600	в плане (по вертикали без ограничения)	7200
	12М	1200	в плане (по вертикали без ограничения)	7200
	15М	1500	в плане	12000
	30М	3000	в плане	18000
	60М	8000	(без ограниченного предела)	

В настоящее время в строительстве жилых и общественных зданий применяется укрупненная модульная сетка с размерами 6х3; 6х6; 6х12 м.

«Модульный размер» – это расстояние между модульными разбивочными осями здания.

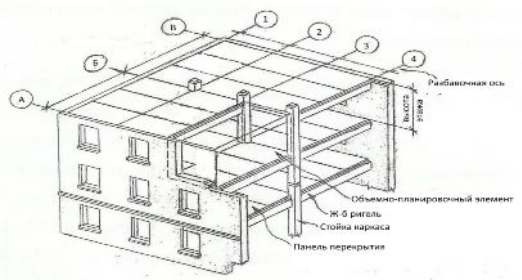


Рис. 1.37. Взаимная увезена геометрических параметров зданий

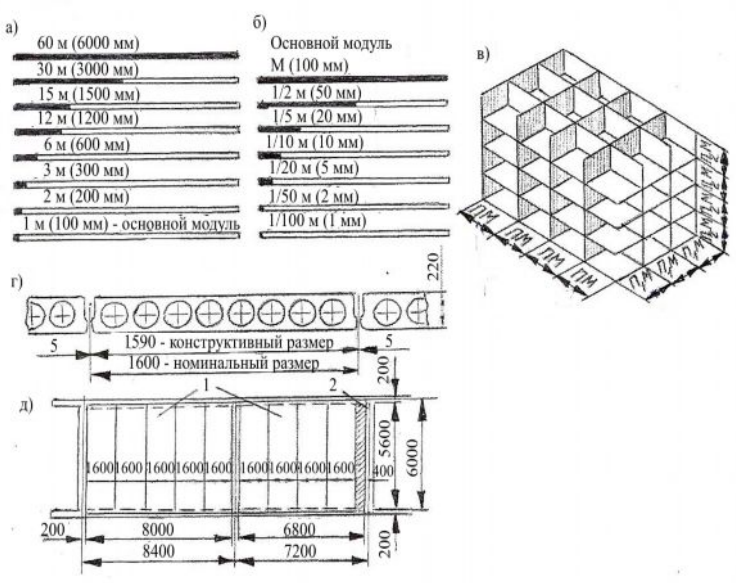


Рис. 1.38. Производные модули,
номинальные и конструктивные размеры:
а – производные укрупненные модули; б – производные дробные модули; в – пространственная система модульных плоскостей; ПМ, $П_1$ М, $П_2$М – производные модули; з – основные размеры строительного изделия; д – план раскладки панелей перекрытия и взаимная увязка размеров объемна – планировочных элементов здания и строительных изделий; 1 – основные панели с конструктивными размерами 1590х5860 мм; 2 – дробный элемент

Унификация основных конструктивных схем ставит своей задачей свести все многообразные объемно-планировочные решения к ограниченному числу унифицированных схем с однотипным решением каркаса и его узлов. Например, для многоэтажных промышленных зданий предусмотрено унифицированные пролеты, кратные 6 м; шаг колонн – 6 или 12 м; высота от уровня пола до низа несущей конструкции покрытия принимается кратной укрепленному модулю 1,8 м; для многоэтажных промышленных зданий приняты унифицированные сетки колонн 6х6 и 9х6, а высота этажей кратна укрепленному модулю 1,2 м; для гражданских зданий

укрепленный модуль для сетки осей равен 0,2 м, а для высоты этажей – 0,3.

Унифицированные высоты этажей, м

Подвальные помещения……..2,4

Жилые дома, жилая часть гостиниц, спальные корпуса санаториев, школы-интернаты, подвальные этажи……2,7–2,8

Здания учебных заведений…….3,3.

Типизация конструкций – направление в проектировании, позволяющее многократно осуществлять проектирование конструкций на основе специально разработанных проектов, составленных для различных их параметров: нагрузок, высот, пролетов и т. п.

При разработке типовых проектов по определенной продуманной системе представляется возможным провести широкую **типизацию и стандартизацию** элементов зданий, т. е. добиться того, чтобы различные типовые здания можно было возводить из унифицированных сборных строительных элементов и деталей заводского изготовления.

Таким образом, типизация и создаваемые на ее основе типовые проекты являются важным составным звеном **индустриализации**, а, следовательно, эффективным средством для скоростного и высококачественного осуществления массового жилищного и культурно-бытового строительства, и для снижения его стоимости.

Стандартизация – отбор ряда индустриальных конструкций и деталей заводского изготовления для утверждения их в качестве стандартов (например, оконные переплеты, двери, ступени лестниц и др.).

Стандарт – это образец определенной формы, размеров и качеств. Стандарт издается в виде ГОСТа (Государственный общий стандарт) и имеет определенный номер и год его утверждения.

СНиП – строительные нормы и правила. Свод нормативных документов, на основе которых осуществляется проектирование и строительство зданий, сооружений и конструкций.

Для типизации элементов сборных конструкций в условиях применения унифицированных конструктивных схем необходима взаимная увязка размеров зданий и их элементов.

Для такой увязки предусмотрено три категории размеров (рис. 1.39): номинальные – расстояния между разбивочными осями здания в плане; конструктивные – проектные размеры сборных элементов, отличающиеся от номинальных на величину швов и зазоров (30 мм и более); натурные – фактические размеры сборных элементов, отличающиеся от конструктивных на величину допуска (3 – 10 мм).

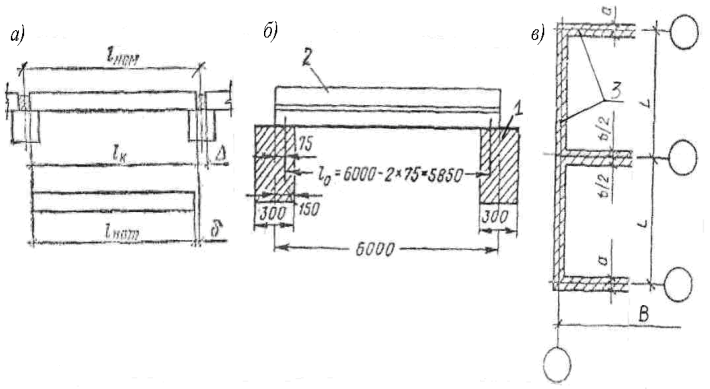


Рис. 1.39. Взаимная увязка размеров конструкции:
а – многопролетная балка; б – однопролетная балка;
в – привязка стен к разборчивым осям;
1 – ригель; 2 –панель; 3 – модульные разбивочные оси;
$l_{норм}$ *– номинальный размер;* $l_к$ *–конструктивный размер;*
$l_{нат}$ *– натуральный размер;* Δ *– зазор;* δ *– допуск*

Для предупреждения появления трещин в несущих и ограждающих конструкциях предусматривают деформационные швы, разрезающие здания на отсеки (рис. 1.40).

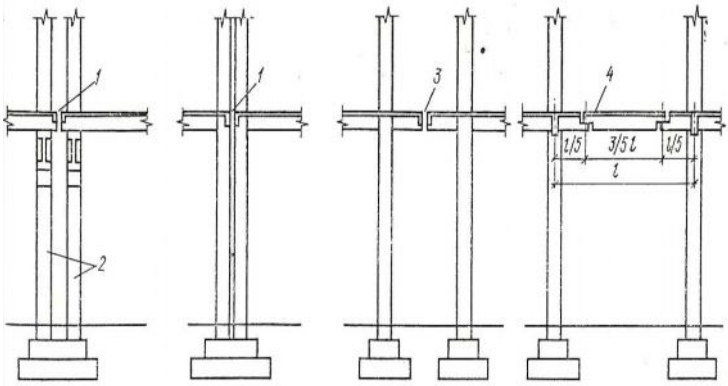


Рис.1.40. Деформационные швы:
1 – температурный шов; 2 – парные колонны, 3 – осадочный шов; 4 – вкладной пролет осадочного шва

В зависимости от назначения применяют следующие деформационные швы: температурные, осадочные, антисейсмические и усадочные.

Температурные швы делят здания на отсеки от уровня земли до кровли, не затрагивая фундамента.

Во избежание появление опасных деформаций осадочные швы разрезают здание по всей их высоте, включая фундаменты.

Антисейсмические швы предусматривают в зданиях, строящихся в районах, подверженных землетрясениям. По линиям антисейсмических швов располагают двойные стены или двойные ряды стоек (колонны).

Усадочные швы выполняют в стенах, возводимых из монолитного бетона. В процессе твердения монолитных стен ширина швов увеличивается; по окончании усадки стен швы наглухо заделывают.

Современное жилище должно помимо всего другого, предоставить человеку оптимальные условия метеорологического комфорта, или, как говорят, «оптимальный микроклимат», т. е. обеспечить наиболее благоприятную температуру и влажность воздуха, достаточный объем и

необходимую чистоту его, достаточное количество солнечного света и т. п.

Для того чтобы жилая комната была достаточно освещена дневным светом, площадь окна должна доставлять 1/7 – 1/8 от площади пола комнаты.

Независимо от площади оконных светопроемов существенное значение имеет ориентация их по сторонам света. На севере и в районах средней полосы предпочтение отдается ориентации на южную половину горизонта, тогда как в южных районах существенные преимущества приобретает ориентация на восточную, северную и частично южную четверти горизонта.

1.13. Математические модели типизации и унификации

Удовлетворение разнообразных требований ограниченным числом типов изделий является основным принципом типизации. В архитектурно-строительном проектировании предметом типизации являются типологические характеристики зданий; конструктивно-планировочные параметры, КП-ячейки, сортамент индустриальных изделий. В общем случае результатом унификации, являющейся основным методом типизации и стандартизации, должно явиться сокращение суммарных затрат при обязательном удовлетворении требований. Методы стандартизации свойств изделий оказывают большое влияние на стоимость их производства, распределения и применения. Под стандартизацией свойств определенного изделия подразумевают отбор стандартизируемых свойств и придание им определенных значений.

Пусть a будет числом свойств, подлежащих стандартизации [7]. Тогда стандартизация есть преднамеренный выбор одной или нескольких точек в a-мерном пространстве свойств. Пример двухмерного пространства приведен на рис. 1.41.

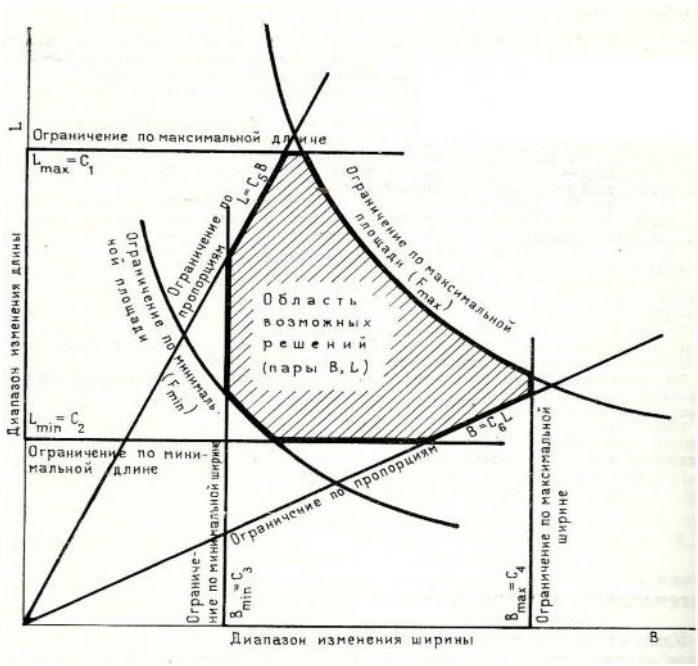


Рис. 1.41. Область определения планировочных элементов квартир

Для определения фиксированного набора (номенклатуры) габаритных схем (параметров) планировочных элементов предлагается следующая их геометрическая интерпретация (рис. 1.41).

С помощью системы неравенств определено (задано) множество планировочных элементов в общем виде. Область возможных планировочных элементов очерчивается следующими ограничениями:
по максимальной и минимальной ширине помещения:

$$Lmax = C_1; \qquad L_{min} = C_2;$$

$$B_{min} = C_3; \qquad Bmax = C_4;$$

по пропорциям; пара прямых, проходящих через начало системы координат

$$L = C_5 B; \qquad B = C_6 L;$$

по минимальной площади

$$B = \frac{F\min}{L};$$

по максимальной площади

$$B = \frac{F\max}{L}.$$

Возможные сочетания B, L задаются системой неравенств:

$$C_1 \geq L \geq C_2; \qquad C_4 \geq B \geq C_3;$$

$$L \geq C_5 B; \tag{1.3}$$

$$B \geq C_6 L; \qquad F_{max} \geq BL \geq F_{min.}$$

Величины C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6, F_{min} F_{max} разные для различных планировочных элементов, определяются по нормативным документам и заданию на проектирование.

Для отдельно взятого планировочного элемента можно поставить задачу оптимизации параметров по какому-либо критерию, например стоимостному показателю, если известна зависимость стоимости ячейки от параметров. Тогда системой ограничений будут служить неравенства типа (1.3),а критерием цели

$$S = \varphi^{-}(L.B) \rightarrow \min, \tag{1.4}$$

где φ – стоимостная функция, которую при упрощении можно представить в виде суммы.

$$\varphi(L.B) = C_L L + C_B B + C_{пер} LB, \tag{1.5}$$

где $C_L C_B$ – приведенная стоимость единицы линейного измерения ограждающих и несущих вертикальных конструкций в поперечном и продельном направлениях;

$C_{пер}$ – приведенная стоимость единицы площади перекрытий.

В действительности же φ является более сложной функцией. Так, для ригелей S_p системы унифицированного каркаса ИИС-04 стоимость (тенге) от пролета (м) более точно выражается зависимостью:

$$S_p = 6.24L + 1.17L^2,$$

а стоимость панели перекрытия $S_{пер}$

$$S_{пер} = 7{,}18L + 0.138L^2.$$

1.14. Этапы архитектурно-строительного проектирования

Строительство зданий и сооружений осуществляется по проектам, представляющим собой комплекс технической документации, содержащей расчеты, чертежи, пояснительные записки, смету и другие проектные материалы.

Разработка проектов в РК осуществляется проектными организациями, например в Алматы: Алматыгипрогор, Казгор, Военпроект, Гидропроект, Каздорпроект, Метропроект, Аэропроект, Мостпроект и т. д.

Графическое изображение творческого замысла в области архитектуры и строительства носит, как правило, название **строительного чертежа** или архитектурно-строительного проекта.

Замысел можно изложить и в описательной форме, однако в технике и в архитектуре графическое изображение (чертеж) передает его более наглядно полно. Поэтому недаром говорят, что «чертеж-язык…».

Современный архитектурно-строительный проект должен учитывать достижения науки, техники и передового отечественного и зарубежного опыта. Проект должен обеспечивать также высокую эффективность капитальных вложений за счет внедрения высокопроизводительного оборудования, механизации и автоматизации производственных процессов, повышения степеней заводской готовности

строительных конструкций и изделий, применения индустриальных методов строительства, совершенствования объемно-планировочных и конструктивных решений зданий и сооружений. В проекте должны быть также предусмотрены высокий уровень градостроительных и архитектурных решений, рациональное использование земель, охрана окружающей среды, сейсмостойкость, взрыво- и пожаробезопасность.

Задание на проектирование. К разработке проектов проектные организации приступают на основании задания на проектирование, которое составляется заказчиком проекта – министерством, главным управлением. Задание на проектирование составляется заказчиком совместно с генеральным проектировщиком на основе материалов и расчетов, выполненных для данного объекта.

Задание на проектирование содержит: наименование строящегося здания или сооружения; основание для проектирования; район, пункт и место строительства; требования по разработке вариантов проекта; наименование генеральной проектной организации и строительной организации генерального подрядчика и т. д.

Состав, порядок разработки, согласования и утверждения проектно-сметной документации зависит от вида проектной работы. Например, согласно СН 202- 81 Проектирование предприятий, зданий и сооружений осуществляется либо в одну, либо в две стадии.

Двухстадийное проектирование

Проектирование, т. е. составление, или, как говорят, разработка проекта, является первичным этапом в процессе создания любого здания или сооружения.

Проект. Стадии проектирования определяют последовательность разработки проекта и отличаются степенью детализации проектных решений. При двухстадийном проектировании проект строительства зданий и сооружений или их очередей состоит из следующих стадий, характеризующих и оценивающих основные проектные решения: проект со сводным сметным расчетом стоимости и рабочая документация со сметами, разрабатываемыми для крупных и сложных объектов. Проект состоит из следующих разделов: общая пояснительная

записка; основные чертежи (ситуационный план размещения здания), строительные решения (краткое описание и обоснование принятых решений, основные чертежи; планы, разрезы и фасады зданий и сооружений, строящихся по индивидуальным проектам, по типовым проектам).

Эскизные решения по антикоррозийной защите строительных конструкций, схемы трасс внешних инженерных и транспортных коммуникаций (на ситуационном плане); организация строительства.

Рабочая документация для строительства зданий и сооружений должна состоять из рабочих чертежей, разрабатываемых в соответствии с требованиями государственных стандартов, сметы, ведомости объемов строительных и монтажных работ, сводной ведомости потребности в материалах, затрат труда и расхода основных строительных материалов.

Рабочие чертежи для строительства объектов разрабатываются в следующем составе: чертежи для производства строительно-монтажных работ, чертежи (планы и разрез). Чертежи элементов строительных конструкций, деталировочные чертежи металлоконструкций. Кроме того, в состав рабочих чертежей должны включаться рабочие чертежи сложных нетиповых временных сооружений и коммуникаций. При двухстадийном проектировании вторая стадия выполняется после завершения первой. Материалы первой стадии (проект) передаются на экспертизу и утверждение.

Одностадийное проектирование

Рабочий проект составляется для зданий и сооружений, строительство которых будет осуществляться по типовым и повторно применяемым проектам, а также для технически несложных объектов.

Рабочий проект на строительство здания и сооружения или их очередей должен состоять из разделов: общая пояснительная записка, включающая исходные данные для проектирования, обоснование по выбранной площадке строительства; основные чертежи, включающие ситуационный план размещения здания с указанием на нем внешних коммуникаций, инженерных сетей, и др.; генеральный план.

Типовой проект

Здания массового строительства, как правило, сооружаются по типовым проектам.

Типовые проекты разрабатываются для ускорения составления и удешевления проектной документации на строительство, повышения ее качества, применения в строительстве унифицированных решений, снижения сметной стоимости строительства.

При разработке типовых проектов на объекты, конструктивные, архитектурные решения могут разрабатываться в нескольких вариантах на конкурсной основе.

Примерный состав рабочих чертежей типовых проектов следующий (рис. 1.42): пояснительная записка, и архитектурно-строительные чертежи, чертежи бетонных, железобетонных и стальных конструкций, чертежи по вентиляции и отоплению, кондиционированию воздуха, водопровода и канализации, электротехнике, связи и сигнализации, автоматизации производства.

Архитектурно-строительные чертежи состоят из схемы генерального плана предприятия в масштабе 1:1000 или 1:2000 с экспликацией сооружения и технико-экономическими показателями; планов здания и сооружений в масштабе 1:100, 1:200 или 1:400 и разрезов в масштабе 1:200, планов кровли полов; чертежей нетиповых изделий, деталей, фундаментов и подземного хозяйства, схем заполнения оконных проемов фонарей, указаний по оформлению интерьеров и т. п.

Чертежи бетонных, железобетонных и стальных конструкций включают: маркировочные и монтажные схемы, схемы со спецификациями конструктивных и соединительных элементов.

Чертежи по отоплению, вентиляции и кондиционированию, электротехнике, связи и сигнализации состоят из схематических планов зданий с указанием вентиляционных установок и характеристик оборудования, планов и разрезов, схем трубопроводов отопления, горячего водоснабжения.

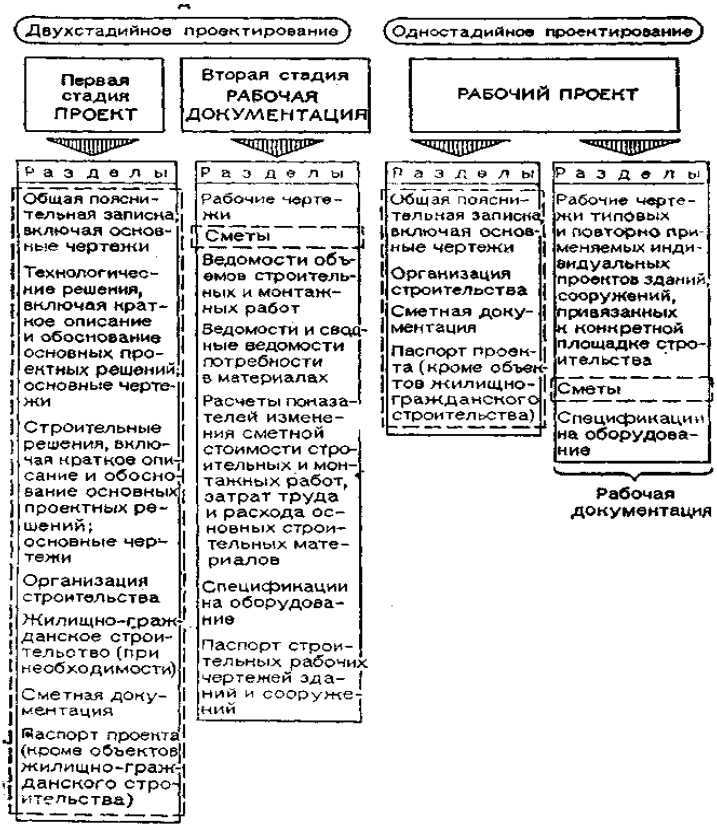


Рис. 1.42. Стадии разработки и разделы проектно-сметной документации на строительство:
а – крупных и сложных предприятий, зданий (сооружений) или их очередей; б – предприятий, зданий (сооружений) или их очередей, возведения которых предусматривается по типовым и повторно применяемым экономичным проектам

В состав типового проекта обязательно включаются сметы.

Индивидуальные проекты разрабатываются для уникальных зданий, отличающихся архитектурной значимостью, особой сложностью технологических и конструктивных решений (театры, музеи, отдельные производственные здания и т. п.).

Основные принципы проектирования

Несмотря на многообразие и сложность вопросов, возникающих в период разработки проектов, зданий и сооружений, процесс проектирования осуществляется на основе общих принципов проектирования, направленных на повышение экономичности проектных решений. Важнейшим из них является принцип **вариантности.**

Оптимальный вариант может быть выявлен путем всесторонней оценки возможных вариантов по комплексу различных критериев, которые наиболее полно отражают основные требования условий производства, техники, санитарии, социологии, эстетики и т. п.

В процессе разработки проекта важным принципом является **последовательность** проектирования от общего к частному, когда последовательно решаются вопросы обоснования строительства, затем на основании задания на проектирование определяются основные объемно- планировочные, конструктивные и другие решения, после чего – детализация до степени готовности проектной документации, по которой возможно осуществление строительно-монтажных работ.

Большое значение при проектировании имеет принцип **комплексности** проектных решений, когда в проекте осуществляется взаимная увязка всех частей проекта – технологической, архитектурно-строительной, санитарно-технической, энергетической, транспортной и др. Взаимная увязка частей проекта влияет на качество проекта, строительно-монтажных работ и в итоге на сметную стоимость проектируемого объекта.

Одним из наиболее эффективных средств в осуществлении индустриализации строительства является **типовое проектирование**. Широкое применение типовых унифицированных габаритных схем, деталей и изделий, типовых секций, зданий и сооружений позволяет уменьшить труд проектировщиков, сокращает сроки проектирования, снижает стоимость проектных работ и повышает их качество. Одновременно с этим улучшаются технологические, архитектурно-строительные, эстетические и эксплуатационные качества зданий и сооружений промышленных предприятий.

1.15. Классификация гражданских, промышленных и сельскохозяйственных зданий и сооружений

Все возводимое человеком в процессе его трудовой деятельности для обеспечения материальных и культурных потребностей общества называется сооружениями.

Среди разнообразных сооружений особую группу составляют здания.

Здания – это надземные сооружения, заключающие в себе внутреннее пространство, предназначенное и приспособленное для различной деятельности человека.

Все прочие сооружения (надземные, подземные, надводные и подводные) носят название инженерных.

В зависимости от материалов, из которых они построены, здания и сооружения могут быть деревянными, каменными, кирпичными, бетонными, железобетонными и др.

Здания состоят из взаимосвязанных элементов: **объемно-планировочных** (этаж, секция, лестничная клетка, помещения); **конструктивных** (фундаменты, стены, колонны, перекрытия, крыши, лестницы, перегородки, окна и двери); и **строительных изделий** (стеновые камни, ступени, плиты перекрытий, стеновые панели и др.).

Объемно-планировочные элементы зданий характеризуется основными параметрами: пролетом, шагом и высотой.

По назначению и градостроительной значимости гражданские здания согласно СНиП подразделяются на четыре класса ответственности:

I класс – крупные здания общественного назначения, многоэтажные жилые здания и прочие уникальные объекты обслуживания городского населения;

II класс – многоэтажные жилые дома, общественные здания массового строительства;

III класс – жилые дома до пяти этажей, общественные здания малой вместимости, вспомогательные объекты;

IV класс – здания из собираемых конструкций до 2 этажей и временные постройки.

По этажности здания классифицируется на следующие группы:

• малоэтажные – до 4 этажей;
• многоэтажные – от 5 до 8 этажей;
• повышенной этажности – от 9 до 24 этажей;
• высотные – свыше 24 этажей.

Этажность зданий определяется по числу этажей, расположенных выше уровня земли. Этаж, уровень пола которого заглублен от поверхности земли более чем на половину высоты, считается подземным.

Этаж здания (подземный или надземный), предназначенный для размещения инженерных коммуникаций или систем, называется техническим.

Основное требование, предъявляемое к зданию, архитектурно-художественная приемлемость и функциональная целесообразность, которой подчинено архитектурное, планировочное и конструктивное решение. Функциональные назначения здания определяет уровень требований, отраженных в соответствующих нормативных документах к этажности, инсоляции, освещенности, температурно-влажностному режиму, звукоизоляции, энергетическому обеспечению и оборудованию здания специальными инженерными системами.

Важным для проектирования здания являются требования к его конструктивным особенностям: прочности и устойчивости конструкций, огнестойкости, морозо-, влаго- и биостойкости.

В решении объемно-планировочных задач используются выработанные мировым строительным опытом конструктивные схемы здания:

1. С внешними и внутренними несущими стенами с использованием сборных, сборно-монолитных или монолитных перекрытий;

2. С внутренним несущим каркасом из монолитных, сборных железобетонных, металлических элементов и сборных, сборно-монолитных или монолитных перекрытий, с облегченными стеновыми ограждениями.

Архитектурную выразительность во многом определяет красота здания, отражающая идеологические и эстетические взгляды общества, достигаемая пропорциональностью его частей, особенностями и эффективностью отделочных материалов, качеством строительных работ и т. д.

Архитектурная композиция – целостная система архитектурных форм, отвечающая художественным, функциональным и конструктивно-технологическим требованиям.

Строительная акустика занимается вопросами защиты помещений от шумов, создания условий хорошей слышимости и качества звука.

Важными требованиями, которым должны удовлетворять здания, являются функциональная (технологическая) целесообразность, прочность и устойчивость, экономичность, архитектурная выразительность.

По своему функциональному назначению здания и сооружения подразделяются на промышленные, гражданские (общественные) и сельскохозяйственные.

Промышленные здания и сооружения. Они предназначены для размещения различного оборудования и обслуживают нужды производства и транспорта. К промышленным относятся также здания, в которых осуществляются производственные процессы, связанные с добычей сырья, его переработкой и производством продукции, складированием материалов и т. п.

Промышленные сооружения по функциональным признакам делятся на четыре группы:

группа 1 – сооружение для опирания и размещения оборудования: этажерки и площадки, подвалы, опускные колодцы;

группа 2 – коммуникационные и транспортные сооружения: тоннели, каналы и коллекторы; отдельно стоящие опоры и эстакады под технологические трубопроводы; галереи, эстакады и др.:

группа 3 – емкостные сооружения: для водоснабжения и канализации, водонапорные башни, резервуары для нефти и нефтепродуктов, силосы и силосные корпуса для хранения сыпучих материалов;

группа 4 – прочие сооружения: дымовые трубы, вытяжные башни, башенные копры угольных и рудных шахт, градирни, подпорные стенки.

Общественные (гражданские) здания и сооружения. Из них выделяют объекты:

жилые – высотой до 25 этажей включительно;

здравоохранения, физической культуры и социального обеспечения;

просвещения, культуры, искусства;

науки и научного обслуживания;

финансирования, кредитования и государственного страхования;

управления, партийных и других общественных организаций;

коммунального хозяйства, бытового обслуживания;

торговли и общественного питания;

связи и транспорта.

Сельскохозяйственные здания и сооружения. Они предназначены для различных отраслей сельскохозяйственного производства.

Различают следующие виды сельскохозяйственных зданий и сооружений:

животноводческие и птицеводческие;

ветеринарные;

силосные и сенажные;

складские;

культивационные;

для переработки продукции;

для ремонта и хранения сельскохозяйственных машин.

1.16. Конструктивные элементы здания

Конструктивные элементы, из которых состоит каждое здание, подразделяются на несущие и ограждающие.

Несущие конструкции воспринимают нагрузки, возникающие в здании, и обеспечивает его прочность и устойчивость. К ним относятся (рис. 1.43):

а) вертикальные элементы – колонны с фундаментами, стойки, стены;

б) горизонтальные элементы – фермы, панели, настили, балки, прогоны.

Основной конструкцией, воспринимающей все нагрузки, возникающие в здании, является несущий остов здания,

состоящий из вертикальных несущих элементов, поддерживающих горизонтальные элементы конструкции. Через несущий остов нагрузки передаются на фундаменты, опирающиеся на основание в виде естественного грунта.

Ограждающие конструкции защищают здание от внешних атмосферных воздействий или разделяют внутренний объем здания на отдельные помещения.

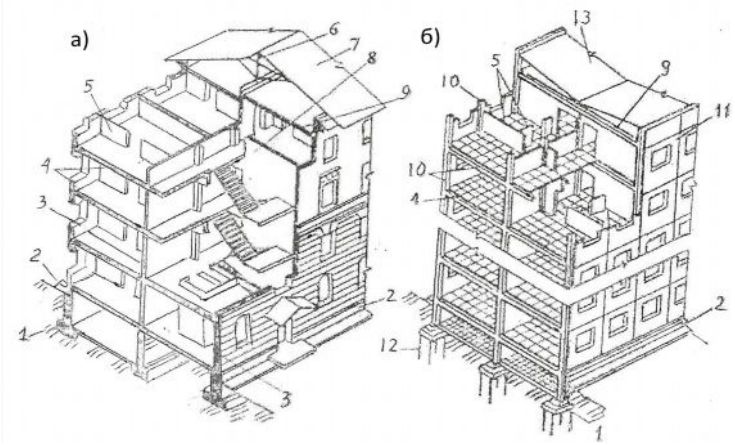


Рис. 1.43. Схемы расположения конструктивных элементов жилого дома:
а – здания с несущими наружными и внутренними стенами; б –каркасное здание.1 – фундамент; 2 – цоколь; 3 – несущие продольные стены; 4 – междуэтажные перекрытия; 5 – перегородки; 6 – стропила крыш: 7 – кровля; 8 – лестничная клетка; 9 – чердачное перекрытие; 10 – ригели колонны каркаса; 11 – навесная наружная стена; 12- сваи; 13 – кровельная панель

По характеру несущих элементов различают две основные конструктивные схемы: б е с к а р к а с н у ю и к а р к а с н у ю.

Каркас считается *полным,* если наружные или внутренние его несущие элементы образованы колоннами, и *неполным* (*смешанным),* – если наружными несущими элементами являются стены, а внутренними – колонны или стойки.

Совокупность вертикальных и горизонтальных элементов несущих конструкций, связанных в единую систему, образует

несущий о с т о в здания, обеспечивающий его прочность и устойчивость.

Жесткостью несущего остова называется его способность сохранять заданную форму и положение под действием приложенных нагрузок в течение всего срока службы здания, не давая деформаций.

Устойчивость несущего остова определяется его сопротивляемостью опрокидыванию под влиянием внешних сил, что особенно важно для зданий повышенной этажности, которые приходится весьма надежно закреплять в грунте.

К а п и т а л ь н о с т ь зданий характеризует степень их огнестойкости и долговечности основных конструктивных элементов строительно-монтажных работ.

Д о л г о в е ч н о с т ь – способность конструкции или сооружения сохранять во времени заданные качества.

Долговечность здания определяется качеством материалов и строительно-монтажных работ. Установлены *три степени долговечности:* I – со сроком службы не менее 100 лет; II – не менее 50 лет; III – не менее 20 лет.

Огнестойкость здания зависит от групп возгораемости его материалов и пределов огнестойкости конструкций. Нормами установлено *пять степеней огнестойкости:*

Первая – из несгораемых материалов.

Вторая – внутренние стены из трудно сгораемых материалов.

Третье – перекрытия из трудно сгораемых материалов (или сгораемых, защищенных).

Четвертая – все конструкции из трудно сгораемых материалов (или сгораемых, защищенных).

Пятая – все конструкции из сгораемых материалов.

В современной практике проектирования жилых и общественных зданий следует чаще обращаться к проектированию зданий со сроком эксплуатации от 20 до 50 лет. Как показала практика XX в. моральное строение здания происходит значительно скорее, чем физический износ конструкций.

Э к с п л у а т а ц и о н н ы е к а ч е с т в а зданий определяются составом помещений, размерами площадей и объемов, внутренней отделкой и техническим оборудованием.

Экономичность зданий зависит от нормативной стоимости единицы площади или объема.

2. АРХИТЕКТУРНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

Какими бы прекрасными и грандиозными не были творения человека, они должны вписываться в естественный ландшафт, а не замещать его полностью

2.1. Несущий остов здания

Несущий остов здания представляет собой совокупность конструктивных элементов здания (фундаменты, стены, отдельно **стоящие опоры** и колонны**,** перекрытия, покрытия), **воспринимающих** различные виды нагрузок, как постоянных (от собственного веса элементов здания), так и временных, а так же воздействий, например, температурных, климатических.

Несущие конструкции зданий должны отвечать требованием прочности, жесткости и устойчивости, а также безопасности в пожарном отношении и долговечности. Кроме того, они должны удовлетворять требованием экономичности и **индустриальности**.

Характер расположения вертикальных и горизонтальных элементов несущего остова гражданского здания определяет его конструктивную схему. Выбор конструктивной схемы определяется назначением, этажностью здания, а также характером эксплуатации в различных природно-климатических условий. Различают пять основных конструктивных систем зданий: каркасную, бескаркасную (стеновую), объемно-блочную ствольную и оболочковую (переферийную).

Несущие конструкции зданий могут выполняться монолитными или из штучных изделий; из мелких элементов, из крупных блоков или крупных панелей. При этом основным направлением современного индустриального сборного строительства является крупнопанельное домостроение. Оно дает возможность снизить стоимость строительства на 6...8 %, затраты труда – на 30…40 %, сроки строительства – в 1,5…2 раза (по сравнению с возведением кирпичных домов).

Бескаркасные конструктивные системы с несущими стенами. В зависимости от расположения в здании несущие

стены, на которые опираются перекрытия, могут быть продольными или поперечными. В бескаркасных конструктивных системах при схеме с продольными несущими стенами последние располагаются вдоль здания; в конструктивных схемах поперечными несущими стенами – поперек здания (рис. 2.1,б). Распространены также смешанные бескаркасные схемы, в которых несущими являются одновременно продольные и поперечные стены.

В жилищном строительстве широко применяются все три вышеуказанные разновидности бескаркасных конструктивных схем. При этом в индустриальном крупнопанельном домостроении наиболее распространена конструктивная схема с поперечными несущими стенами. Это позволяет добиться минимального расхода стеновых материалов, поскольку толщину несущих стен внутри здания, определенную лишь требованиями прочности (без учета теплозащитных требований), удается значительно снизить.

В жилых зданиях из крупных блоков и мелких элементов, а также общественных зданиях более распространена конструктивная схема с тремчя продольными несущими стенами, из которых две несущие стены являются наружными, а третья – внутренней.

Каркасные конструктивные системы. Каркасные конструктивные системы представляют собой совокупность наружных и внутренних несущих вертикальных опор-колонн (стоек каркаса), горизонтальных ригелей, на которые опираются плиты перекрытий, и диафрагм жесткости (связей)(рис. 2.1,а). Различают следующие каркасные конструктивные схемы; с полным каркасом поперечными ригелями, располагаемыми вдоль здания; с полным каркасом и поперечными ригелями, располагаемыми поперек здания; с неполным каркасом, когда ригель опирается одним концом на колонну(или кирпичный столб), а другим – на наружную стену; с безригельным стоечным каркасом полным (углы панелей перекрытий опираются на капителей колонн при наличии панелей перекрытий размером на ячейку каркаса); с безригельным стоечным каркасом неполным (два угла панелей перекрытий

опираются на капителей колонн, противоположная сторона – на наружные стены).

Система каркасно-диафрагмовая (каркасно-дисковая, каркасно-стеновая) основана на разделении статических функций между стеновыми (связевыми) и стержневыми элементами несущих конструкции: на стеновые элементы передаются все или большая часть горизонтальных нагрузок и воздействий на стержневые (каркас) – преимущественно вертикальные нагрузки.

Каркасно-ствольная система основана на разделении статических функций между каркасом, воспринимающим вертикальные нагрузки, и стволом (или несколькими стволами), воспринимающим горизонтальные нагрузки и воздействия.

Системы каркасно-ствольная и каркасно-диафрагмовая являются производными от системы пространственного рамного каркаса, исходной для всех каркасных систем.

Ствольно-стеновая система основана на сочетании несущих стен и ствола (стволов) с распределением вертикальных и горизонтальных нагрузок между этими элементами в различных соотношениях (рис. 2.1, *г*).

Ствол жесткости обычно располагается в центральной части здания, а во внутреннем пространстве ствола размещаются лифтовые и вентиляционные шахты и другие коммуникации. В зданиях большой протяженности имеется несколько стволов жесткости.

Объемно – пространственные элементы в виде тонкостенной оболочки замкнутого профиля, образующей наружное ограждение здания. В зависимости от архитектурного решения, наружная несущая оболочка может иметь призматическую, цилиндрическую, пирамидальную или другую форму поверхности (рис. 2.1,в).

Каркасы могут быть двух-, трех- и многопролетными. Их выполняют обычно монолитными или сборными из унифицированных элементов согласно каталогу изделий заводского изготовления. Наиболее распространенным материалом для возведения каркасных зданий является железобетон.

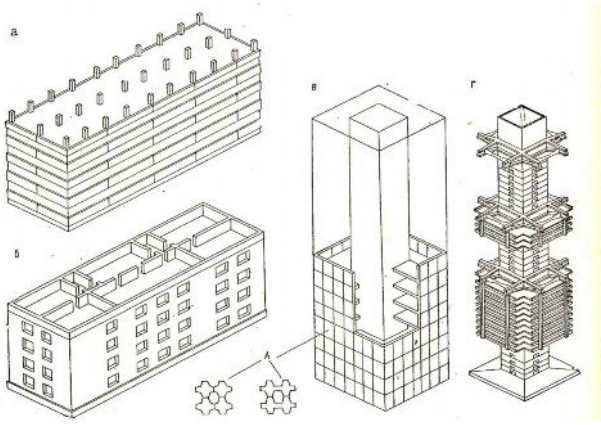


Рис.2.1. Конструктивные схемы гражданских зданий:
а – каркасная, б – бескаркасная; в – оболочковая;
г – ствольная (диафрагма или ядра жесткости)

Основное назначение ствола или так называемая диафрагма жесткости служит для восприятия горизонтальных нагрузок (ветровых). Рациональное размещение диафрагм приведено на рис. 2.2, *а, б.*

Отдельные, разбросанные в плане здания, диафрагмы целесообразно применять в каркасных зданиях высотой не больше 16 этажей. В высотных зданиях плоские диафрагмы объединяют в одну конструкцию, называемую стволом здания (рис. 2.2, *в*). В плане здания ствол представляет ядро жесткости. Стволы позволяют снижать расход стали до 15 %, цемента – до 10 % и стоимость конструкции – до 10 %.

В отличие от пилонов и стволов зданий изгибная жесткость колонн является незначительной, поэтому колоннам целесообразно передать лишь вертикальные нагрузки от перекрытий и навесных стен. В таких каркасах ригели присоединяются к колоннам шарнирно либо с частичным защемлением. Горизонтальные нагрузки передают диафрагмам жесткости, которые представляют собой комплексные конструкции, включающие колонны каркаса и установленные между ними стеновые панели (рис. 2.3).

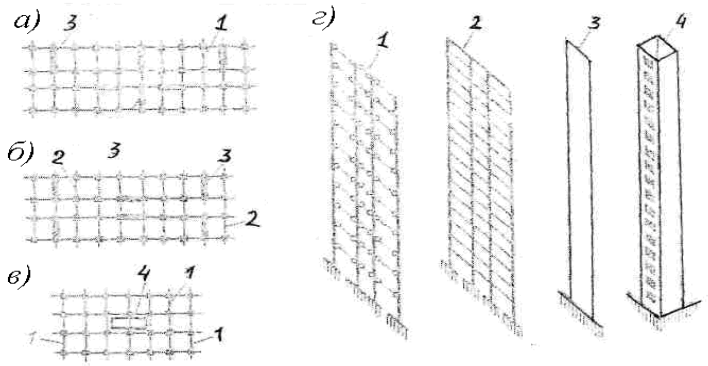


Рис. 2.2. Рациональное размещение вертикальных элементов жесткости в плане многоэтажных зданий (*а, б, в*) и вертикальные несущие конструкции каркаса;
1 – рама с шарнирным креплениемригелей: 2 – рама с жесткими узлами; 3 – пилон; 4 – ствол

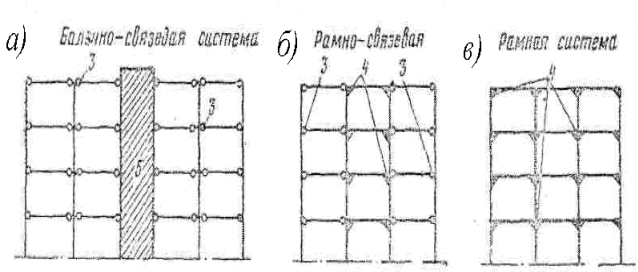


Рис. 2.3. Расчетные схемы многоэтажных зданий

Рамная система – каркасного остова представляет собой систему колонн и дисков перекрытий жестко соединенных в узлах (рис. 2.3, в).

Связевая система (рис. 2.3, *а*) отличается от рамной тем, что в ней конструктивные узлы могут иметь неподвижное жесткое и подвижное решения, причем все горизонтальные усилия полностью передаются на систему дополнительных связей жесткости.

Рамно-связевая система (рис. 2.3, *б*) состоит из ряда плоских рам, расположенных в вертикальных плоскостях всех

поперечных осей. Рамы обеспечивают поперечную жесткость и устойчивость здания, но ограничивают, свободу планировки этажей. Продольная жесткость достигается введением на некоторых участках вертикальных стенок жесткости.

В некоторых случаях, например при больших нагрузках на перекрытиях, применяют рамы с жесткими узлами. В данном случае система каркаса в поперечном направлении здания является рамно-связевой, так как совместно работают рамы и вертикальные диафрагмы жесткости. В продольном направлении здания каркас работает по связевой системе.

В зданиях высотой до 4 и 5 этажей рамный каркас можно применять без вертикальных диафрагм жесткости.

Здания без объемных элементов. Дома из объемных элементов (объемных блоков) возводят, используя коробчатые блоки-комнаты или их группы, изготовленные на домостроительном комбинате с полной отделкой и санитарно-техническим оборудованием. Применяют как сборные объемные блоки (из отдельных элементов), так и монолитные цельноформованные блоки типа «лежащий стакан» или «колпак», «труба», приведенные на рис. 2.4. Подобные объемные блоки имеют длину до 660 см, ширину не более 360 см (без балкона), масса блока вместе с монтажной траверсой составляет до 20…25 т. Сборные объемные блоки выполняют из панелей кассетного или вибропрокатного производства.

Стены блоков, формирующие наружную стену дома, обычно выполняют многослойными (например, из плотного бетона, утеплителя, наружного защитно-отделочного слоя и внутреннего отделочного слоя), а также сплошными или пустотелыми из однородных материалов; внутренние стены и перекрытия обычно делают однослойными. Блоки соединяют путем сварки закладных деталей. Герметизация стыков обеспечивает бетонированием и прокладкой резиновых трубок и жгута из пороизола.

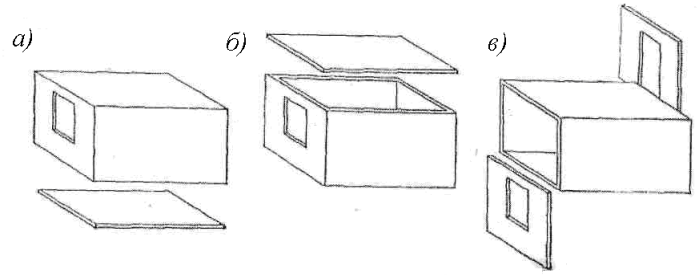


Рис. 2.4. Конструктивно-технологические
схемы объемных блоков:
а – колпак; б – стакан; в – труба

Как показал российский опыт массового строительства применение одно и двухкомнатных блоков конструкции типа «колпак» или «стакан» значительно снижает трудоемкость и сроки строительства, повышает степень сборности зданий, значительно улучшает, качество строительства. Применения объемных блоков особенно рационально при малой удаленности объекта от места изготовления и наличии соответствующих механизмов для монтажа.

2.2. Несущий остов тонкостенных и гибких сооружений

К тонкостенным пространственным конструкциям относятся оболочки, складки и шатры. общественных зданий.

Современные пространственные покрытия бесконечно разнообразны по формам и размерам и наилучшим образом отвечают высоким требованием современной архитектуры больше пролетных **Оболочки** бывают одинарной и двоякой кривизны. К первым принадлежат оболочки, представляющие собой цилиндрическую или коническую поверхность. Оболочки двоякой кривизны могут быть оболочками вращения с криволинейной образующей (купол, гиперболический параболоид, эллипсоид вращения, поверхность тора и т. д.) или оболочками переноса с постоянной кривизной в вертикальных пересекающихся или соприкасающихся между собой поверхностях. По структуре оболочки могут быть гладкими, выполненными из монолитного железобетона на жесткой или

пневматической опалубке, ребристыми, сетчатыми и волнистыми (гофрированными), которые в основном изготавливаются из сборного железобетона (рис. 2.5).

Цилиндрические оболочки имеют круговое или параболическое очертание и опираются на торцевые диафрагмы жесткости, которые могут быть выполнены как стены, фермы, арки или рамы. В зависимости от длины оболочек их делят на короткие, у которых пролет по продольной оси L не более чем полторы длины волны l (где под длиной волны подразумевают пролет в поперечном сечении), и на длинные, у которых $L \geq 1{,}5l$. Последнем случае внутри пролета L устанавливают дополнительные диафрагмы жесткости. По продольным краям оболочек предусматриваются бортовые элементы, где размещается продольная арматура, позволяющая оболочкам работать вдоль продольного L подобно балке.

Купольные оболочки представляют собой поверхность вращения вокруг вертикальной оси некоторой геометрической кривой (кругового сегмента, параболы и т. д.). В большинстве купольные оболочки представляют собой часть поверхности шара, опирающегося по всему периметру или на отдельные точки, расположенные по контуру (рис. 2.5 в). Купольная оболочка наиболее простата и экономична по расходу материала.

Висячими покрытиями перекрывают огромные пролеты от 30 до 200 м и более при наиболее экономичном расходовании конструктивных материалов. Расход стали на висячие покрытия пролетом 60–80 м и составляет 10–20 кг/м^2, тогда как применения стальных ферм или рам для перекрытия такого пролета требует расходы металла 80–150 кг/м^2 (рис. 2.6, 2.7). К этому в висячих покрытиях надо прибавить расход железобетона на опорный контур, составляющий обычно 0,04–0,08м^3 на 1 м^2 перекрытой площади. При дальнейшем увеличение пролетов экономическое преимущество висячих покрытий становится еще более значительным. Объясняется это тем, что металл в несущих пролетных конструкциях работает на чистое растяжение, т. е. наиболее выгодно, в то время как элементы опорного контура воспринимают в основном сжатие, а

поэтому в них весьма рационально используются бетон и железобетон.

Все висячие покрытия – распорные конструкции, причем распор тем больше, чем отношение стрелы провисания f к пролету L меньше. Обычно относительное провисание висячих покрытий f/L принимается в границах от 1/10 до 1/20.

Распор от висячих конструкций передается либо на опорный контур, который им воспринимается, либо в грунт через стойки и оттяжки, заанкеренные в землю или заделанные в массивные части здания.

Мембранные покрытия отличаются от тентовых тем, что изготавливаются в основном из металлического листа, натянутого на жесткий опорный контур (рис. 2.8). Такие покрытия могут перекрывать пролеты больших размеров.

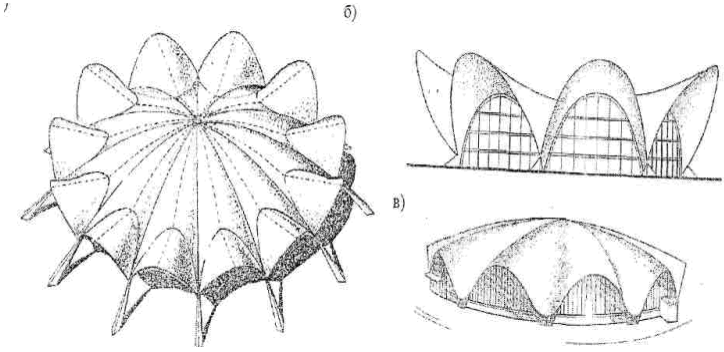


Рис. 2.8. Тонкостенные пространственные конструкции:
а – купол из стеклопластика в виде секторов гиперболических поверхностей; б – покрытия из железобетонных гипаров; в – 13-тилепестовый волнистый железобетонный купол рынка в Руайяне (Франция)

Тентовые покрытия работают по принципу однопоясных предварительно напряженных сеток и отличаются от них тем, что предварительно натянутая ткань или пленка представляет собой одновременно несущие ограждающую конструкцию.

Для подачи воздуха под оболочку используются вентиляторы низкого давления, но высокой

производительности. Обычно они действуют непрерывно и поэтому к воздухонепроницаемости самой оболочки и герметичности ее соединений с основанием или входными устройствами высокие требования не предъявляются.

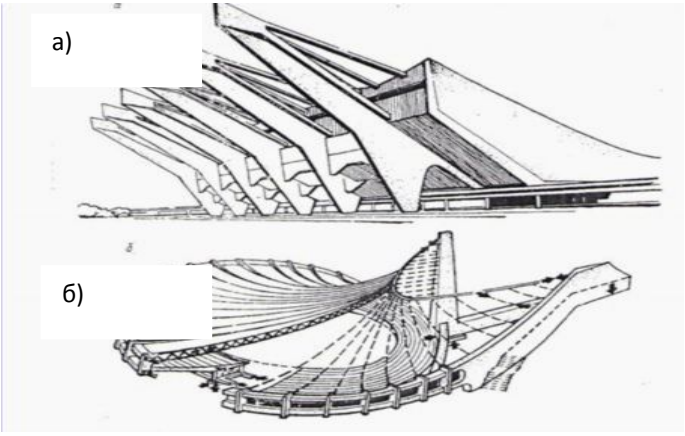


Рис. 2.6. Висячие конструкции:
а – параллельные расположений нитей;
б – радиальные расположения нитей

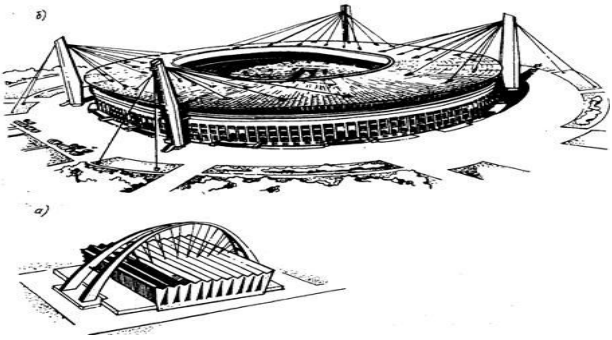


Рис. 2.7. Проекты покрытий с использованием вантовых систем:
а – над трибунами стадиона (Москва);
б – спортзала в г. Бакеу (Румыния)

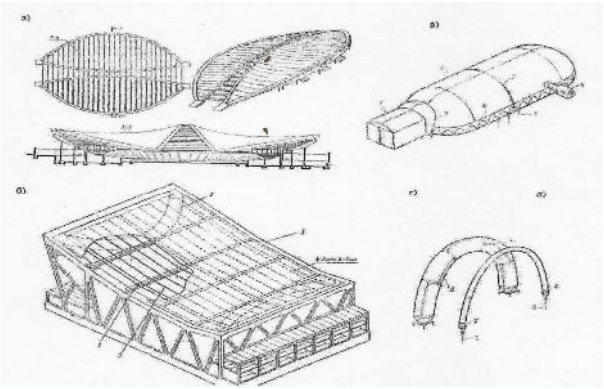


Рис. 2.8. Принципиальные схемы пространственных конструкций:
а – мембранные покрытия в Крылатовском;
б – дворец спорта в Бишкеке;
1 – поперечные стабилизирующие двутавры;
2 – подпор; 3 – железобетонный пояс;
4 – стальной лист толщиной 2мм; 5 – продольные направляющие из швеллеров; в – воздухоопорное здание; г – арка низкого давления;
д – арка высокого давления;1 – шлюз;
2 – оболочка; 3 – монтажный шов (при необходимости);
4 – вентиляторная установка; 5 – анкеровка; 6 – опорный пояс;
7 – переходник; 8 – шитые швы; 9 – стальная опорная корзина

Такая ткань может быть предварительно натянута системой тросов подпоров (рис. 2.8) или последовательным расположением несущих и стабилизирующих тросов. Особое внимание при проектировании тентовых покрытий следует обратить на то, чтобы участки ткани, не раскрепленные тросами, не превышали 4–5 м, и чтобы форма покрытия обеспечивала быстрый и удобный сток воды: задержка стока может привести к образованию водяных мешков и разрыву ткани.

Мягкие оболочки могут воспринимать внешние нагрузки только в состоянии предварительно натяжения. В строительных конструкциях оно может быть создано двумя способами: пневматических, второй тентовых.

Пневматические конструкции. Различают два типа пневматических конструкций: воздухоопорные и воздухонесомые. Существуют также комбинированные конструкции, совмещающие в себе признаки обоих типов.

Воздухоопорная конструкция – это оболочка настолько больших размеров, что образуют целое здание или, по крайней мере, его покрытие. Поддерживается оболочка в состоянии способности противодействия внешним нагрузкам при сравнительно невысоким (200…500 Па) внутренним избыточным давлении воздуха. Оболочка как бы опирается на множество невидимых колонн из сжатого воздуха, что и определило ее название – воздухоопорная (рис. 2.8в).

Сжатый воздух стремится поднять оболочку, оторвать ее от основания, чему препятствуют опорные (анкерные) устройства, которыми могут служить: винтовые сваи (штопора); бетонные блоки, образующие ленточный или прерывистый цоколь; массивные конструкции капитальных строений, перекрываемых воздухоопорной оболочкой.

Эксплуатационной особенностью воздухоопорных зданий является возможность обитания и деятельности человека в подоболочном пространстве. Давление воздуха незначительно (на тысячные доли) превышает атмосферное и никакого воздействия на человека не оказывает.

2.3. Основания и фундаменты

Все горные породы (глины, пески, скалы, и др.) из которых, слагается земная кора, в строительной практике называются грунтами.

Грунты, на которых возводятся сооружения, непосредственно воспринимающие нагрузки, называют основанием сооружения. Грунты, используемые в качестве оснований зданий и сооружений, подразделяются на глинистые, песчаные, крупнообломочные и скальные. Эти грунты в свою очередь подразделяются на следующие виды:

а) глинистые грунты – супеси, суглинки, глины;

б) песчаные грунты – пески гравелистые, крупные, средние, мелкие, пылеватые;

в) крупнообломочные грунты – щебенистые, дресва;

г) скальные грунты – скальные, полускальные.

Глинистые грунты, обладающие в природном состоянии видимыми порами в форме ячеек и вертикальных трубочек, размеры которых значительно превосходят размеры частиц, составляющих скелет грунта, называются макропористыми грунтами. При увлажнении эти грунты теряют связность, быстро намокают и при этом уплотняются, образуя просадки, поэтому их называют **просадочными грунтами**. При проектировании и строительстве на таких грунтах должны выполняться мероприятия по укреплению грунтов основания и по защите их от увлажнения.

Существуют также насыпные грунты – искусственные насыпи, образованные при засыпке оврагов, прудов, берегов рек. Вопрос об использовании насыпных грунтов, в качестве основания для зданий и сооружений рассматривается в каждом отдельном случае в зависимости от характера грунтов и возраста насыпи, а также в зависимости от назначения здания или сооружения.

Грунты всех видов называются **мерзлыми,** если они содержат в своем составе лед, при отрицательной или нулевой температуре, и **вечномерзлыми,** если они в продолжение многих лет не подвергались сезонному оттаиванию.

Основными параметрами механических свойств грунтов являются угол внутреннего трения φ, удельное сцепление C и модуль деформации грунтов E.

Основания сооружений подразделяются на естественные и искусственные. **Естественным основанием** служат грунты, сложенные из рыхлых горных пород (обломочных, песчаных, глинистых), а также скальные породы (изверженные, метаморфические и осадочные), которые в условиях естественного залегания воспринимают нагрузки от сооружений.

При выборе естественного основания необходимо рассмотреть физико-механические свойства грунтов и гидрологические условия строительной площадки, по которым устанавливают глубину заложения, тип и конструкцию фундаментов.

Если грунты основания в пределах сжимаемой толщи слабы, не обладают необходимой несущей способностью или от воздействия нагрузок от здания и сооружения в них могут возникнуть значительные неравномерные осадки, их искусственно укрепляют или применяют фундаменты, передающие нагрузки на нижележащие прочные грунты. Предусматриваются устройства **искусственного основания** двух видов: **грунтовые и свайные**. Слабые грунты, заменяют песчаной или щебеночной подушкой (рис. 2.9) уплотняют укаткой, трамбовкой, вибрированием или закрепляют термической обработкой цементированием, силикатизацией.

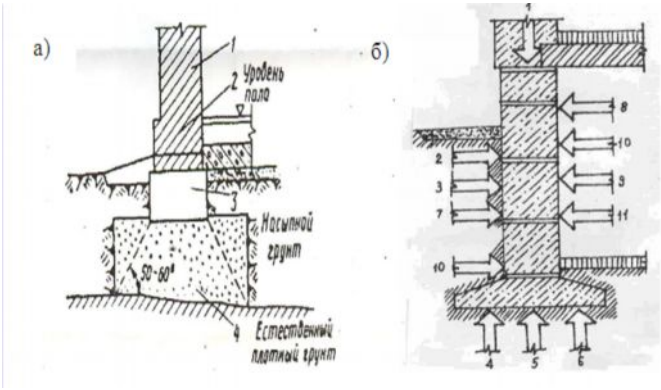


Рис. 2.9:
а – фундамент на песчаной подушке, заменяющей слабый насыпной грунт: 1 – стена; 2 – цоколь; 3 – фундамент; 4 – песчаная подушка; б – нагрузки на ленточные фундаменты: 1 – нагрузка от зданий; 2 – боковое давление от грунта, 3 – сейсмические нагрузки; 4 – силы пучения грунта; 5 – упругий отпор грунта; 6 – вибрации; 7 – влага грунта; Несиловые воздействия: 8 –температура помещения подвала, 9 – влага воздуха подвала; 10 – агрессивные примеси в воде и воздухе; 11 – биологические факторы

Песчаные подушки устраиваются под ленточные и столбовые фундаменты шириной не более 1,5 м.

При наличии грунтовых вод необходимо стремиться, чтобы подошва песчаной подушки была расположена выше

максимального уровня грунтовых вод на 0,5 м. Не допускается устройство песчаных подушек в грунтовых водах, находящихся в движении, что может вызвать вымывание песка из подушки или ее заиливание.

Фундаменты. Фундаментом называется подземная часть здания или сооружения, воспринимающая все нагрузки, как постоянные, так и временные, возникающие в надземных частях и, передающая давление от этих нагрузок на основание. Стоимость фундаментов составляет примерно 10 % стоимости здания, масса – до 20 %, трудоемкость – около 15 %.

Фундаменты должны удовлетворять требованиям прочности, устойчивости, долговечности и экономичности. Необходимая прочность достигается выбором материала и размеров сечений фундаментов, способных воспринять расчетные нагрузки. Устойчивость против опрокидывания или скольжения по основанию обеспечивают формой фундаментов, соответствующей направлению равнодействующей сил по их подошве. Долговечность фундаментов зависит от их сопротивления действию грунтовых вод и морозостойкость. При выборе типа фундамента следует исходить из требований индустриализации, достигаемой применением сборных блоков заводского или полигонного изготовления с максимальным укрупнением их, насколько это позволяет имеющиеся на строительстве подъемно-транспортные механизмы.

Верхняя часть фундамента, на которую опираются стены здания, называется **обрезом,** а нижняя поверхность, непосредственно опирающаяся на основание, – **подошвой** фундамента. По материалу фундаменты разделяют на бетонные, железобетонные и каменные. Наиболее распространены фундаменты из бетона и железобетона. Бутобетонные (каменные) фундаменты устраивают главным образом в малоэтажных зданиях.

Различают фундаменты неглубокого заложения, свайные фундаменты и фундаменты глубокого заложения (опускные колодцы, кессоны).

По конструкции фундаменты бывают ленточными, столбчатыми, сплошными и свайными; по форме профиля – прямоугольными, трапециевидными или ступенчатыми. По

способу возведения фундаменты могут быть сборными или монолитными. Сборные фундаменты выполняют из крупных блоков, столбов или панелей. Монолитные фундаменты устраивают при больших нагрузках, слабых грунтах, для устранения неравномерных осадок зданий (рис. 2.10).

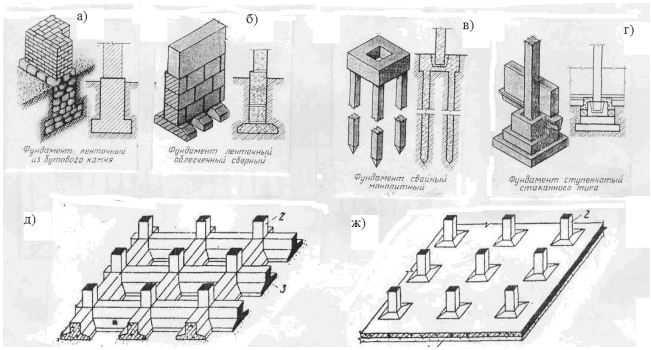


Рис. 2.10. Виды фундаментов:
а – ленточный из бутового камня; б – ленточно-сборный;
в – свайный монолитный; г – отдельно стоящий;
д – перекрестно-ленточный; ж – сплошная фундаментная плита

Сборные фундаменты устраивают из типовых сплошных или пустотелых крупных блоков. Сплошные фундаменты состоят из подушки, выложенной из блоков и фундаментной стены из блоков вперевязку.

Монолитные ленточные фундаменты выполняют из бутобетона, бетона, железобетона, крупнопористого бетона и грунтобетона.

Бутовые фундаменты устраиваются из бута на растворе марки 25–50. Бутовая кладка трудоемка. Применяют бутовые фундаменты, когда имеется местный материал.

Бетонные фундаменты изготовляют из тяжелого бетона класса В7,5 или легкого бетона класса В10. Шлакобетонные фундаменты применяют при маловлажных грунтах.

Бутобетонные фундаменты устраивают из тяжелого бетона класса В10 и выше с добавлением в бетон рваного бутового камня (изюма). Фундаменты в виде блоков из

силикатобетона класса В15 применяют при маловлажных грунтах.

Столбчатые фундаменты устраивают в зданиях, в которых сосредоточенные нагрузки передаются на столбы каркасных стен и пилястры несущих стен, расположенных друг от друга на значительных расстояниях. При устройстве столбчатых фундаментов стены в промежутках между фундаментами опирают на железобетонные балки; а при расстояниях между столбами не более 2 м – на рядовые или арочные перемычки.

Сплошные фундаменты устраивают при значительных нагрузках,
слабых грунтах и сближенных стенах или колоннах.

При строительстве многоэтажных каркасных зданий на слабых или неоднородных грунтах, при больших нагрузках на колонны целесообразно устраивать ленточные железобетонные фундаменты.

Свайными фундаментами называют систему свай, погруженных в грунты, соединенных поверх ростверками.

Свайные фундаменты применяются при строительстве на слабых сжимаемых грунтах, а также в тех случаях, когда достижение естественного основания экономически или технически невыполнимо из-за большой глубины его заложения.

Фундаментные монолитные плиты. В современных условиях, при проектировании ответственных зданий, нагрузки от которых на грунт превышают его несущую способность, устраиваются монолитные железобетонные плиты, площадь которых определяется площадью застройки. В этом случае распределение нагрузки от несущих конструкций здания равномерно распределяется на грунт, а в случае неравномерных просадок грунта под фундаментной плитой происходит перераспределение усилий за счет упругих деформаций в железобетонной конструкции плиты.

Как правило, монолитная железобетонная фундаментная плита опирается на подготовленное или искусственное основание, в т. ч. в виде свайного поля.

По способу передачи вертикальной **нагрузки** от здания или сооружения на грунт различают два вида свайных фундаментов:

сваи-стойки, которые проходят через слабые грунты и опираются на толщу прочного грунта, и **висячие сваи** (или сваи трения), которые не достигают плотного грунта, и удерживаются в слабом грунте за счет его уплотнения и передают нагрузку на грунт трением, возникающим между боковой поверхностью свай и грунтом. По способу погружения в грунт сваи бывают забивные, вдавливаемые, завинчиваемые и буронабивные.

Забивные сваи бывают железобетонные, а также деревянные. Набивные сваи изготовляют непосредственно на строительной площадке в грунте.

Для равномерной передачи нагрузок по сваям укладываются плиты или ленты, называемые ростверками. Ростверки могут быть железобетонными, монолитными, сборно-монолитными и сборными.

Железобетонные сваи по форме разделяются на призматические и цилиндрические с острием и без острия. По виду поперечного сечения сваи бывают сплошные квадратные, квадратные с круглой полостью, круглые или трубчатые (сваи-оболочки).

2.4. Глубина заложения фундаментов

Подошва фундамента заглубляется в грунт на определенную расчетом глубину, которую называют глубиной заложения фундамента.

Как правило, подошва фундамента заглубляется в грунт на такую глубину, где физические и механические свойства грунтов более благоприятные для того, чтобы служить основанием под сооружение. При определении глубины заложения подошвы фундамента необходимо учитывать:

1.Что верхний слой грунта обычно не пригоден для основания фундамента, т. к. состоит из растительной почвы или поврежден атмосферными осадками, морозом, червями или землеройками;

2. На личие в верхней зоне такого грунта, который может и неиметь характеристик, указанных в пункте 1, но по своим механическим свойствам не может служить основанием, т. е. воспринять передаваемое на него давление;

3. Геологическое и гидрогеологическое условия строительной площадки (физико-механические свойства грунтов,уровень грунтовых водиколебание его в период строительства и эксплуатации зданий);

4.Величину и характер нагрузок, действующих на основание;

5. Возможность пучения грунтов при промерзании;

6. Глубину заложения фундаментов примыкающих зданий и сооружений.

Глубина заложения фундаментов под наружные стены и колонны зданий, возводимых на всех грунтах, за исключением скальных, должна быть не менее 0,5 м от поверхности планировки. В условиях, где возможно пучение грунтов при промерзании, глубина заложения фундаментов назначается по расчетам.

Пример. Определение глубины заложения фундамента.

I. Исходные данные:

• наименование района строительства – Астана;

• характеристика грунтов площадки – суглинки;

• уровень грунтовых вод – на глубине 3,0 м от поверхности земли.

II. Определить на основе теплотехнических расчетов глубину заложения фундамента в соответствии с требованиями СНиП 2.02.01-87 («Основания зданий и сооружений»).

Решение. 1. Нормативная глубина промерзания (d_{fn}) определяется по формуле:

$$d_{fn} = d_0 \sqrt{M_t}\ , \qquad (2.1)$$

где M_t – безразмерный коэффициент, численно равный сумме абсолютных значений среднемесячных отрицательных температур за зиму в данном районе, принимаемый по СНиП РК 2.04-01-2004. (Строительная климатология) или по результатам наблюдений гидрометеорологических станций данного района; d_0 – величина, принимаемая равной для:

• суглинков и глин.....0,23 м

• супесей, песков мелких и пылевидных……0,28 м

• песков гравелистых, крупных и средней

крупности..... 0,30 м

• крупнообломочных грунтов.....……0,34 м

Для города Астаны значение M_t = 35 определено в результате подсчета по нижеприведенной табл. 2.1.

Таблица 2.1

Месяц	XI	XII	I	II	III
Среднемесячная температура	–2,20	–7,60	–10,20	–9,66	–4,70

для суглинков d_0 = 0,23 м, $d_{fn} = 0{,}23\sqrt{35}$ =1,36 м.

Кроме того, d_{fn} – приблизительно определяется и по карте мощности мерзлого слоя грунтов по рис. 2.11.

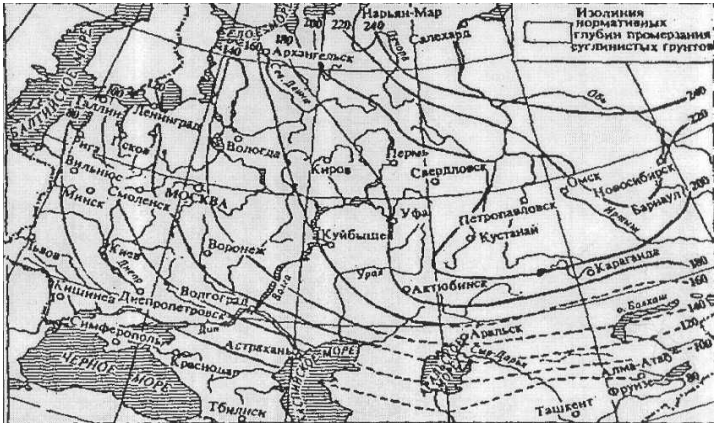


Рис. 2.11. Карта нормативных глубин промерзания суглинистых грунтов

2. Расчетная глубина сезонного промерзания d_f(м) определяется по формуле

$$d_f = K_h \cdot d_{fn}\,, \qquad (2.2)$$

где k_h – коэффициент, учитывающий влияние теплового режима сооружения по табл.3. СНиП 2.02.01-87.

Данный коэффициент учитывает, как среднесуточную температуру воздуха b помещении примыкающем к наружным фундаментам, так и конструктивные особенности цокольного перекрытия. Коэффициент k_h – принимается по табл. 2.2, $k_h = 0{,}6$, тогда $d_f - 0{,}6 \cdot 1{,}36 - 0{,}82$ м.

Таблица 2.2

Коэффициент теплового режима

Конструктивные особенности здания	Коэффициент k_h при расчетной температуре воздуха в помещении			
	5 °С	10 °С	15 °С	20 °С и более
Здания и сооружения без подвалов с полами:				
на грунте	0,8	0,7	0,6	0,5
на лагах по грунту	0,9	0,8	0,7	0,6
по утепленному цокольному перекрытию	1,0	0,9	0,8	0,7
Здания с подвалами или техническим подпольем	0,7	0,6	0,5	0,4

3. Глубина заложения фундаментов под наружные стены отапливаемых зданий должна назначаться в зависимости от отметки уровня грунтовых вод, чтобы не допустить морозного пучения грунтов оснований.

Это условие ограничивается таблицей 2 СНиП 2.02.01-87 . Условия таблицы наглядно представлены на рис. 2.12, отражающая зависимость глубины заложения фундамента от отметки уровня грунтовых вод и характеристики грунтов.

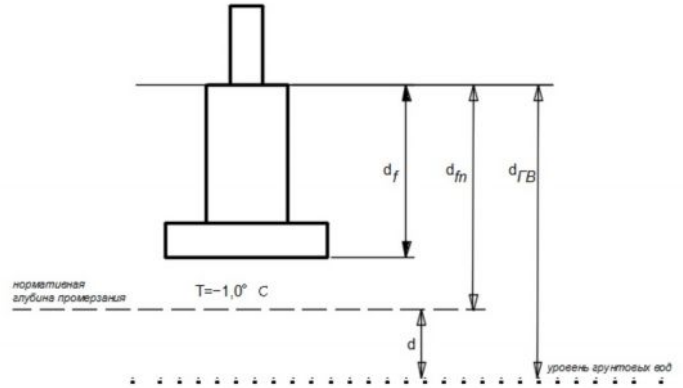


Рис. 2.12. Схематические изобретения расчетных параметров:
d_f – глубина заложения фундаментов; d_{fn} – нормативная глубина сезонного промерзания; $d_{ГВ}$ – уровень грунтовых вод; d – расстояние между глубиной промерзания и уровнем грунтовых вод

Назначение глубины заложения фундамента в зависимости от уровня грунтовых вод.

1 глины, суглинки $d_f > d_{fn}$,

2 пески (мелкие), супеси при $d>2,0$ м, $d_f < d_{fn}$,

3 пески (крупные), гравий скалистый d_f не зависит от d_{fn}.

Глубину заложения фундамента в приведенном примере (при суглинистом основании) следует назначать ниже уровня промерзания (см. расчет пункт 1, где d_{fn} =l,36 м). Поэтому назначаем глубину заложения фундамента равной 1,40 м.

Определение размеров фундамента начинают с определения глубины заложения его подошвы. Глубина заложения подошвы для фундаментов неотапливаемых зданий и сооружений под наружные стены, а также колонн отапливаемых зданий принимается равной не менее глубины промерзания грунта. Глубина заложения внутренних стен и колонн отапливаемых зданий не зависит от глубины промерзания грунта и назначается по конструктивным требованиям.

При выборе глубины заложения подошвы фундамента следует учитывать конструктивные требования: наличие подвала, обеспечения глубины заделки колонны и арматуры

колонны. Глубина заложения подошвы фундаментов должна быть больше толщины почвенного слоя и не менее 0,5 м от поверхности планировки или низа пола. Назначение высоты фундамента, размеров его ступеней и глубины заделки производится в соответствии с требованиями СНиП.

Наиболее рационально выполнять монолитные фундаменты из бетона с применением инвентарной щитовой опалубки. Уширение фундамента к подошве для уменьшения давления на грунт осуществляется уступами шириной 150–250 мм. Высота уступа зависит от материала фундамента: –350–600 мм (бутовый при двух рядах кладки) и 300 мм (бутобетонный).

Эффективность применения того или иного типа фундаментов зависит от объема, стоимости, трудоемкости и расхода материалов (табл. 2.3).

Свайные фундаменты экономичнее ленточных на 32–34 % по стоимости, на 40 % по объему земляных работ. Такая экономия позволяет снизить стоимость здания в целом на 1–1,5 %, затрат – на 2 %, расход бетона – 3–5 %. Однако затраты стали увеличиваться – 1–3 кг на 1 $м^2$ свайные фундаменты дают значительную экономию объемов земляных работ и затрат бетона по сравнению с ленточными.

Таблица 2.3

Сравнительные технико-экономические показатели различных видов фундаментов, %

Фундаменты	Стои-мость	Объем Фунда-мента	Трудо-емкость	Расход стали	Расход цемента
Бутовые	100	100	100	0	100
Бутобетон-ные	68	52	58	100	120
Сборные бетонные блоки	85	52	55	100	150

2.5. Стены

Стены являются основными несущими и ограждающими конструкциями здания. Они должны быть прочными, жесткими и устойчивыми, обладать требуемыми огнестойкостью и долговечностью, быть малотеплопроводными, теплоустойчивыми, достаточно воздухо- и звуконепроницаемыми, а также экономичными.

В основном внешние воздействия на здания воспринимаются кровлями и стенами (рис. 2.13).

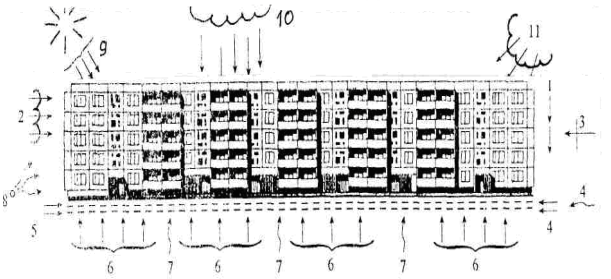


Рис. 2.13. Внешние воздействия на здание:
1 – постоянные и временные вертикальные силовые воздействия; 2 – ветер; 3 – особые силовые воздействия (сейсмические или др.); 4 – вибрации; 5 – боковое давление грунта; 6 – давление грунта (отпор); 7 – грунтовая влага; 8 – шум; 9 – солнечная радиация; 10 – атмосферные осадки; 11 – состояние атмосферы (переменная температура и влажность, наличие химических примесей)

У стены различают три части: нижняя – цоколь, средняя – основное поле, верхняя – антаблемент (карниз).

По характеру восприятия и передачи нагрузок стены (наружные и внутренние) подразделяются на несущие, самонесущие и навесные (при несущем каркасе)(рис. 2.14). Несущие стены должны обеспечивать прочность, жесткость и устойчивость здания от воздействия ветровых нагрузок, а также нагрузок, приходящихся на перекрытия и покрытия, передавая возникающие усилия через фундаменты на основание. Самонесущие стены должны сохранять свою прочность,

жесткость и устойчивость при воздействии нагрузки от ветра, от собственного веса и вышележащей части стены. Навесные стены, предназначенные только для защиты помещений от атмосферных воздействий (холод, шум), конструируют с применением высокоэффективных теплоизоляционных материалов легкими многослойными. Они обычно, передают нагрузку (ветровую) в пределах одной панели и от собственной массы на элементы несущего каркаса здания.

По характеру размещения в здании различают стены наружные, т. е. ограждающие здание, и внутренние – разделяющие помещения.

По виду применяемых материалов стены могут быть деревянными (бревенчатые, брусчатые, каркасно-щитовые и др.), из каменных материалов, бетона, железобетона, а также многослойными (с применением в качестве теплоизолирующего слоя высокоэффективных теплоизолирующих материалов).

Основные части наружных стен – цоколи, проемы, простенки, перемычки, пилястры, контрфорсы, фронтон, карнизы и парапеты (рис. 2.14, *д*). Цоколь – нижняя часть стены, примыкающая к фундаменту. Стены имеют проемы для окон, дверей и ворот. Участки стен между проемами называют простенками, над проемами – перемычками. Венчающий карниз – верхняя выступающая часть стены. Парапет – часть стены, ограждающая крышу в зданиях с внутренним водоотводом.

По конструктивному решению стены могут быть сплошными, или слоистыми.

В каркасных одноэтажных промышленных зданиях, имеющих большие проемы, значительную высоту и длину стен, для обеспечения их устойчивости применяют фахверк, представляющий собой, железобетонный или стальной каркас, который поддерживает стены, а также воспринимают ветровую нагрузку и передает ее на основной каркас здания.

Стены – наиболее дорогостоящие конструкции. Стоимость наружных стен и внутренних составляет до 35 % стоимости здания. Следовательно, эффективность конструктивного решения стен существенно отражается на технико-экономических показателях всего здания.

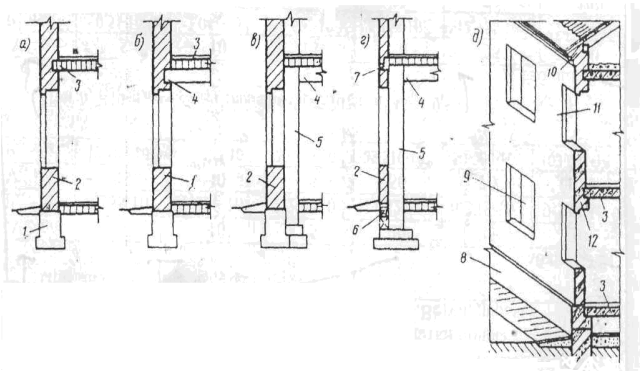


Рис. 2.14. Стены:
а – несущая в бескаркасном здании; б – то же в здании с неполным каркасом; в – самонесущая; г – навесная; д – основные части стен; 1 – фундамент; 2 – стена; 3 – перекрытие; 4 – ригель; 5 – колонна; 6 – фундаментная балка; 7 – обвязочная балка; 8 – цоколь; 9 – проем; 10 – карниз; 11 – простенок; 12 – перемычка

При выборе и проектировании конструкции стен гражданских зданий необходимо:

- снижать материалоемкость, трудоемкость, сметную стоимость и себестоимость;
- применять наиболее эффективные материалы и стеновые изделия;
- снижать массу стен;
- максимально использовать физико-механические свойства материалов;
- применять местные строительные материалы, а также индустриальные стеновые изделия;
- использовать материалы с высокими строительными и эксплуатационными качествами, обеспечивающими долговечность стен.

В теплотехническом отношении ограждающие части зданий должны отвечать следующим требованиям:

- оказывать необходимое сопротивление прохождению через них тепла;
- не иметь на внутренней поверхности температуры, значительно отличающейся от температуры воздуха помещений

с тем, чтобы вблизи ограждений не ощущалось холода, а на поверхности не образовался конденсат;

- обладание достаточной теплоустойчивостью (тепловой инерцией), чтобы колебания наружной и внутренней температуры меньше отражались на колебаниях температуры внутренней поверхности.

- сохранять нормальный влажностный режим, т. к. увлажнение снижает теплозащитные свойства ограждения.

Кирпичные стены. Материалами для кладки служат кирпичи: обыкновенный глиняный, силикатный, пустотелый пластического прессования; пустотелый кирпич полусухого прессования (рис. 2.15). При выполнении стыка из кирпича, толщина их может быть различной в зависимости от климатической зоны. Так, в условиях Алматы толщина стены составляет 510 мм (2 кирпича), а для внутренних несущих стен – 380 мм $\left(I\frac{I}{2}\right)$ и даже 250 мм. Могут применяться керамические пустотелые камни и мелкие бетонные блоки (например, 490 х 340 х 388). Марки кирпича 50-150.

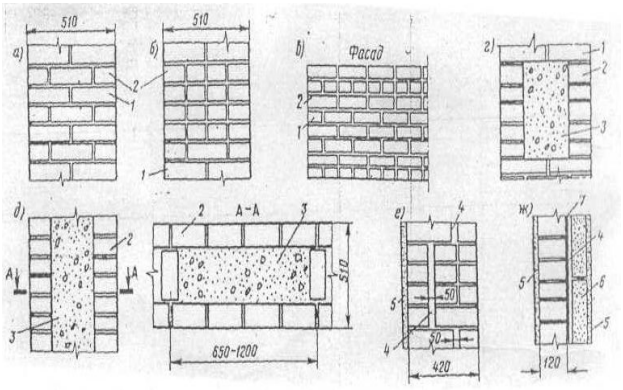


Рис. 2.15. Стены из кирпича и керамических камней:
а – однорядная; б – многорядная; в – системы Л. И. Онищика; г – кирпично-бетонная; д – колодцевая; е – с воздушной прослойкой; ж – с плитным утеплителем; 1 – тычок; 2 – ложок; 3 – легкий бетон; 4 – воздушная прослойка; 5 –штукатурка; 6 – плитный утеплитель; 7 – затирка

Кирпич глиняный обыкновенный изготовляется размерами 250 х 120 х 65 мм (88 мм) имеет объемную массу 1700–1900 кг/м^3.

Эффективный глиняный кирпич выпускают пустотелым и легковесным. Объемная масса пустотелого кирпича 1300–1450 кг/м^3, легковесного 700–1000 кг/м^3 и более.

Силикатный кирпич имеет объемную массу 1800–2000 кг/м^3; размеры 250 х 120 х 65 (88 мм).

Кирпич шлаковый имеет объемную массу 1200–1400 кг/м^3.

Пустотелые керамические камни отличаются от пустотелого кирпича размерами по высоте (138, 188, 298 мм), формой и расположением пустот. Керамические камни пластического прессования с 7 и 18 пустотами имеют размеры 250 х 120 х138 мм, объемную массу 1400 кг/м.

Легкобетонные камни бывают сплошные и пустотелые объемной массой 1100–1600 кг/м^3.

Размеры камней с щелевидными несквозными пустотами 190 х 390 х 188 и 90 х 390 х 188, и трехпустотные – 120 х 250 х 138 мм.

Лучшие теплотехнические показатели имеют камни со щелевидными пустотами.

Лицевой кирпич и камни подразделяют на профильные и рядовые (сплошные и пустотелые).

Плиты керамические фасонные бывают закладные и прислоненные.

Кроме керамических изделий, для облицовки стен могут применяться бетонные и другие безобжиговые плиты и камни. Естественные камни и плиты из: естественного камня применяют для кладки фундаментов и стен, для облицовки (в виде облицовочных плит – пиленых, колотых, тесаных, шлифованных). Из естественного камня делают также полы, подоконники и лестничные ступени. Сплошную кладку из обыкновенного кирпича и тяжелых каменных материалов применяют ограниченно – там, где необходима повышенная прочность, а также в помещениях с повышенной влажностью. В остальных случаях рекомендуется применять облегченные кладки.

Кладка ведется на тяжелых (песчаных) или легких (шлаковых) растворах марок 10; 25-50 и 100.

Сплошная кладка ведется по многорядной (ложковой) или однорядной (цепной) системе перевязки швов, кладка узких простенков (шириной не более 1,0 м) так же, как и кладка кирпичных столбов, ведется по трехрядной системе. Толщина горизонтальных швов принята равный 12 мм, вертикальных 10 мм. Для облегчения и утепления в стене оставляют колодцы, заполненные легким бетоном.

Стены из крупных блоков. Здания из крупных блоков сооружают без каркасов и с каркасами (рис. 2.16). По назначению крупные блоки подразделяются на блоки для наружных и внутренних стен, для стен подвалов и цоколей, и специальные блоки (карнизные, для санузлов и т. д.). Материалом для крупных блоков служат легкие бетоны классом не ниже В5 (шлакобетон, керамзитобетон, ячеистый бетон крупнопористый бетон, бетон на пористых щебнях) объемным весом 1000; 1400 и 1600 кг/м^3.

Бетонные блоки для наружных стен имеют толщину 300; 400 и 500 мм, для внутренних стен 300 мм. Наружная поверхность блоков офактуривается декоративным бетоном или облицовочными плитками, а внутренняя поверхность подготавливается под отделку.

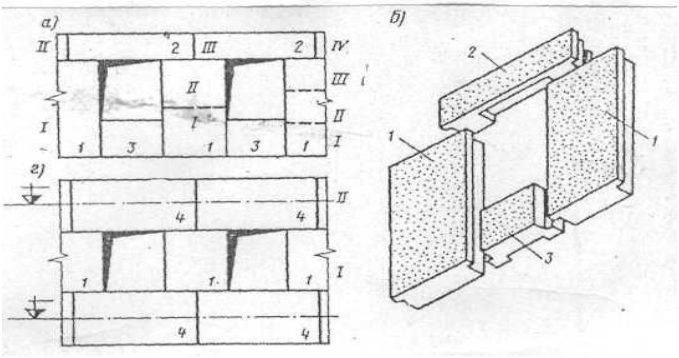


Рис. 2.16. Крупноблочные стены гражданских зданий:
а – двух-, трех- и четырехрядная разрезка наружных несущих стен; б – основные типы стеновых блоков; в – двухрядная разрезка самонесущих стен; I, II, III, IV – ряды блоков; г – схемы расположения блоков в аксонометрии блоки; 1 – простеночный; 2 – перемычечный; 3 – подоконный; 4 – поясной

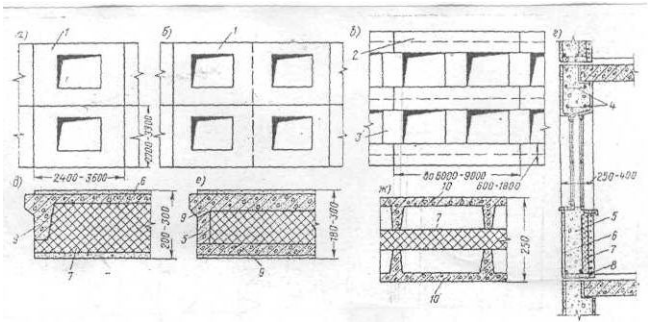


Рис. 2.17. Панельные стены гражданских зданий.
Разрезка наружных стен:
а – однорядная с панелями на комнату; б – то же на две комнаты; в – двухрядная разрезка конструкции панелей; г – однослойная бетонная; д – двухслойная железобетонная; е – то же трехслойная; ж – из прокатных плит; 1 – панель с проемом; 2 – ленточная панель; 3 – простеночная панель; 4 – арматурный каркас; 5 – легкий бетон; 6 – декоративный бетон; 7 – утеплитель; 8 – отопительная панель; 9 – железобетонная плита; 10 – пролетная плита

Стены из крупных панелей. По конструктивному решению панели подразделяются на однослойные и многослойные (рис. 2.17). Однослойные панели изготавливают из легких бетонов объемным весом до 1200 кг/м^3, обладающих требуемой морозостойкостью и теплозащитными качествами.

Многослойные панели (двух- и трехслойные) состоят из несущей оболочки, воспринимающей все нагрузки, и утеплителя. Наружная поверхность панелей может быть офактурена декоративным слоем толщиной 20 мм на белом и цветном цементе, облицована керамическими плитками и др. Внутренняя поверхность панелей должна иметь отделочный слой толщиной 10 мм.

Передача вертикальных усилий в горизонтальных стыках между панелями представляет наиболее сложную задачу крупнопанельного строительства.

В практике нашли применение четыре основных типа соединений (рис. 2.18): платформенный стык, особенностью которого является опирание перекрытий на половину толщины

поперечных стеновых панелей, т. е. ступенчатая передача усилий, при которой усилия с панели на панель передаются через опорные части плит перекрытий;

зубчатый стык, представляющий модификацию стыка платформенного типа обеспечивает более глубокое опирание плит перекрытий, которые наподобие «ласточкиного хвоста» опираются на всю ширину стеновой панели, но усилия с панели на панель передаются не непосредственно, а через опорные части плит перекрытий;

контактный стык с опиранием перекрытий на выносные консоли и непосредственной передачей усилий с панели на панель;

контактно-гнездовой стык с опиранием панелей также по принципу непосредственной передачи усилий с панели на панель, и опиранием перекрытий через консоли или ребра («пальцы»), выступающие из самих плит и укладываемые в специально оставленные в поперечных панелях гнезда.

Платформенный стык применен для всех типов девяти этажных домов, а также в порядке эксперимента – в 17- и 25-тиэтажных зданиях с узким шагом поперечных несущих стен.

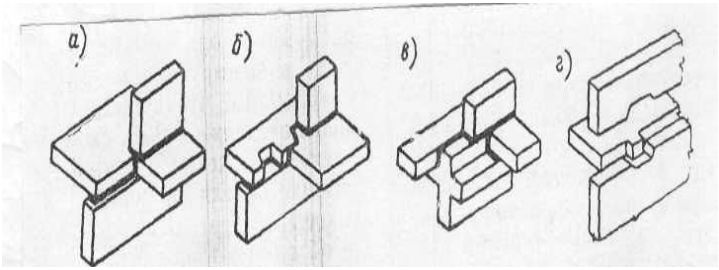


Рис. 2.18. Типы горизонтальных стыков между несущими панелями: *а – платформенный; б – зубчатый; в – контактный на выносных консолях; г – контактно-гнездовой*

2.6. Перегородки

Перегородки – тонкие ненагруженные внутренние стены, устанавливаемые непосредственно на перекрытии и

отделяющие помещения в пределах этажа. Их классифицируют по следующим признакам:

по месторасположению – межкомнатные, межквартирные, для кухонь и сантехнических узлов;

по функции – глухие, с проемами, неполные, т. е. не доходящие до потолка;

по конструкции – сплошные, каркасные, обшитые снаружи листовым материалом;

по способу установки – стационарные и трансформируемые.

Перегородки должны отвечать требованиям индустриальности, прочности, устойчивости, огнестойкости, звукоизоляции и др.

Межквартирные перегородки должны обладать хорошей звукоизоляцией, а перегородки санитарно-технических узлов и кухонь — влагоустойчивостью. Перегородки выполняют из дерева, кирпича, плит (гипсовых, гипсошлакобетонных), сухой штукатурки по деревянному каркасу. Применяют также перегородки из легких бетонов и железобетона. В массовом строительстве используют гипсовые или гипсобетонные плиты размером 800 х 400 мм, толщиной 80 или 100 мм.

В многоэтажных зданиях применяют главным образом перегородки из крупных панелей, в малоэтажных зданиях — из мелкоразмерных плит, кирпича и камней (рис. 2.19). Применение крупнопанельных легкобетонных перегородок снижает трудоемкость работ на 50 %, а стоимость на 40 % по сравнению с перегородками из мелкоразмерных камней.

Перегородки из гипсобетонных панелей изготовляют прокатным, стендовым или кассетным способом из гипсового раствора
с заполнителями из шлака, ракушечника, туфа, а также песка, опилок и других органических материалов. Заполнители обеспечивают звукоизолирующие качества панели.

Гипсобетон применяется с объемной массой 1250–1400 кг/м^3 марки 35. Длина панелей принимается до 6 м, высота – на этаж.

Арматурой панели служат деревянные рейки. Проемы в панелях обвязывают деревянными брусьями.

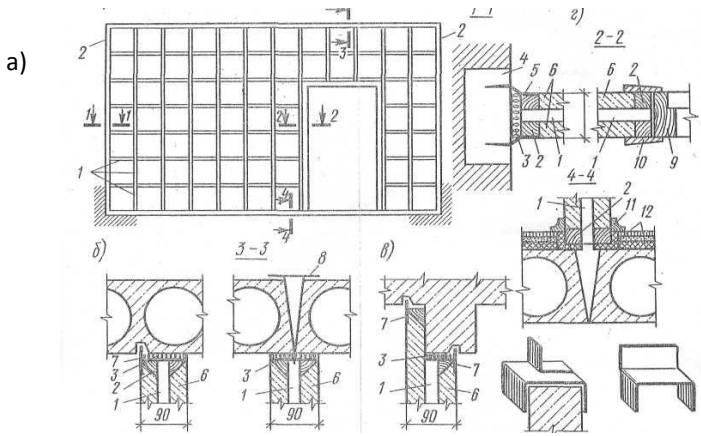


Рис. 2.19. Крупнопанельные перегородки:
а – общий вид; б – примыкание перегородки к гладкому потолку в месте стыка; в – то же, к балке; г – детали крепления; 1 – деревянные рейки, армирующие перегородки; 2 –обвязка перегородки; 3 – просмоленная пакля; 4 – деревянный вкладыш; 5 – закрепы крепления перегородки; 6 – гипсоопилочная перегородка; 7 – металлический штырь крепления; 8 – крепежная проволока; 9 – дверная коробка; 10 – наличники; 11 – галтели; 12 – упругая звукоизоляционная прокладка

Перегородки устраивают однослойными (8 см) или двуслойными с воздушной прослойкой (20 см) для повышения звукоизоляции.

Крупнопанельные перегородки с повышенной звукоизоляцией изготовляют многослойными толщиной 130–155 мм с прокладкой минераловатных матов в строительной бумаге (толщиной 6 см).

Гипсобетонные перегородки можно применять в помещениях с относительной влажностью не более 60 %.

Можно повысить влагостойкость перегородки облицовкой или окраской ее поверхности.

Перегородки во влажных помещениях (санузлы, кухни) рационально выполнять из кирпича (в четверть кирпича) с армированием в швах, из шлакобетонных пустотелых плит, шлакобетонных панелей.

Крепление перегородок к бетонному потолку осуществляется путем устройства анкеров из металла, к стене – с помощью закреп, взбиваемых в деревянные вкладыши; крепление санитарно-технического обслуживания – к специальным блокам – панелям.

Шлакобетонные панели перегородок для помещений с повышенной влажностью изготовляют толщиной 6 и 15 см с проемами или без них. Арматурой служат стальные сетки. Марка шлакобетона 50. Шлакобетонные перегородки можно устраивать в один или два слоя.

Перегородки из плит или щитов гипсоволокнистые или гипсобетонные высотой на этаж (шириной 0,5; 0,6; 0,8 и 1,2 м, толщиной 45 мм) позволяют получать различные варианты планировки помещений. Аналогичные перегородки могут изготовляться из ячеистых бетонов, фибролита, из пустотных плит толщиной 80–100 мм.

Перегородки из мелкоразмерных плит обычно гипсобетонные размерами (800–1200) х (400–600) х (80—100) мм. Сверху и с боков они имеют полукруглые канавки для заполнения гипсовым или гипсоизвестковым раствором. Отделка перегородок производится под окраску или оклейку обоями.

Перегородки из профильного стекла обычно выполняют из элементов коробчатого профиля, высота которых равна высоте перегородки. Элементы размещают между стальными обвязками, стыки заделывают мастикой. Достоинство их – легкость сборки и хорошая светопропускная способность.

Перегородки из штучных камней собирают из полнотелого или эффективного кирпича. Перегородки в 0,5 кирпича высотой 3,0 м и длиной 5,0 м выкладывают без арматуры. При больших размерах перегородки усиливают армированием через 5–6 рядов по высоте. Перегородки в 1/4 кирпича армируют не только горизонтальными, но и вертикальными стержнями.

Связь кирпичных перегородок с перекрытиями и стенами осуществляется выпусками арматуры, гвоздями или ершами.

Кирпичные перегородки могут быть выполнены в виде крупных **виброкирпичных** панелей (рис. 2.20). Для перегородок могут применяться также шлакобетонные камни, перегородочные плиты из тех же материалов, а также

пустотелые керамические камни. В южных районах для перегородок применяют пиленые блоки из естественного камня (туфа и ракушечника).

Деревянные перегородки устраивают в малоэтажных зданиях в районах, где лес является местным материалом. В общественных зданиях для ограждения вспомогательных помещений применяют столярные перегородки из сборных щитов – глухих или остекленных. Столярные щиты фанеруются шпоном или слоистым пластиком. Столярные перегородки могут выполняться каркасными.

Трансформирующиеся перегородки (складчатые – мягкие и жесткие, створчатые, складные, раздвижные, передвижные и подъемные) применяют для временного разделения помещений. Трансформирующиеся перегородки могут иметь различную степень огнестойкости, капитальности и звукоизоляции (рис. 2.20, *г*).

Мягкие перегородки делают из синтетических материалов, жесткие – из многослойной фанеры, пластмассы, древесностружечных плит.

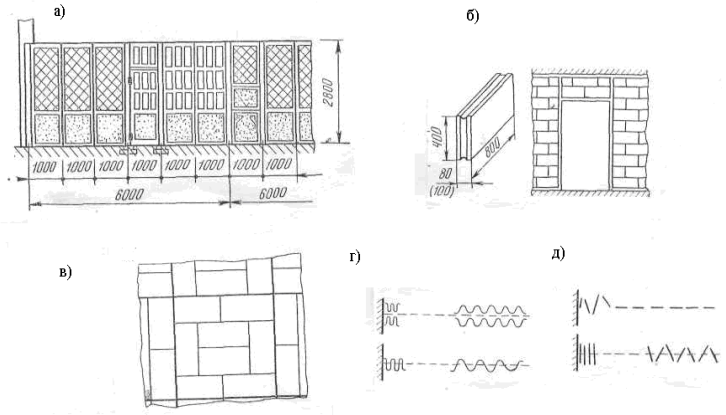


Рис. 2.20. Металлические перегородки:
а – перегородки из мелкоразмерных гипсобетонных (гипсовых) плит;
б – кирпичные перегородки из кирпича на ребро (армированные);
в – трансформирующийся складчатые перегородки;
д – то же створчатые перегородки

2.7. Покрытия и кровля

Кровля предназначена для отвода атмосферных осадков (дождя, снега), а также для защиты нижележащих помещений от резких колебаний наружного воздуха, ветра и солнечных лучей.

В гражданских зданиях устраивают скатные крыши – чердачные и бесчердачные. Слово «крыша» более присуще гражданским зданиям и там, где она выполняет ограждающую функцию. При совмещении ограждающей и несущей функции крыша может называться покрытием.

Формы скатных покрытий зависят от конфигурации и архитектурных особенностей здания. Покрытия бывают односкатные, двускатные, четырехскатные (вальмовые), шатровые, мансардные (рис. 2.21).

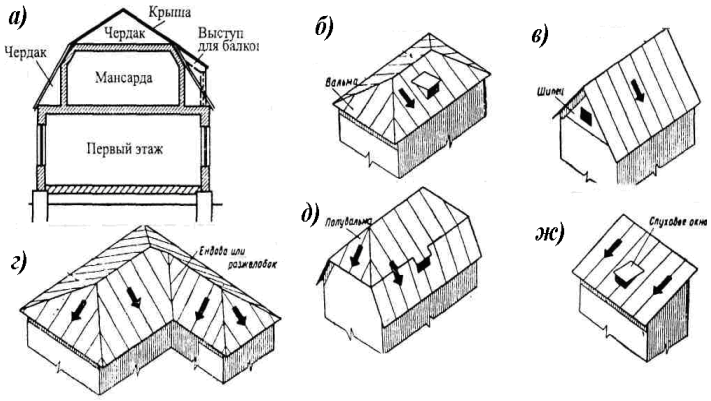


Рис. 2.21. Различные формы крыши:
а – общий вид в разрезе; б – четырехскатная; в – двухскатная; г – шатровая; д – мансардная; ж – односкатная

Покрытием называется совокупность конструктивных элементов, завершающих здание и защищающих его от внешней среды. Наклонные плоскости покрытий, отводящие атмосферную воду, образуют скаты.

Различают следующие виды покрытий:

- по величине уклона: скатные, имеющие уклон более 10°; плоские – уклоном менее 10°;

- по конструктивному решению: чердачные, полупроходные (с высотой чердака 1–1,2 м), с микрочердаком, бесчердачные (совмещенные);

- по условиям эксплуатации: крыши-террасы, предназначенные для размещения на неспортивных площадках, соляриях, садах и т. д.;

- крыши-«ванны», наполняемые водой в летний период и за счет
этого уменьшающие перегрев помещений верхних этажей;

- неэксплуатируемые, устраиваемые в большинстве гражданских зданий.

Покрытия зданий должны отвечать требованиям:

- водонепроницаемости и атмосферостойкости;
- прочности и устойчивости;
- долговечности, огнестойкости;
- индустриальности;
- экономичности.

По конструктивному устройству плоские покрытия бывают: **бесчердачные**, с **полупроходными чердаками и чердачные** (рис. 2.22, 2.23). Последние имеют повышенную стоимость, однако чердак (технический этаж) используется для размещения вентиляционных шахт, инженерных коммуникаций и для наблюдения за состоянием покрытия. Для безопасности эксплуатации на плоских покрытиях устраивают ограждения.

Эксплуатируемые крыши-террасы устраивают, как правило, над бесчердачными крышами с рулонной гидроизоляцией. Пол крыши-террасы имеет горизонтальную поверхность, а кровля – уклон до 25 %. Пол эксплуатируемых крыш служит защитным слоем для гидроизоляции. Его выполняют из каменных или железобетонных (иногда облицованных керамической плиткой) плит, свободно уложенных на железобетонные прокладки, установленные на кровле на асфальтовых маяках или по слою кварцевого песка толщиной не менее 30 мм. Для гидроизоляции крыш-террас применяют наиболее долговечные рулонные материалы (гидроизол и др.), а число слоев изоляции назначают на один большим, чем при

неэксплуатируемых крышах. По поверхности рулонного ковра наносят сплошной двухмиллиметровый слой горячей мастики. Битумные мастики антисептируют гербицидами, препятствующими прорастанию растений из случайно занесенных на крышу семян и спор. Покрытия могут быть утепленными и холодными. Покрытия промышленных зданий устраивают как плоскими, так и скатными с уклоном от 5 до 30 %. Плоские покрытия могут быть охлаждаемыми в летнее время, для этого их заливают водой на 50–100 мм.

Водоотвод совмещенных покрытий может быть:

- неорганизованным – со свободным сбросом воды по свесу кровли.

Применяется в зданиях до трех этажей как наиболее дешевый, однако, он ведет к увлажнению стен, образованию наледей и сосулек на карнизе;

- **наружным организованным** – с уклоном крыши в сторону наружных стен и с системой желобов и водосточных труб;

- **внутренним организованным** – с уклоном крыши в сторону

водоприемных воронок со стояками, отводящими воду в ливневую канализацию.

Выход на совмещенные плоские крыши осуществляется через специальные надстройки, расположенные над лестничными клетками и имеющие маршевые лестницы для подъема и быстрой эвакуации с покрытия.

Асбестоцементные кровли отличаются долговечностью, огнестойкостью, малой массой. Асбестоцементные листы укладывают по обрешетке из брусков сечением 50 х 50 мм и крепят специальными гвоздями или шурупами. Асбестоцементные плитки укладывают внахлест.

Кровли из металла – стальные (листовая и оцинкованная сталь), укладывают по обрешетке (рис. 2.24). Они имеют малую массу, однако требуют большого расхода металла.

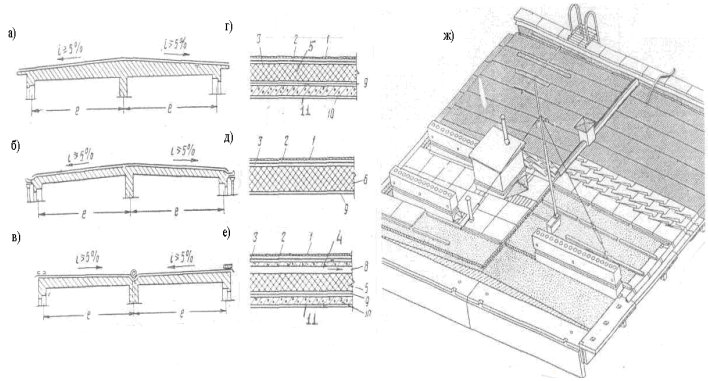


Рис. 2.22. Принципиальные схемы (разрезы и конструкции) бесчердачных крыш:
а – схема бесчердачной крыши со свободным водосбросом; б – схема бесчердачной крыши с организованным наружным водоотводом; в – схема бесчердачной крыши с внутренними водостоками; г, д – конструкции бесчердачных невентилируемых крыш; е – конструкции бесчердачных вентилируемых крыш; ж – общий вид совмещенного покрытия; 1 – защитный слой; 2 – рулонный ковер; 3 – стяжка; 4 – основание; 5 – утеплитель; 6 – несущая совмещенная конструкция; 7 – утеплитель самонесущий; 8 – вентилируемый продух; 9 – пароизоляция; 10 – несущая конструкция; 11 – штукатурка или затирка

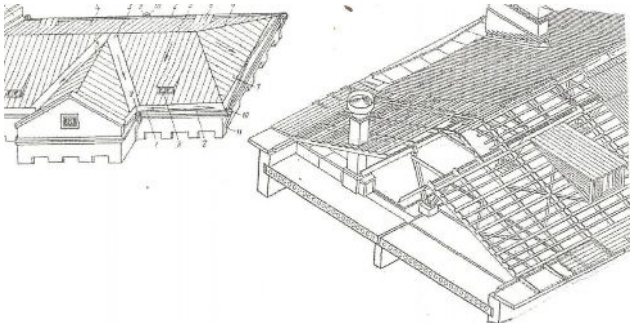


Рис. 2.23. Чердачные крыши:
1 – карнизный свес; 2 – настенный желоб; 3 – ендова или разжелобок; 4 – гребень; 5 – конек; 6 – ребро; 7 – рядовая полоса; 8 – слуховое окно; 9 – лоток; 10 – водоприемная воронка; 11 – водосточная труба; 12 – брандмауэр

Необходимо отметить, что в железобетонных бесчердачных крышах высокая влажность утеплителя приводит к появлению вздутий в рулонных кровлях. Причем интенсивное образование вздутий происходит летом, когда от воздействия солнечного тепла из влажного утеплителя выделяется пар, избыточное давление паровоздушной смеси приводит к местным отрывам кровли от основания. К числу конструктивных мероприятий, предотвращающих образование вздутий, относится приклейка нижнего слоя кровли к основанию в отдельных точках через перфорации рубероида диаметром 20 мм с шагом между их центрами 100 х 100 мм. Такие кровли получили название «дышащих» или с диффузионными прослойками. Образуемая между кровельным ковром и основанием покрытия непроклеенная полость сообщается с наружным воздухом через щели, оставляемые в карнизах, парапетах и др. Основанием для таких кровель служат поверхности железобетонных плит или цементно-песчаных стяжек и затирок, не покрытые огрунтованными битумными составами. Основание должно быть сухим и тщательно очищенным от строительного мусора и пыли.

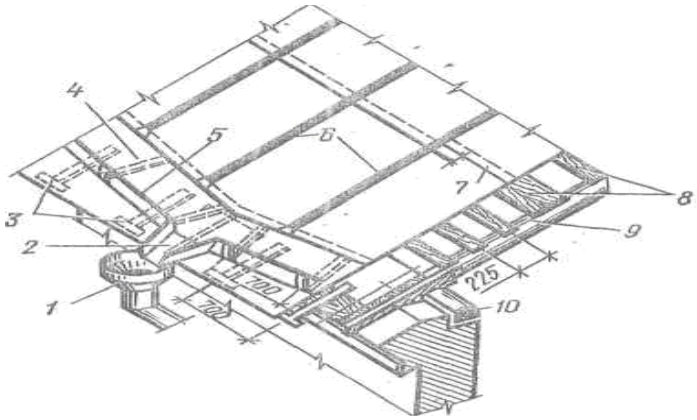


Рис. 2.24. Устройство металлической кровли:
1 – водосточная воронка; 2 – желоб; 3 – костыли; 4 – крюк; 5 – наклонные желоба; 6 – стоячий фальц; 7 – сталь листовая; 8 – обрешетка; 9 – стропильные ноги; 10 – мауэрлат

Стальные профилированные листья *RANNILA* – это оцинкованные стальные листы толщиной 0,5 мм, покрытые с двух сторон химическими окрасочными составами ярких цветов, предохраняющими сталь от механических воздействий. Ширина листов 800–1200 мм, максимальная длина 10 м. Основание – обрешетка из брусков 40 х 100 мм, с шагом 200–300 мм, уклон – от 25° до 40°.

Металлочерепица *WECKMAN* – профилированные листы, изготавливаются из горяче-оцинкованной с обеих сторон листовой стали, на которую с наружной стороны нанесено покрытие пластиком, а с внутренней стороны – грунтовка и защитная окраска. Длина листов равна длине ската крыши, максимальная – 6,5 м, ширина – 1000–1200 мм, толщина листа – 0,5 мм, высота волны – 42, 47, 58 мм. Шаг обрешетки 350–400 мм, уклон – от 20° до 40°.

Традиционные кровли для плоских покрытий – это **рулонные кровельные материалы** – рубероид и пергамин, которые представляют собой строительный картон, пропитанный битумом, и наклеиваются на битумную мастику. На их основе создан наплавляемый рубероид в 2 или 4 слоя рубероида, склеенных битумной мастикой; приклеиваются к поверхности стяжки путем растапливания наплавляемого слоя газовой горелкой (рис. 2.24).

Рулонные кровельные и гидроизоляционные наплавляемые материалы третьего поколения, такие как *изоэласт, «кинепласт», новопласт, рубитэкс* имеют основой стеклоткань, стеклоэласт, стеклоизол, стеклохолст, полиэстер и другие с двусторонним нанесением битумно-минерального вяжущего. Верхний слой может иметь посыпку из вермикулита, цветной гранитной крошки с лицевой стороны и полимерную пленку с обратной стороны, предотвращающую слипание; приклеивается к основанию с помощью газовой горелки. Ширина рулона 800–1000 мм, длина 10–15 м.

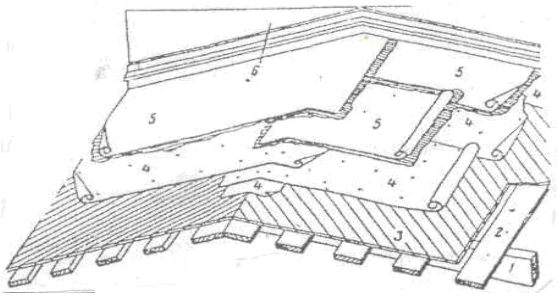


Рис. 2.25. Мягкая рубероидная кровля:
1 – стропильная нога; 2 – обрешетка; 3 – косой дощатый настил; 4 – пергамин на гвоздях; 5 – рубероид на мостике; 6 – борт кровли

Устройство черепичной кровли. Кровли из глиняной и цементной черепицы огнестойки, долговечны, требуют небольшого ухода и ремонта. Уклон черепичной кровли принимают обычно 50 % (желобчатой 20–33 %) Под кровлю устраивают обычно обрешетку 5 х 5 см. Черепицу укладывают горизонтальными рядами, начиная с нижнего, над карнизом. В ряде случаев желоба и свесы устраивают из кровельной стали затем укладывают первый ряд из плоской ленточной черепицы зацепляя ее за обрешетку. После этого укладка производится последовательно ряд за рядом.

Таблица 2.4

Технико-экономические характеристики некоторых типов крыш жилых зданий (на 1 м^2)

Конструкция кровли	Масса кг	Трудоемкость, чел-дн
Деревянные сборные стропила; кровля из волнистых асбестоцементных листов	40	0,17
Железобетонные сборные стропила с деревянной обрешеткой; кровля из волнистых асбестоцементных листов	123	0,15
Ребристые железобетонные сборные панели; кровля рулонная	223	0,21

2.8. Перекрытия

Перекрытиями называются горизонтальные элементы здания, разделяющее внутреннее его пространство на этажи и воспринимающие статические и динамические нагрузки от людей и оборудования. Перекрытия должны быть:

- прочными, т. е. должны безопасно воспринимать соответствующие нормативные нагрузки;
- жесткими, т. е. не должны иметь прогибов выше установленных пределов или вибрации при технологических процессах;
- звуконепроницаемыми, т. е. не передавать производственный или бытовой шум между этажами;
- индустриальными, т. е. не дорогими в производстве;
- экономичными, т. е. должны иметь наименьшую стоимость, трудоемкость, минимальную высоту и массу при расчете на 1 $м^2$ перекрываемой площади.

Перекрытия должны иметь высокую степень сборности, наименьшую трудоемкость, изготовляться с использованием местных материалов и унифицированных заводских изделий.

Типы и конструкции перекрытий

По видам конструкций различают балочные перекрытия, где несущий элемент – балки, на которые укладывают плиты, настилы, накаты и другие элементы перекрытия, и плитные перекрытия, состоящие из несущих плит или настилов, опирающихся на вертикальные несущие опоры здания или на ригеля, прогоны. Также имеются безбалочные перекрытия, состоящие из плит, связанных с вертикальной опорой несущей капителью (рис. 2.26). По назначению различают междуэтажные, чердачные и нижние перекрытия.

По материалу различают перекрытия – железобетонные, каменные, деревянные, по стальным балкам.

Перекрытия из железобетонных настилов (рис. 2.27) применяют нескольких типов: многопустотные настилы – с круглыми, овальными и вертикальными пустотами (вертикальные пустоты имеют круглое поперечное сечение с прямоугольной вставкой), ребристые, с ребрами в двух и одном направлениях и сплошные – одно-, двух- и трехслойные из бетонов различной прочности и объемной массы.

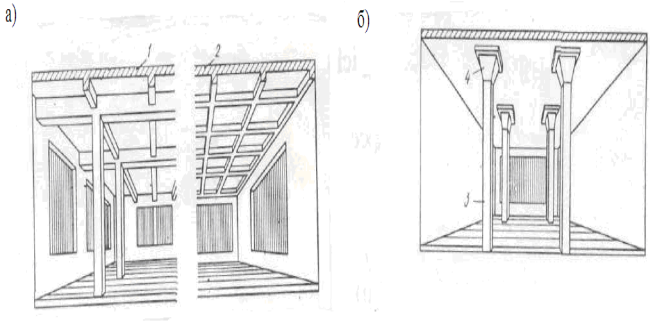


Рис. 2.26. Перекрытия монолитные по балкам
(*а*) и безбалочные перекрытие (*б*):
1 – ребристые; 2 – кессонные; 3 – колонна; 4 – капитель

Настилами называются железобетонные перекрытия, составленные из одинаковых элементов, укладываемых впритык друг к другу, имеющие относительно небольшую ширину и массу.

Перекрытия из железобетонных панелей устраивают с полами многослойной конструкции или применяют раздельные перекрытия с воздушной прослойкой между панелью пола и панелью потолка.

Многопустотные панели с предварительно напрягаемой арматурой изготовляют из цементного или силикатного бетона. Такие панели находят применение наряду с многопустотными настилами.

Сплошные панели устраивают из железобетонных плоских плит толщиной 8–14 см.

Ребристые панели имеют ребра сверху или снизу панелей. Более эффективны панели, имеющие частое расположение ребер в обоих направлениях (вдоль и поперек панели).

Рассмотрим детально различные виды перекрытий.

Перекрытия раздельной конструкции состоят из связанных между собой плит, одна из которых обращена ребрами вниз, другая – вверх. Верхние и нижние плиты малых пролетов имеют одинаковое сечение.

Перекрытия с раздельным потолком повышают звукоизоляционные качества перекрытия и создают гладкий потолок. Раздельные потолки устраивают подвесными или самонесущими, передающими нагрузку на вертикальные несущие элементы.

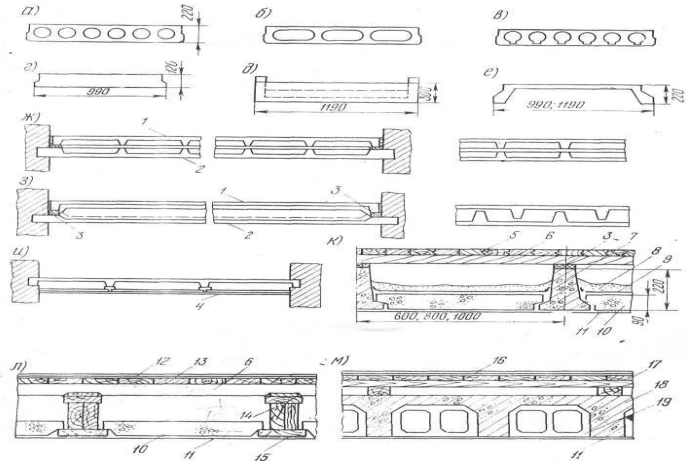


Рис. 2.27. Перекрытия:
железобетонные настилы: *а – с круглыми пустотами; б – с овальными пустотами; в – с вертикальными пустотами; г – плоские; д, е – ребристые; ж – перекрытие раздельной конструкции из часторебристых панелей с ребрами в двух направлениях; з – то же с ребрами в одном направлении; и – панельное перекрытие с подвесным потолком; к – междуэтажное перекрытие по железобетонным балкам; л – то же по деревянным балкам; м – сборно-монолитное перекрытие; 1 – верхняя панель; 2 – нижняя панель; 3 – упругие прокладки; 4 – подвесной потолок; 5 – дощатый пол (толщина 29 мм); 6 – лаги 40 х 70 через 500 мм; 7 – упругая прокладка; 8 – песок; 9 – толь; 10 – плиты наката (гипсобетонные); 11 – затирка; 12 – паркет по бумаге; 13 – настил из досок толщиной 37 мм; 14 – лаги (140/2); 15 – штукатурка; 16 – линолеум на мастике; 17 – черный пол по лагам; 18 – монолитное перекрытие; 19 – бетонный камень*

Подвесные потолки устраивают из каркасных панелей или щитов (деревянных или из другого листового материала). В состав конструкции потолка могут входить звуконепроницаемые и паронепроницаемые прослойки. Для улучшения акустических свойств помещений поверхность подвесных потолков целесообразно устраивать из перфорированных звукопоглощающих плит. Раздельные перекрытия экономичны; их масса составляет всего 200 кг/м^2 при небольшой трудоемкости изготовления.

Перекрытия по железобетонным балкам (рис. 2.27). В гражданских зданиях применяют тавровые балки, которые опираются на несущие продольные и поперечные стены или на прогоны прямоугольного сечения пролетом, равным расстоянию между опорами. Размеры сечения прогонов определяют расчетом.

Расстояние между балками принимают 60, 80 и 100 см.

Промежутки между балками заполняют пустотелыми камнями из легкого бетона или же плитами из легкого или гипсового бетона. Несущие плиты устраивают с арматурой, ненесущие – с деревянным реечным каркасом.

В качестве звукоизоляции перекрытий применяют шлак, шлаковату или прокаленный песок.

Деревянные перекрытия применяют ограничено, преимущественно в малоэтажном строительстве и в лесных районах. Деревянные балки перекрытий могут быть сплошными – из брусьев и составными – из досок. Заполнением между деревянными балками служат деревянные щиты наката, легкобетонные и гипсобетонные плиты.

Монолитные железобетонные перекрытия подразделяются на безбалочные, ребристые и кессонные.

Безбалочные перекрытия представляют собой гладкую железобетонную плиту толщиной 60–100 мм. Арматура расположена в нижней зоне и отогнута вверх на опорах. Пролет плиты принимается обычно 3 м, но допускается его увеличение до 5–6 м.

Безбалочные перекрытия могут выполняться в виде плит, опирающихся в четырех углах на колонны, имеющие верхние уширения – капители.

Ребристые перекрытия состоят из плит, второстепенных и главных балок. Главные балки опираются на стены и колонны, второстепенные балки – на главные. Главные балки могут быть расположены вдоль или поперек здания.

Расстояние между второстепенными балками 4–6 м, между главными балками 6–9 м.

Кессонные перекрытия устраивают при одинаковом расстоянии между колоннами (5–7 м). Кессоны образуются ребрами, расположенными во взаимно перпендикулярных направлениях через 1–2 м. Кессоны, т. е. углубления в потолке, улучшают интерьер помещения.

Сборно-монолитные перекрытия устраивают с использованием вкладышей из легкобетонных керамических пустотелых и других легковесных камней, которые заполняют пространство между ребрами.

Особенности конструкций перекрытий над котельными, подвалами, в санузлах и мокрых помещениях

Конструкция перекрытия, разделяющего жилые помещения от котельной в подвальном этаже, должна удовлетворять требованиям достаточной звуко-, тепло- и газоизоляцией.

Перекрытия, отделяющие отапливаемые помещения от холодных проездов, подвалов и других неотапливаемых помещений, имеют теплоизоляцию. Пароизоляция при этом располагается поверх теплоизоляции.

В конструктивное решение перекрытий в санузлах и в мокрых помещениях бань и прачечных входит гидроизоляция из двух- или трехслойного рубероидного ковра, плавно загибаемого на 100–150 мм на стены. Вместо рубероида возможно использование синтетической пленки. Достаточно простое решение – гидроизоляция из водонепроницаемого жирного цементно-песчаного раствора.

Чердачные перекрытия. Для защиты теплоизоляционного слоя от увлажнения снизу устраивают пароизоляцию из рулонного материала или смазки битумом. Утеплителем в перекрытиях могут служить: керамзит, шлаки, туфы, пемза, искусственные природные вспученные материалы – перлит и вермикулит, минераловатные стекловатные материалы, а также другие материалы, имеющие небольшую объемную массу (100–400 кг/м^2).

Любые конструкции перекрытий воспринимают расчетные вертикальные и горизонтальные нагрузки (рис. 2.28). Соответственно воздействиям конструкции перекрытия должны удовлетворять требованиям прочности и жесткости огнестойкости, звукоизоляции (для межэтажных перекрытий) теплоизоляции (для перекрытий чердачных, над подпольями и проездами) ряду требовании, касающихся гигиенических свойств материала покрытия пола и общим требованиям экономической эффективности. По требованиям жесткости допустимая величина прогиба перекрытий составляет от 1/200 до 1/400 пролета в зависимости от его величины. В соответствии с требованиями

огнестойкости несущую часть перекрытий гражданских зданий выполняют, как правило, из железобетона.

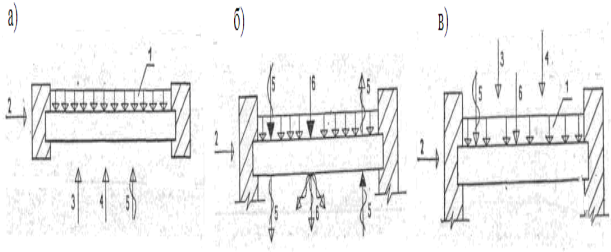


Рис. 2.28. Основные воздействия на конструкции покрытий:
а – чердачные; б – межэтажные; в – цокольные;
1 – вертикальные нагрузки; 2 – горизонтальные силовые воздействия;
3 – тепловой поток; 4 – диффузия водяного пара;
5 – воздушный шум; 6 – ударный шум

Технико-экономическая оценка перекрытия

Стоимость перекрытий в общей стоимости жилого дома составляет 12–18 %, в производственном здании – до 40 %. Рациональная конструкция перекрытия может оказать существенное влияние на снижение стоимости здания в целом.

Перекрытие в случае необходимости должно удовлетворять также и специальным требованиям: водонепроницаемости, газонепроницаемости, противогнилостной устойчивости. Иногда перекрытия участвуют в обеспечении устойчивости многоэтажного здания. При этом сами перекрытия должны обладать необходимой жесткостью и передавать горизонтальные усилия на расположенные в средней части здания устойчивые элементы, например, коробки лестничных клеток, лифтовые шахты и пр.

Для сравнительной оценки вариантов междуэтажных перекрытий применяются показатели стоимости, трудоемкости, приведенной толщины и расхода основных материалов (табл. 2.5).

Таблица 2.5

Сравнение вариантов междуэтажных перекрытий

Конструкция перекрытия	Приведенная толщина в см	Расход материала		
		Сталь в кг	Цемент в кг	Лес в кг
Сборная из многопустотных панелей	11	5,4	35	-
Сборная из сплошных панелей	14	9,4	54	-
Из сборных железобетонных балок с накатом из гипсобетонных плит	-	7	12	-
Деревянные балки с накатом из гипсобетонных плит	-	-	-	0,33

2.9. Полы

Полы должны удовлетворять требованиям прочности, сопротивляемости износу, достаточной эластичности и бесшумности, удобства уборки и т. д.

Стоимость пола в междуэтажных перекрытиях близка к стоимости несущей части перекрытия, но затраты труда на их устройство в 4 раза больше.

Полы устраивают на грунте или по междуэтажным перекрытиям. Основные элементы полов – покрытие (чистый пол), а в полах на грунте – и подстилающий слой (подготовка). В состав полов могут входить также различные виды изоляции, прослойки и стяжки.

Покрытие пола (чистый пол) – верхний слой пола, непосредственно подвергающийся износу и другим эксплуатационным воздействиям. Покрытия полов разделяют по способу устройства на полы из листовых материалов, штучные и сплошные.

Стяжка – слой, служащий для выравнивания поверхности подстилающего слоя или основания, а также для придания покрытию требуемого уклона. Кроме того, стяжку применяют

для устройства жесткой или плотной корки по нежесткому или пористому теплоизоляционному слою. Материалом для стяжки служат бетон, шлакобетон, гипсобетон, цементно-песчаный раствор, асфальт.

Основанием для пола является перекрытие железобетонное или деревянное, или слой грунта (в полах на грунте), воспринимающие все нагрузки, действующие на пол.

Гидроизоляцию устраивают под стяжкой по подстилающему слою, если необходимо защита пола от грунтовых вод, либо под покрытием, если требуется защита конструкции пола и основания от воды, находящейся в помещении.

Тепло- и звукоизоляционные слои устраивают в полах на грунте (из легкобетонных плит, пенобетона, шлака) и по междуэтажным перекрытиям. Материалом для звукоизоляционного слоя в полах по междуэтажным перекрытиям обычно служат упругие плитные и сыпучие прокладки или легкобетонные, пенобетонные плиты. К упругим плитным звукоизоляционным материалам относятся древесноволокнистые, асбестоцементные, минераловатные плиты, к сыпучим звукоизоляционным материалом (засыпкам) – шлак, песок, керамзит и т. п.

Подстилающий слой (подготовка) применяется в полах, устраиваемых на грунте, и служит для распределения нагрузки на основание. Толщина подстилающего слоя зависит от плотности поверхностных слоев грунта и принимается для известково-щебеночного и асфальтобетонного не менее 60 мм, шлакового, гравийного, известково-щебеночного, глинобетонного – 80 мм.

Сплошные полы. К этой группе относят земляные и глинобетонные полы: графитные, шлаковые и щебеночные; бетонные, цементно-песчаные и мозаичные; асфальтобетонные и дегтебетонные, поливинилацетатные и др.

Грунтовые (земляные и глинобетонные) полы устраивают обычно в цехах с высокой температурой, в складских помещениях, где возможно повреждение пола при падении тяжелых изделий. Глинобетонный пол (рис. 2.29, *а*) делают из смеси, содержащей около 70–85 % песка и 15–30 % глины.

Смесь необходимо уплотнять слоями толщиной не более 100 мм. Эти полы являются жаростойкими, полутеплыми, однако они образуют пыль.

Гравийные, шлаковые и щебеночные полы. Гравийные полы выполняют из гравийно-песчаных смесей, а шлаковые из каменно-угольных шлаков (рис. 2.27, *б*).

Деревянные полы устраивают из сосновых, березовых и буковых досок. Шпунтовые доски, преимущественно из хвойных пород древесины, должны иметь влажность около 12 %, толщину 29 мм, а при повышенных нагрузках на пол – 37 мм. Ширину досок принимают от 74 до 24 мм. Доски крепят гвоздями.

Дощатые полы – теплые, упругие, бесшумные, легко ремонтируются. К их недостаткам относят необходимость ремонта для ликвидации трещин и необходимость обновления окраски.

Паркетные полы устраивают из штучной клепки, изготовляемой из хвойных и лиственных пород. Планки имеют длину от 150 до 400 мм и ширину от 30 до 60 мм.

Штучный паркет настилают по дощатому или бетонному основанию с прокладкой строительного картона или бумаги. К бетонному основанию штучный паркет приклеивают водостойкими мастиками.

Паркетные покрытия могут изготавливаться из укрупненных элементов – паркетных щитов. Паркетные полы отличаются от дощатых хорошим внешним видом, простотой эксплуатации, но они сравнительно дороги.

Полы из керамических плиток устраивают в местах, подверженных повышенному истиранию, а также воздействию агрессивных веществ и влаги.

Промышленность выпускает квадратные, прямоугольные, треугольные и шестиугольные плитки разных размеров толщиной 10 и 13 мм. Плитки крепят на цементном растворе; между плитками оставляют зазоры до 2 мм, заполняемые мастикой или жидким стеклом. Возможно применение плиток из бетона, цемента и других материалов.

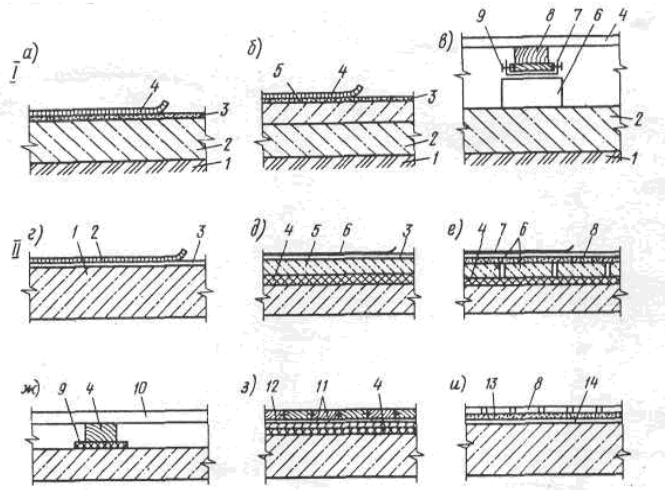


Рис. 2.29. Виды полов:
I – полы по грунту: а – по бетонной подготовке; б – утепленные; в – по лагам на столбиках; 1 – уплотненный грунт; 2 – бетонная подготовка; 3 – стяжка; 4 – покрытие пола; 5 – утепляющий слой; 6 – кирпич; 7 – два слоя рубероида; 8 – лага; 9 –антисептированная подкладка; II – полы по междуэтажным перекрытиям; г – из рулонных двуслойных материалов; д – раздельный пол по панели основания; е – то же, по мелким легкобетонным плитам; ж – дощатый пол; з – слоистый паркетный пол; и – пол санитарных помещений; 1– несущая часть перекрытия; 2 – теплозвукоизоляционный линолеум; 3 – прослойка под покрытие пола; 4 – звукоизоляционная прокладка; 5 – панельное основание пола; 6 – линолеум; 7 – легкобетонные плиты; 8 – стяжка; 9 – лага; 10 – дощатый пол; 11 – твердая и полутвердая древесноволокнистые плиты; 12 – паркет; 13 – метлахская плитка; 14 – рулонная гидроизоляция

Линолеум изготовляют на тканевой основе с применением полимеров, наполнителей, красителей и пластификаторов или без основы. Для полов гражданских промышленных зданий применяют одноцветный и многоцветный поливинилхлоридный линолеум на тканевой основе Длина полотнища 12 м, ширина 1600 мм, толщина 2 мм. Для накаливания линолеума применяют масляно-меловую,

резино-битумную и другие мастики. Выпускается также релинрезиновый линолеум, состоящий из верхнего слоя (резиновой смеси), нижнего (смесь битума, дробленой резины) и наполнителя (асбеста и хлопчатобумажного волокна).

Наряду с рулонными материалами из линолеума в гражданских зданиях применяют листы и мягкие плиты из пластикатов – поливинилхлоридных и кумароновых (асбесто-смоляных) основ.

Полы из линолеума и пластикатов гигиеничны, нескользки, бесшумны, прочны и относительно недороги.

В ряде случаев находят применение ворсовые рулонные полы, изготовляемые на основе синтетических материалов. Они бесшумны, красивы, однако их эксплуатационные качества нуждаются в проверке.

Монолитные пластмассовые полы устраивают в виде покрытия толщиной 2–4 мм в 1–2 слоя жидкой пасты, состоящей из синтетического вяжущего, наполнителей, красителей и воды. Сверху пол покрывают специальным лаком. Такие полы в эксплуатации надежны и сравнительно недороги. Их рекомендуется устраивать в гражданских, иногда в промышленных зданиях.

Ксилолитовые полы устраивают на основе каустического магнезита с водным раствором хлористого магния. В качестве заполнителя применяют древесные опилки, красителем служит сурик или охра. При устройствах холодных и жестких полов в состав добавляют песок и каменную мелочь.

Металлические полы устраивают из стальных или чугунных плит различной формы и размеров. Металлические полы применяют при значительных нагрузках, действии высоких температур и там, где требуется гладкая и прочная поверхность. Плиты – чугунные с гладкой или рифленой поверхностью.

Цементные полы устраивают из цементного раствора 1:2 или 1:3. Толщина пола 20–25 мм. Основание пола обычно делают бетонным. Пол может подвергаться железнению – разглаживанию. Для уменьшения истирания полов применяют мозаичные покрытия из смеси цемента с мраморной крошкой. Увлажняющую мозаичную смесь толщиной 20 мм укладывают по цементной 20-тимиллиметровой стяжке состава 1:3. Затвердевший пол подвергается шлифовке специальными машинами.

Асфальтовые и асфальтобетонные полы. Асфальтовые полы устраивают из горячей смеси битума с пылевидным заполнителем и песком. Асфальтобетонная смесь имеет тот же состав, но добавлением гравия или щебня. Толщина однослойного асфальтового покрытия 25 мм, двухслойного 10 мм, асфальтобетонного 35–40 мм. Как асфальтовые, так и асфальтобетонные покрытия укладывают на подстилающий щебеночный или бетонный слой. Рассматриваемые полы прочны, нескользки, экономичны и водонепроницаемы, но трудоемки в изготовлении и подвержены деформации под нагрузкой.

2.10. Окна и двери

Стоимость окон и дверей составляет 10–12 % от общей стоимости здания, а расход площади окон составляет от 1/8 до 1/10 площади пола в жилых помещениях; в коридорах – в два раза меньше; древесины на них 40–50 %.

Окна. Заполнение оконных проемов состоит из оконных коробок и переплета со стеклами (спаренные или раздельные, глухие или створные) и подоконных досок. В индустриальном строительстве переплеты вместе с коробками собирают в блоки, а для панельных зданий устанавливают в панели стен. Размеры оконных блоков в жилых зданиях составляют 1143, 1343, 1953 и 2153 мм (по наружному размеру коробок) при высоте 1383 мм.

Окна гражданских зданий по теплотехническим требованиям применяют с двойным, одинарным и тройным остеклением.

Размеры окон и их форма определяются архитектурным замыслом. Если применяют стандартные окна, производится подбор их типов. Переплеты могут быть раздельными или спаренными.

Окна подразделяются на одностворчатые и многостворчатые. Переплеты окон выполняют в большинстве случаев из дерева.

Переплеты больших остекленных поверхностей называемых витринами изготавливают с применением металла – стали или алюминия.

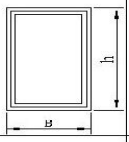
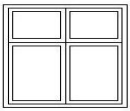
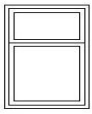
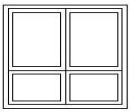
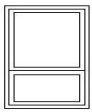
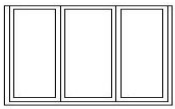
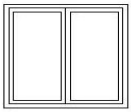
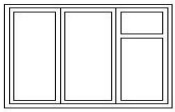
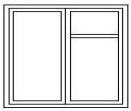
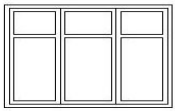
Наряду со створными переплетами применяют переплеты раздвижные, подъемные и вращающиеся на горизонтальной или вертикальной оси. В больших остекленных проемах устраивают

каркас, который состоит из вертикальных и горизонтальных элементов, импостов к средникам.

В зависимости от общей площадки окон подбирают их размер и количество. Размер простенка от окна до перегородки или стены не должен превышать 1,5 м. Высота окон (вместе с коробкой) для жилых помещений принимается 138,5 или 188,5 см; ширина – по ГОСТ 11214 – 65 (табл. 2.6).

Таблица 2.6

Размеры окон по ГОСТ 11214-65

Окно	размеры ,мм		Окно	размеры ,мм	
	в	h		в	h
	750	1585		1520 1220 1020 2120 2020	1885
	1458 1125 1525 1120 1520	1583 1888 1885		1520 1120 1920 2120 2520	1885
	1120 1330	1880		1910 2110	1315
	1120 1320 1520	1385		1953 2153	1383
	1143 1343 1543	1383		2520	1888

В деревянных оконных блоках оконные коробки изготовляют из толстых досок или деревянных брусьев (рис. 2.30). Щели между коробкой и стеной конопатят войлоком; притолоки проема штукатурят.

Металлические оконные блоки, выполняемые из проката алюминия методом прессования, применяют в оконных проемах и витринах гражданских зданий. Переплеты утепляют термовкладышами; в притворах прокладывают профили из атмосферостойкой резины с целью предохранения от продувания. Возможно использование остекления двух видов: обычным листовым стеклом (раздельные переплеты) и стеклопакетами (спаренные переплеты).

В общественных зданиях рационально заполнение оконных проемов из стеклоблоков, имеющих хорошие эксплуатационные качества.

Прогрессивной конструкцией являются окна со стекплопакетами (два-три стекла, склеенные по контуру) в одинарный переплет с прокладками из пластмассы по контуру и закрепляемые штапиками (деревянными рейками).

Раздельные переплеты размещают на расстоянии 0,12...0,15 м с воздушной прослойкой между ними, выполняющей функции теплоизоляции. В спаренных переплетах, объединяемых винтами, предусматривают герметизирующую прокладку.

Витрины и витражи проектируют в виде светопрозрачных ограждений общественных зданий. *Витрины* – светопрозрачные ограждения первого этажа торговых зданий и встроенных помещений для экспозиции товаров. *Витражи* – участки светопрозрачного ограждения высотой в один или несколько этажей; применяются в зданиях выставочных павильонов, спортзалах, универмагах и др.

Конструкция витража состоит из несущего каркаса и переплетов с крупномерным стеклом (до 3,5 х 4,5 м) толщиной 8 мм. Витрины и витражи проектируют проходными с расстоянием между стеклами от 450 мм до 1,2 м и непроходными, размещаемыми в толще наружных стен с расстоянием между наружным и внутренним остеклением до 350 мм. Для размещения наружного ряда остекления проходных витрин предусматривают консольные горизонтальные выносы из плоскости цоколя и наружной стены.

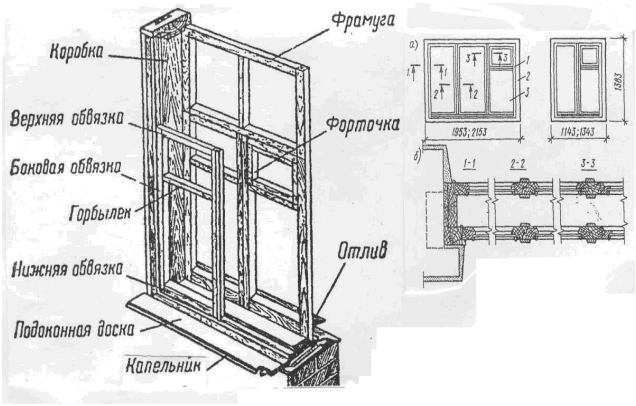


Рис. 2.30. Элементы окон:
а – общий вид оконного блока; б – фасад двух- и трехстворчатого окна;
в – разрез оконной коробки с двойным остеклением;
1 – переплет; 2 – оконная коробка; 3 – стекло

Двери. Дверные блоки жилых и общественных зданий одно- и двупольные, состоящие из полотен, навешенных на петли в дверных коробках, изготовляют на заводе. По назначению двери подразделяют на наружные входные и внутренние. Входные двери проектируют для жилых зданий преимущественно деревянными, остекленными, одно- и двупольными (рис. 2.31). Типы дверных полотен распространены щитовые, обвязочные и решетчатой конструкции.

Двери устраивают распашными, раздвижными, складчатыми, вращающимися подъемными (двери-шторы). Полотна делают щитовыми, филенчатыми и плотничными. Дверное полотно навешивают на коробку, которая укреплена в дверном проеме. При устройстве входных дверей из нескольких створок между ними устанавливают вертикальные импосты.

В общественных зданиях применяют деревянные входные двери, а также стеклянные двери с металлической обвязкой по периметру или без обвязки с закаленным стеклом толщиной 8...12 мм в виде полотна двери. Двери внутренние деревянные для жилых и общественных зданий массового строительства проектируют с глухими полотнами с притвором в четверть; с остекленными полотнами, с притвором в четверть, с остекленными качающимися полотнами (рис. 2.31).

Размеры дверей: по высоте – 2 м, ширина дверных полотен однопольных и полуторных входных в квартиры и блоки помещения общественного назначения – 90 и 110 см, двупольных – 140 см; межкомнатных – 80 см, ванных – 70 см, уборных – 60 см.

При размещении оконных и дверных проемов учитывается удобство размещения мебели. Размеры дверей и их условные обозначения даны в табл. 2.7 и 2.8.

Двери применяют щитовые и филенчатые. Щитовые двери широко распространены в массовом строительстве, выполняются из брусков, складываются фанерным шпоном или пластиком. Филенчатые двери включают обвязку, средники и филенки (одно- и двухслойные). Дверные полотна устанавливаются в коробки дверей в четверть дверных проемов ограждающих стен.

Расположение дверей в здании, размеры их и характер облицовки определяются условиями эвакуации людей из здании.

Таблица 2.7
Двери деревянные для жилых и общественных зданий по ГОСТ 6629-64

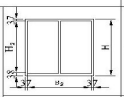
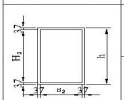
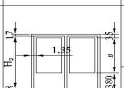
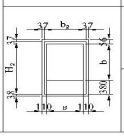
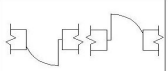
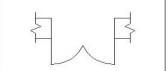
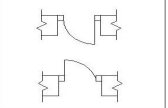
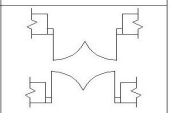
Эскиз		размеры ,мм		размеры ,мм	
		H_2	a_2	h	b
Глухие с приворы в четверть		2300	1802 1402		
		2300	700 900 1100		
		2300	600 800 900 1100		
Застекленные с приворы в четверть		2300	1802 1402	1365	
		2000	1802	1455	
		2300	700 900 1100	1355	480 680 980
		2000	600 700 800 900	1455	588 480 580 580

Таблица 2.8
Условные обозначения дверей

Наименование	в плане
Дверь без четвертей створная однополь - ная правая	
Дверь без четвертей створная двуп ольная	
Дверь с четвертями створная однопольная правая	
Дверь с четвертей створная двуп ольная	

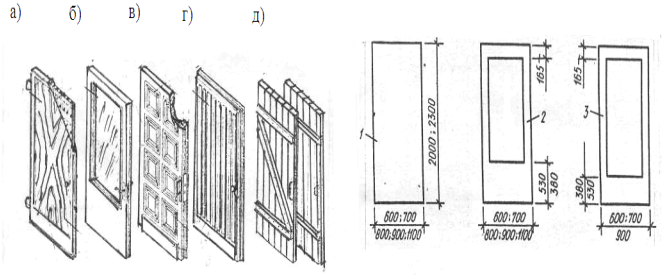


Рис. 2.31. Полотна деревянных дверей:
а – щитовое глухое; б – остекленное; в – филенчатое; г – филенчатое повышенной звукоизоляции; д – плотничные двери на планках и шпонках; 1 – глухие; 2 – остекленные; 3 – с качающимися полотнами

2.11. Конструкции балконов, эркеров и лоджий

Балконы, эркеры, лоджии, входы и веранды существенно влияют на формирование художественного облика здания. Являясь элементами зданий, они значительно обогащают пластику фасадов, делают фасады более выразительными, рельефными. Балконы, лоджии, эркеры создают теневую защиту помещений в жаркие солнечные дни, связывают здание с окружающей природой и значительно повышают степень благоустройства жилых домов, гостиниц, детских учреждений и санаториев. Рациональность применения балконов, эркеров и лоджий зависит от климатических условий района строительства, а также от конструктивных особенностей здания. Так, лоджии зданий, расположенные в средней полосе и северных районах, в отличие от балконов, защищают жильцов, пользующихся ими, от ветра и дождя, а в южных районах они являются необходимым элементом зданий, где лоджии и балконы защищают помещения от избыточной инсоляции.

Балконом называется открытая сверху площадка, с ограждениями, вынесенная из плоскости наружных стен здания. Состав основных элементов балкона: несущая плита, конструкция пола, ограждение. Балконы имеют различную форму и размеры в плане. В жилых домах устраивают одиночные балконы

прямоугольной, трапециевидной, треугольной, волнообразной, пилообразной, полукруглой и другой формы для отдельных комнат и общие балконы для смежных квартир, разделяемые поперечными щитками или барьерами на отдельные части, эксплуатируемые раздельно. В гостиницах, домах отдыха, санаториях, больницах устраивают ленточные балконы, разделенные в необходимых случаях поперечными щитками или барьерами на отдельные участки. Вынос консоли балкона обычно равен 0,8 м; ширина балкона, опертого на стойки, принимается до 1,5 м.

В зданиях с несущими наружными каменными стенами балконы, устраивают в виде консольной железобетонной плиты, надежно защемленной вышележащей стеной (рис. 2.32, *а*), в виде плиты, уложенной на железобетонные консоли (рис. 2.32, *б*) или кронштейны.

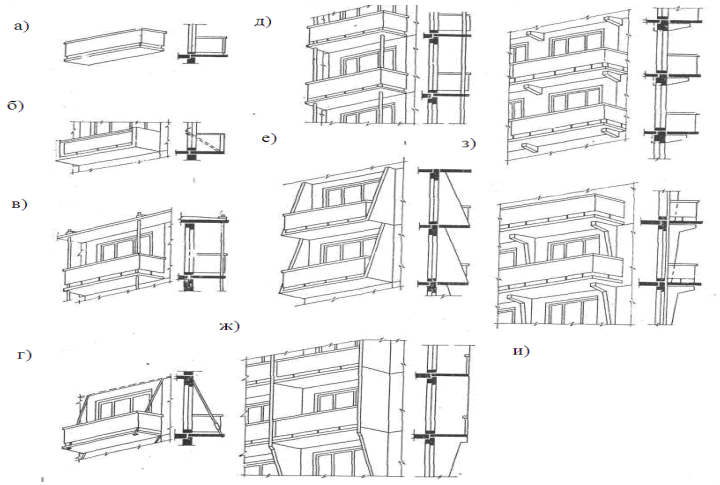


Рис. 2.32. Примеры конструктивных решений балконов:
а – с консольной балконной плитой; б – с подвеской к внутренней поперечной стене; в – с подвеской к карнизной плите; г – то же, к панели перекрытия; д – с опиранием плиты на стойки; е – из навесных объемных элементов; ж – с опиранием плиты на стенки; и – то же, на консольные балки

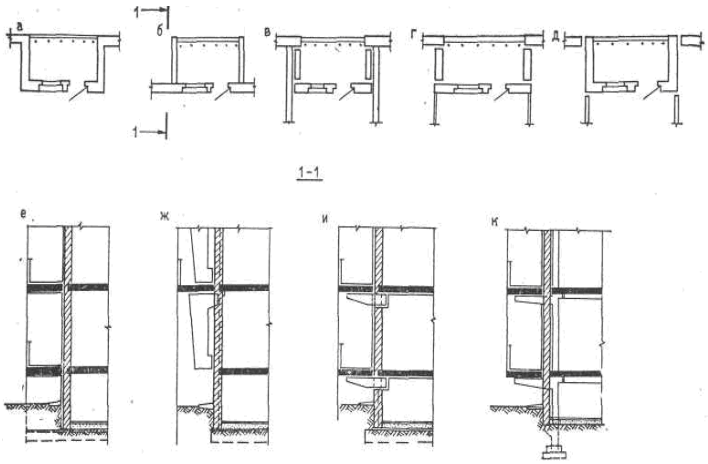


Рис. 2.33. Лоджии:
а – встроенная; б – выносная; в – конструкция встроенной лоджии в панельном здании с поперечными несущими стенами; г – то же, с продольными; д – с использованием объемного блока; е – конструкция выносной лоджии на навесных поперечных стенах; ж – то же, несущих стенах; и – на консольных балках; к – на консолях колонн

Лоджия, в противоположность эркеру, врезается в объем здания («западающая» лоджия), занимая ту часть площади и объема, которая могла бы входить в состав отапливаемых помещений (рис. 2.33, *б, е*). В панельных и каркасных зданиях получили применение лоджии-балконы (выносные лоджии), представляющие собой балконы, ограниченные с боков сплошными несущими или навесными стенками («щеки»), а сверху – плитой следующего балкона или покрытием (рис. 2.33, *а, е, д*).

Лоджии имеют ширину не менее 1,2 м и далее с градацией через 300 мм. Плиты перекрытий лоджий переменной толщины – 140–160 мм, что обеспечивает необходимый уклон для стока воды. Плиты имеют вырезы и отверстия, обеспечивающие их примыкания в различных архитектурно-планировочных ситуациях (рис. 2.33).

Пол в лоджиях, так же как на балконах, выполняют из плиток, уложенных на цементном растворе по слою гидроизоляции с уклоном наружу 1–2 % (рис. 2.34).

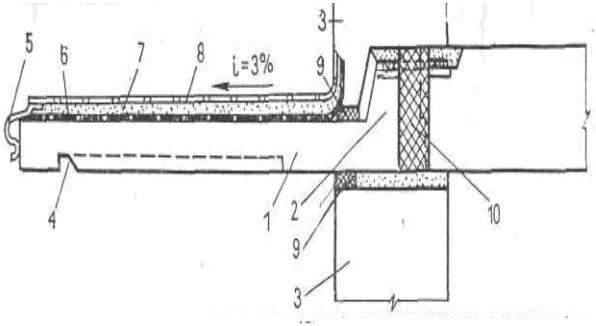


Рис. 2.34. Гидроизоляция плиты балкона (или лоджии) и ее сопряжения с наружной стеной:
1 – плита балкона; 2 – ее гребень; 3 – панель наружной стены; 4 – слезник; 5 – металлический слив; 6 – гидроизоляционный слой (рулонный или мастичный); 7 – цементный раствор; 8 – метлахские плитки; 9 – герметик по упругой прокладке; 10 – утепляющий вкладыш

Эркер представляет собой вынесенную из плоскости фасада часть жилой комнаты, огражденную с трех сторон стенами, имеющими, как правило, оконные проемы или сплошное остекление. Эркер увеличивает жилую площадь и расширяет связь помещений с окружающим пространством, увеличивая его обозреваемость. Эркеры устраивают либо на всю высоту здания с опиранием на собственные фундаменты, либо на один или несколько этажей с разными видами опирания. Форма эркера в плане бывает треугольной, прямоугольной, трапециевидной, полукруглой и др. В зданиях с несущими наружными стенами несущая конструкция эркера состоит из консольных плит (как у балкона, рис. 2.35, *а*), поэтажных консолей и плит (рис. 2.35, *б*) или мощных консолей-кронштейнов.

Плиты перекрытия лоджий, во избежание образования мостика холода, отделяют от основных междуэтажных

перекрытий зазором, в который входит наружная стеновая панель, или зазор заполняют утепляющим материалом, к которому сверху подходит подоконная панель, а снизу подходят переплеты остекления. Если для поперечных несущих стен и перекрытий применяют керамзитобетон и другие подобные материалы, обладающие теплоизоляционными свойствами, несущие поперечные стены могут не иметь дополнительного утеплителя. Перекрытия тоже могут быть неутепленными, если их толщина соответствует требованиям теплотехники.

Верхнее перекрытие эркера решают как совмещенную крышу (рис. 2.35). По архитектурным соображениям эркер может быть завершен скатной крышей чердачного типа любого профиля. Тогда верхнее несущее перекрытие эркера выполняют как обычное чердачное перекрытие.

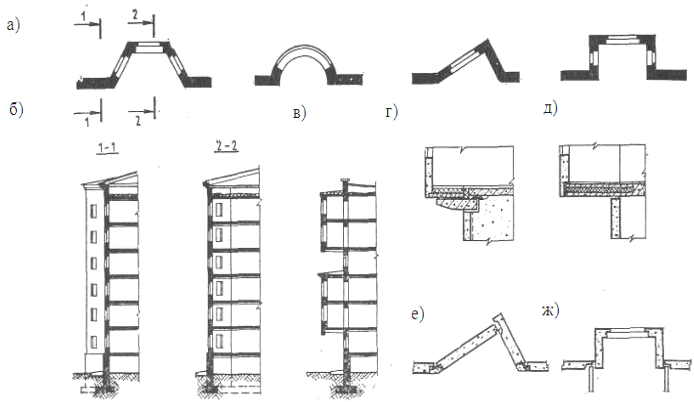


Рис. 2.35. Эркеры:*а – формы эркеров; б – схема несущего эркера; в – навесного; г – опирание эркера на железобетонные консольные балки; д – на консоль панели перекрытия с утепляющей прослойкой; е – эркер из стеновых панелей; ж – то же, из объемного элемента*

2.12. Лестницы

Лестницы предназначены для сообщения между помещениями, расположенными на разных уровнях, а также

для осуществления аварийной эвакуации из зданий людей и имущества и облегчения работы пожарных команд.

Лестницы могут быть основными (главными), вспомогательными (служебными), пожарными (аварийными). Лестница состоит из наклонных маршей, горизонтальных лестничных площадок, ограждения. Помещения, где размещается лестница, называют лестничной клеткой. Лестничный марш состоит из ступеней; их поддерживают косоуры (или тетивы в деревянных лестницах). На каждом этаже устраивается этажная площадка, а между маршами в середине высоты этажа – промежуточная. Ширина площадки должна быть не менее ширины марша, но не менее 1200 мм. Между маршами предусматривают зазор не менее 100 мм для пропуска пожарных рукавов. Ограждения лестниц высотой 800 мм включают стойки, стальные решетки, поручни. Поручень (из дерева или пластмассы) монтируют на верхнюю стальную обвязку.

Лестницы бывают: одно-, двух-, трехмаршевые (рис.2.36), винтовые, спиральные, распашные (рис. 2.37).

Наиболее распространены двухмаршевые лестницы с естественным освещением. Лестничные клетки должны выполняться несгораемыми. Для конструкции основных элементов применяют сборный и монолитный железобетон, а также металл. Незадымляемость лестниц в домах более шести этажей обеспечивается организацией междуэтажных входов в них с лоджий, а также устройством специальной вентиляционной шахты с подпором воздуха, около лестничной клетки, автоматически включаемой во время пожара; в этом случае лестничные марши разделяются несгораемой перегородкой через пять этажей. В секционных домах предусматривают не менее одной незадымляемой лестницы на секцию. В домах коридорного и галерейного типов с жилой площадью на этаже более 300 м^2 устраивают не менее двух незадымляемых лестниц. В общественных зданиях в отдельных случаях взамен лестниц возможно устройство пандусов – специально выполненных маршей:

• *монолитные железобетонные лестницы* чаще всего устраиваются

в уникальных зданиях, где их применение оправдано по архитектурно-композиционным соображениям. Устройство таких лестниц требует специальной опалубки, больших затрат труда и времени.

Различные конструкции железобетонных лестниц сравниваются по показателям стоимости, трудоемкости и расхода основных материалов, и на основе этих показателей выявляется наиболее эффективный вариант;

• *деревянные лестницы* устраивают в деревянных зданиях или в качестве внутриквартирных в каменных;

• *пожарные и аварийные лестницы* изготавливают из металла. Тетивы изготавливают из швеллеров, а ступени – из стальных прутков. Аварийные лестницы имеют площадки, пожарные могут их не иметь.

Пожарные лестницы устраивают при высоте здания более 10 м. Размещают их на расстоянии 150–200 м друг от друга.

Служебные лестницы предназначены для сообщения рабочими площадками, с кабинами мостовых кранов и для осмотра строительных конструкций. Лестницы оборудуются ограждением;

• *входы* в подвальные помещения проектируют независимо от основных лестничных клеток и снабжают одномаршевыми лестницами, размещенными в приямках, примыкающих к наружным стенам. Приямок ограждают стенкой и устраивают над ним навес или надстройку;

• *выходы на чердаки или покрытия* могут быть продолжением лестничных клеток или в виде люка со стремянкой к нему с площадки последнего этажа. Стремянку выполняют по типу пожарной лестницы;

• *входы в здания* могут иметь входную площадку или крыльцо с несколькими ступенями, опертыми на специальные стенки или косоуры.

Уклоны эвакуационных лестниц составляют 1:2, 1:1,75, а вспомогательных – 1:1,5. Размеры ступеней по горизонтали – проступь и вертикали – подступенок назначают в соответствии с величиной уклона (табл. 2.9), но таким образом, чтобы их сумма равнялась 450 мм – длине шага взрослого человека при подъеме по наклонной плоскости.

Таблица 2.9

Размеры ступеней эвакуационных лестниц

Элемент ступени	Размере ступеней, мм , при уклонах маршей		
	1:2	1:1,75	1:1,5
Проступь	300	285	270
Подступенок	150	165	180

Минимальные размеры ширины лестничных площадок и маршей эвакуационных лестниц назначают в соответствии с назначением здания: 1,2 и 1,05 м – в жилых домах; 1,35 и 1,5 м – в клубах и кинотеатрах; 1,2 и 1,35 – в остальных общественных зданиях.

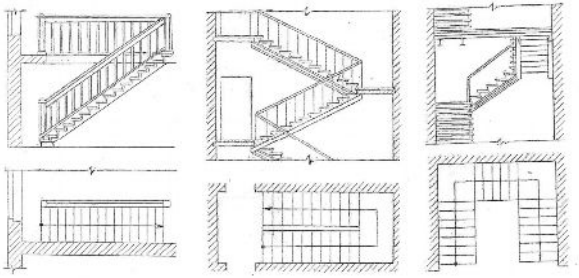


Рис. 2.36. Схемы основных приемов планировочных решений лестниц:
а – одномаршевая; б – двухмаршевая; в – трехмаршевая

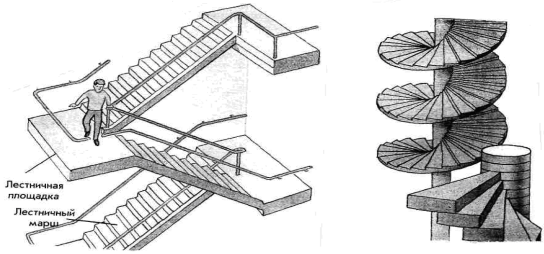


Рис. 2.37. Лестницы в аксонометрии:
а – двухмаршевая; б – винтовая

Для удобства пользования лестницей необходимо, чтобы удвоенная высота подступенка *h* и ширина проступи *b* в сумме равнялись среднему шагу человека, принимаемому от 570 до 640 мм: *b+2 h=570 ÷ 640(чаще 600) мм*. Для основных новых лестниц для увязки с ЕМС ширину проступи обычно принимают равной 300 мм, а высоту подступенка—150 мм, что соответствует приведенной формуле (300+2·150=600 мм). Размер ступени в этом случае определяет угол наклона $L = 26^0 40''$ (1:2). В большинстве случаев ширину проступи принимают на 20–30 мм больше ее расчетного размера в результате заглубления подступенка, что повышает удобство пользования лестницей. Количество ступеней в одном марше основных лестниц должно быть не менее 3 и не более 18, так как при меньшем числе ступеней легко оступиться, при большем – затруднен подъем по лестнице.

Ширина марша определяется, прежде всего, требованиями пожарной безопасности, а также габаритами переносимых по лестнице предметов.

В зависимости от назначения лестниц уклоны и ширина маршей устанавливаются по нормам (табл. 2.10).

Таблица 2.10

Наименьшая допускаемая ширина и наибольший уклон маршей лестниц

Назначение лестниц	Наименьшая ширина маршей, м	Наибольший уклон маршей
Главные (основные) 1.Жилые здания: а) двухэтажные и внутриквартирные лестницы	0,9	1:1,5
б) с числом этажей от 3 до 5	1,05	1:1,75
в) «-------» 6 и более	1,2	1:1,75
2.Общественные здания:		

Продолжение табл. 2.10.

а) с числом людей в наиболее населенном этаже не более 200 и в зданиях школ с количеством ученических мест до 520, кинотеатры, больницы, амбулатории и поликлиники независимо от вместимости	1,15 1.35	1: 2 1:2
3. Многоэтажные производственные здания	1,2	1:1,75
4. Вспомагательные здания промышленных предприятий	1,2	1:1,75
Служебные	0,9	1:1,5
Подвальные	0,9	1:1,5
Чердачные	0,9	1:1,25
Пожарные: а) для зданий высотой до карниза или парапета не более 30 м	Верх 0,6	90^0
б) для зданий высотой до карниза или верха парапета 30 м и более	0,7	не более 80^0
Аварийные	0,6	«--» 60^0

Лестницы в жарких районах могут быть в полуоткрытых лестничных клетках, облегчающих сквозное проветривание, или в виде вынесенных за контуры здания открытых лестниц. Такие лестницы более экономичны по строительной стоимости, чем лестницы в закрытых лестничных клетках.

Рассмотрим пример разбивки двухмаршевой лестницы. Предварительно делается расчет, а затем графическое построение.

Предположим, что высота этажа H = 3600 мм, ширина марша l=1250 мм, уклон лестницы 1:1,5. Для этого уклона принимается ступень 180·270 мм. Ширина лестничной клетки B

равна суммарной ширине обоих маршей плюс промежуток между ними. Промежуток берется от 100 до 200 мм, для данного случая 100 мм.

$$B = 2\,l + 10 = 2 \cdot 1250 + 100 = 2600 \text{ мм}. \qquad (2.3)$$

Высота одного марша будет H:2 = 3600 : 2 =1800 мм.

Число подступенков в одном марше n = 1800 : 180=10. Число проступей в одном марше будет на единицу меньше числа подступенков, так как верхняя проступь располагается на уровне площадки. Поэтому при вычерчивании лестницы в плане нужно подсчитывать количество ступеней не по промежуткам между линиями, а по самим линиям, обозначающим границу ступени.

Длина горизонтальной проекции марша (его заложение)

$$d = 270\,(n - 1) = 270 \cdot 9 = 2430 \text{ мм}. \qquad (2.4)$$

Принимая ширину промежуточной и этажной площадок C_1=C_2=1300мм, получим полную длину лестничной клетки:

$$L = d + C_1 + C_2 = 2430 + 1300 + 1300 = 5030\,мм. \qquad (2.5)$$

Графическая разбивка лестницы выполняется в следующей последовательности (см. рис. 2.38): высота этажа делится на число частей, равное числу подступенков в этаже; через полученные точки проводятся горизонтальные прямые линии. Затем горизонтальная проекция (заложение марша) делится на число проступей без одной; через полученные точки проводятся вертикальные прямые. По полученной сетке вычерчивается профиль лестницы.

Общий вид лестницы в разрезе с расчетными параметрами и аксонометрическая схема из крупносборных элементов приведены на рис. 2.38.

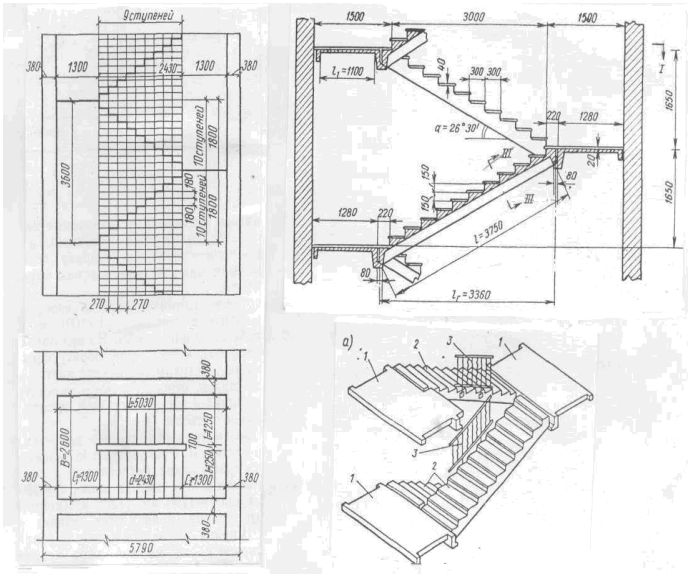


Рис. 2.38. Графическое построение и общий вид лестницы из сборных железобетонных элементов:
1-лестничные площадки; 2- лестничные марши; 3- фрагмент ограждения

Технико-экономическая оценка лестницы

Экономичность лестниц зависит от стоимости самих лестниц и от относительных затрат, приходящихся на 1 м^2 обслуживаемой или жилой площади возведения, рациональности планировочных и конструктивных решений. Относительная стоимость может быть снижена за счет увеличения числа квартир, обслуживаемых одной лестницей (табл. 2.11).

Таблица 2.11

Технико-экономические показатели сборных железобетонных лестниц на 1 м^2 горизонтальной проекции

	Конструкция лестницы	Стои-мость в %	Трудо-емкость в чел/днях	Расход	
				Це-мент в кг	Сталь в кг
1	Сборные железобетоные из мелко размерных элементов	100	0,33	66	15
2	Сборные железобетонные из крупно размерных элементов: смаршем Нобразного сечения	41,7	0,05	31	5
3	Сборные железобетонные из крупноразмерных элементов: с маршем Т-образного сечения	33,4	0,04	25	9
4	Сборные железобетонные из крупно размерных элементов: с маршем П-образного сечения	41,2	0,05	29	7

2.13. Пандусы, лифты и эскалаторы

Пандусы обеспечивают сообщение помещений, находящихся на разных уровнях (рис. 2.39, *а*). Пандус представляет собой наклонный подъем, служащий для перемещения людей или транспортных средств. Пандусы обеспечивают высокую пропускную способность. Пандусы имеют уклоны от 5 до 15° (1/12–1/5 высоты подъема). Чем меньше уклон, тем больше длина пандуса.

Пандусы могут быть одно-, двухмаршевыми, прямолинейными и криволинейными в плане. Одномаршевые пандусы проектируют из элементов перекрытий: прогонов, балок, настилов. Двухмаршевые пандусы (сборные или монолитные железобетоные) устраивают по косоурам и площадочным балкам. Криволинейные пандусы устраивают только из монолитного железобетона. Для покрытия пандусов применяют асфальт, цемент, релин и другие материалы образующие нескользкую поверхность.

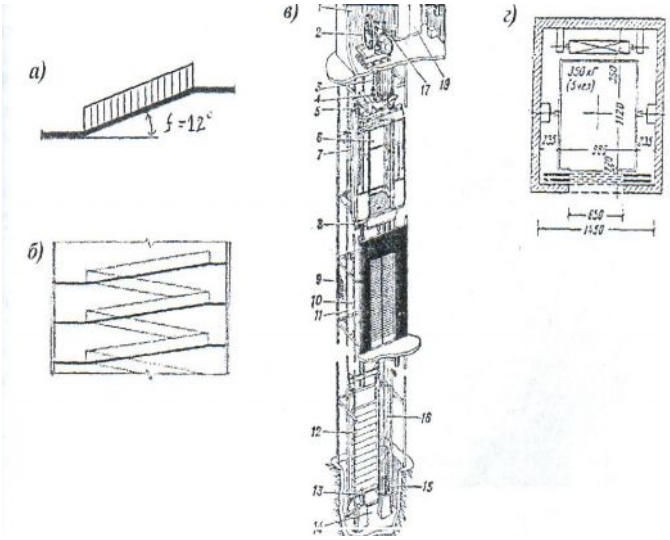


Рис.2.39. Лифты и пандусы: *а – одномаршевый пандус; б – двухмаршевый пандус; в – схема лифта; г – план пассажирского лифта. 1 – машинное помещение; 2 – лебёдка; 3 – рабочий канат; 4 – подвеска; 5 – ловитель; 6 – кабина; 7 – отводка; 8 – башмак; 9 – шахта; 10 – направляющая кабины; 11 – направляющая противовеса; 12 – противовес; 13 – буфер; 14 – приямок; 15 – натяжной блок; 16 – канат ограничителя скорости; 17 – ограничитель скорости; 18 – магнитная станция*

Лифты эскалаторы представляют собой механически управляемое оборудование, служащее для сообщения между этажами. Применяются лифты периодического действия и непрерывного, так называемые потерностеры. По назначению

лифты разделяются на пассажирские, грузо-пассажирские, грузовые и специальные, например больничные, магазинные и т. п. (рис. 2.40, *б*).

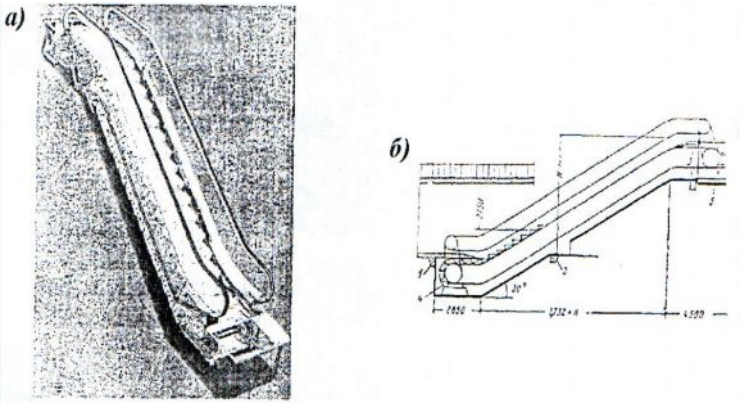


Рис.2.40. Эскалатор: *а – общий вид; б – конструкция эскалатора*

Лифт периодического действия состоит из кабины, подвешенной на стальных канатах и перемещаемой при помощи лебедки, установленной в машинном отделении, которое располагается вверху или внизу шахты.

Впервые конструкция безопасного лифта была разработана американским инженеров Элишей Отисом в 1852 году. Если рабочий канат неожиданно обрывался, захваты с пружиной мгновенно блокировали направляющие рельсы предотвращая падения кабины. Первый общественный лифт был установлен в магазине Нью-Йорка в 1857 году.

Применяются пассажирские лифты грузоподъемностью 320, 500 и 1000 кг соответственно для 5,7 и 14 чел. Скорость перемещения от 0,5 до 3,5 м/с и более, ускорение до 2 м/с^2.

Строительные конструкции лифтов должны удовлетворять требованиям «Правил устройства и безопасной эксплуатации лифтов» и соответствующих разделов СНиП («Строительных норм и правил»). Размеры шахт лифтов различного назначения установлены стандартом.

При устройстве лифтов в здании следует применять меры по звукоизоляции ограждающих строительных конструкций, а также предотвращать распространение шумов в местах их возникновения.

Эскалаторы, представляющие собой непрерывно движущуюся лестницу, подразделяются по назначению на пассажирские и грузопассажирские.

Ширина лестничного полотна эскалаторов колеблется от 0,5 до 1,2 м.

Скорость движения полотна эскалаторов составляет 0,4–1,0 м/с. Угол наклона полотна принимают равным 30°.

2.14. Объемно-планировочные решения жилых домов

Объемно-планировочным решением зданий называется объединение главных и подсобных помещений избранных размеров и формы в единую композицию. По признаку расположения помещений различают несколько основных объемно-планировочных систем зданий.

Квартирные жилые дома. Они предназначены для постоянного проживания людей различного численного состава. В зависимости от характера застройки они подразделяются на усадебные малоэтажные с входом с участка (в рабочих поселках городского типа и сельской местности) и многоквартирные дома городского типа с входом в квартиры из общего коммуникационного узла, т. е. лестницы, коридора, галереи (дома секционного, коридорного и галерейного типов).

Секционные жилые дома. Эти дома, наиболее распространенные в жилищном строительстве, состоят из жилых секций, каждая из которых содержит группу поэтажно повторяемых квартир на этаже. Различают секции двух-, трех-, четырехквартирные и т. д. По характеру расположения секции подразделяют на рядовые (средние) и торцовые (крайние). Исходя из требований ориентации жилых помещений по странам света, различают жилые секции меридиональные (продольная ось здания располагается по меридиану) и широтные (продольная ось здания располагается в широтном направлении) (рис. 2.41, *а*).

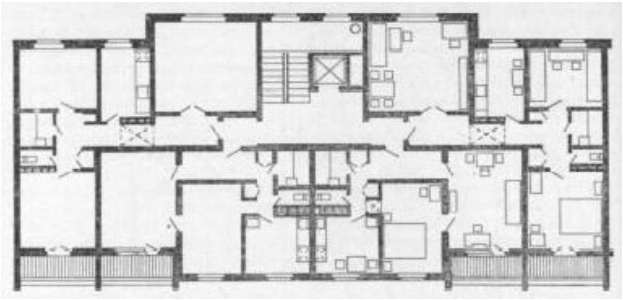
Коридорные жилые дома. Они объединяют группу квартир, каждая из которых имеет выход в общий коридор, взаимоувязанный с лестничной клеткой. Длина общих коридоров принимается не более 20 м при освещении с одного торца и не свыше 40 м – при освещении с двух торцов; при большей длине предусматриваются расширенные части коридоров – холлы, расстояние между которыми должно составлять не более 20 м, а между холлами и оконным проемом в торце коридора – не более 30 м. Общие коридоры длиной 60 м и более согласно противопожарным требованиям разделяют перегородками с самозакрывающимися дверями (через 30 м). В коридорных домах целесообразно размещение квартир для малосемейных (1…2 чел.) и одиночек (рис. 2.41, *б*).

Галерейные жилые дома. Это совокупность квартир, выходящих на одностороннюю открытую или застекленную галерею на каждом этаже, взаимоувязанную с лестничной клеткой. Галерейные дома весьма экономичны, однако целесообразны для строительства лишь в южных районах. В квартирных домах коридорного и галерейного типов высотой 10 этажей и более общие коридоры или галереи должны иметь выходы на две незадымляемые лестницы при жилой площади этажа более 300 м^2. В домах до девяти этажей при жилой площади этажа не более 300 м^2 допускается устройство одной лестничной клетки; при этом и в торцах коридорных зданий следует в противопожарных целях предусматривать общие балконы для всех квартир, соединенные наружными эвакуационными лестницами до отметки пола пятого этажа. В двухэтажных жилых зданиях при вместимости второго этажа не более 100 человек допускается организация одной лестничной клетки при наличии выходов в торце коридора или галереи на наружную пожарную лестницу (рис. 2.41, *в*).

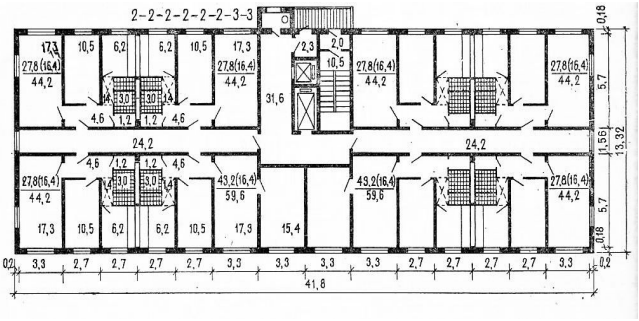
Гостиницы (общего типа, туристские, курортные). Они предназначены для кратковременного проживания людей. Гостиницы общего типа проектируют на 15, 25, 50, 100, 200, 300, 400, 500, 800, и 1000 мест, туристские и курортные гостиницы – на 300, 500, 800, и 1000 мест. Архитектурно-планировочное решение здания включает жилую часть коридорного типа и блок обслуживания. Основной

планировочный элемент жилой части – жилой номер, площадь которого принимается: для одноместного – 9 м^2, для двухместного – 12 м^2, для четырехместного – 18 м^2.

а)



б)



в)

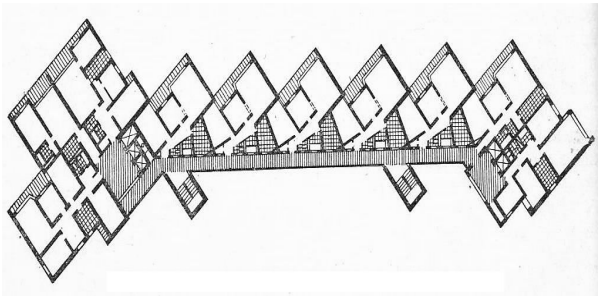


Рис. 2.41. План жилых домов:
а – секционный; б – коридорный; в – галерейный

Общежития. Они предназначены для временного проживания студентов во время обучения, учащихся колледжей, лицеев и школ-интернатов. Размещаются общежития в домах секционного и коридорного типов. Основной планировочный элемент – жилая комната вместимостью 2…4 человека при норме площади 6 м^2 на одного человека. Предусматриваются также поэтажные комнаты для занятий и комнаты обслуживания.

Дома-интернаты для престарелых. Предназначаются для постоянного проживания престарелых, инвалидов-одиночек и супружеских пар, нуждающихся по состоянию здоровья в повседневном бытовом и медицинском обслуживании, а также периодическом или постоянном уходе. Исходя из контингента проживающих пожилых людей, дома-интернаты проектируют двух типов: общего типа – для практически здоровых людей и больничного типа – для немощных. Отделения для практически пожилых людей располагаются в домах коридорного типа и формируются жилыми группами в составе жилых комнат на 1…2 человека (площадь соответственно 12 и 18 м^2) и обслуживающих помещений. Жилую группу в отделениях для немощных на 25…30 человек проектируют на 1, 2, 3 и 4 человека.

Требования, предъявляемые к жилым помещениям. В состав квартиры входят жилые помещения (общая комната и спальни), подсобные помещения (передняя, кухня, ванная или душевая, уборная, хозяйственная кладовая или хозяйственный шкаф), летние помещения (балконы, лоджии). Расселение семей разного состава (по численности, возрасту, полу и родственным отношениям) обеспечивается требуемым количеством комнат и различными размерами общей жилой площади.

В настоящее время квартиры для посемейного заселения проектируют по нормам 12 м^2 жилой и 18 м^2 общей площади на одного человека. Это означает возможность перехода к выделению членам семьи отдельных комнат.(табл.2.12)

В многокомнатных квартирах целесообразно устройство двух санитарных узлов: при кухне – уборная с рукомойником, при спальне – ванная или душ с умывальником.

Общая комната двухкомнатных квартир проектируется площадью не менее 16 м^2 , трехкомнатных – не менее 18 м^2, четырех-, пятикомнатных – 20 м^2. Спальня имеет площадь не менее 12 м^2 для родителей и не менее 8 м^2 для детей и других членов семьи.

Таблица 2.12

Категория квартир

Число жилых комнат	1	2	3	4	5	6
Рекомендуемая площадь квартир, м^2	28-38	44-53	56-65	70-77	84-96	103-109

Площадь жилых комнат, а также альковов, гардеробных и встроенных шкафов, открывающихся в жилые комнаты, образует жилую площадь здания. Площадь остальных помещений и встроенных шкафов, открывающихся в эти помещения, образует подсобную площадь. Сумма жилой и подсобной площадей составляет полезную площадь жилого здания.

В квартирах для одной семьи, если площадь кухни более 6 м^2, то она считается кухней-столовой и часть ее площади (сверх 6 м^2) включается в жилую площадь квартиры.

Площадь спальни и кухни в мансардном этаже (или этаже с наклонными ограждающими конструкциями) допускается не менее 7 м^2 при условии, что общее жилое помещение имеет площадь не менее 16 м^2.

Высота (от пола до потолка) жилых помещений и кухни (кухни-столовой) в климатических районах IА, IБ, IГ, IД и IVА должна быть не менее 2,7 м, а в других климатических районах – не менее 2,5 м.

Высота внутриквартирных коридоров, холлов, передних, антресолей (и под ними) определяется условиями безопасности передвижения людей и должна составлять не менее 2,1 м.

В жилых помещениях и кухне квартир, расположенных в мансардном этаже (или верхних этажах с наклонными ограждающими конструкциями), допускается меньшая высота

потолка относительно нормируемой на площади, не превышающей 50 %.

Общие жилые помещения в 2-, 3- и 4-комнатных квартирах зданий жилищных фондов и спальни во всех квартирах следует проектировать непроходными.

Помещения квартир должны быть оборудованы: кухня – мойкой или раковиной, а также плитой для приготовления пищи; ванная комната – ванной (или душем) и умывальником; уборная – унитазом со смывным бачком; совмещенный санузел – ванной (или душем), умывальником и унитазом. В других квартирах состав оборудования помещений устанавливается заказчиком-застройщиком.

Устройство совмещенного санузла допускается в однокомнатных квартирах домов государственного и муниципального жилищных фондов, в других квартирах – по заданию на проектирование.

Площади лестничных клеток, общих коридоров в коридорных домах, общих галерей в галерейных домах не включается в полезную площадь здания.

Как основные расчетные единицы измерения, к которым должны быть отнесены технико-экономические показатели жилых зданий, принимаются: для жилых домов квартирного типа – одна квартира, 1 м^2 жилой или полезной площади.

В качестве объемно-планировочных показателей для жилых домов квартирного типа принимаются следующие: а) общий строительный объем, приходящийся на 1 м^2 жилой площади и на одну квартиру; б) объем типового этажа на 1 м^2 жилой площади; в) отношение жилой площади к полезной (по дому в целом); г) жилая и полезная площади на одну квартиру в среднем по дому.

Для общежитий: а) общий строительный объем здания, приходящийся на 1 место; б) то же на 1 м^2 жилой площади; в) жилая и полезная площади, приходящиеся на 1 место; г) отношение жилой площади к полезной.

Важным требованием при проектировании жилых домов является их ориентация, предусматривающая необходимую инсоляцию помещений (облучение прямыми солнечными лучами), а также проветривание. Так, из условия надлежащей

инсоляции, ориентация окон жилых комнат квартир, расположенных по одну сторону от продольной оси здания, и жилых комнат общежитий не допускается: на северную сторону горизонта – в пределах от 15^0 до 30° во всех строительно-климатических зонах (а за Полярным кругом – до 45°), так как в этих случаях жилые комнаты вовсе лишаются инсоляции; на юго-западную и северо-западную стороны горизонта – в пределах от 200 до 290° в III и IV строительно-климатических зонах во избежание перегрева жилых помещений.

Проветривание жилых помещений обеспечивается через окна и форточки. В кухнях и санитарных узлах обязательно устройство вытяжной вентиляции с естественной тягой непосредственно из помещений.

Проектирование общежитий осуществляется с учетом их специализации (для рабочей молодежи, учащихся и др.), необходимого уровня обслуживания и комфорта. Особое внимание уделяется вопросам проектирования подсобных помещений общего пользования: вестибюлей, гардеробных, санузлов, помещений для чистки одежды и обуви и др. В общежитиях для учащихся предусматриваются дополнительные комнаты для учебных занятий из расчета 0,2 $м^2$ на человека. Площади жилых комнат принимают из расчета 4,5–5 $м^2$ на человека. Общие принципы проектирования жилых зданий других типов являются общими, однако необходимо учитывать их функциональные особенности. Состав помещений и их размеры определяются соответствующими СНиПами.

2.15. Объемно-планировочные решения общественных зданий

Общественные здания различают по нескольким классификационным признакам: функциональному назначению, повторяемости (уникальные и массовые), градостроительной роли (общегородские, районные, микрорайонные), этажности (мало- и многоэтажный), вместимости и конструктивному решению.

Функциональное назначение играет определяющую роль в объемно-планировочном решении здания. По этому признаку

общественные здания делятся на специализированные (однофункциональные) и универсальные (многофункциональные).

Специализированные здания имеют определенное, не изменяющееся во время всего срока эксплуатации, назначение: школа. Музей, больница, театр и т. п. Согласно назначению специализированные здания делят на 14 основных групп, предназначенных для следующих учреждений: I – здравоохранения, физической культуры и социального обеспечения; II – просвещения; III – культуры (библиотеки, музеи и др.); IV – искусства (театры, цирки, студии, кинотеатр и др.); V – научных организаций; VI – учреждения финансирования; VII – организаций и управлений; VIII – партийных и других общественных организаций; IX – коммунального хозяйства; X – бытового обслуживания населения; XI – торговли и общественного питания; XII – предприятий связи; XIII – предприятий транспорта; XIV – организаций и учреждений строительства.

Для большинства общественных зданий в зависимости от их назначения принимается одна из следующих планировочных схем:

а) коридорная, которая характеризуется тем, что помещения располагаются вдоль коридора, причем в одних случаях – только по одну сторону коридора (учебные заведения, лечебные учреждения), а в других – по обе стороны коридора (административно-конторские здания, рис. 2.42).

б) анфиладная, отличающаяся тем, что группа относительно больших помещений расположена смежно, и вследствие этого, помещения в подавляющем своем большинстве являются проходными (рис. 2.43); такая планировка особенно пригодна для зданий музейного и выставочного характера.

Зальная система строится на подчинении относительно не большого числа подсобных помещений главному зальному, которое определяет функциональное назначение здания в целом (спортивный зал, зрительный зал кинотеатра, крытый рынок и т. п.).

Отличительными чертами театральных зданий (концертный зал) являются хорошая видимость и слышимость со всех зрительных мест, одинаковые условия комфорта для всех зрителей в вестибюлях, фойе и других обслуживающих помещениях, а также

благоприятные условия труда как для исполнителей (артистов), так и для работников сцены. (Рис. 2.44)

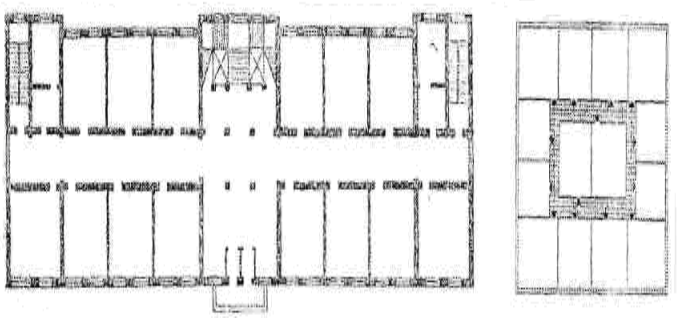


Рис. 2.42. Планировочная схема этажа общественного здания:
а) коридорная планировка;
б) коридорная кольцевая планировка

Смешенная (комбинированная) система, сочетающая в себе элементы различных систем, применяется преимущественно в многофункциональных зданиях. Так, например, в молодежном клубе или Дворце пионеров сочетается зальная система зрелищных помещений с коридорной планировкой помещений для кружковых занятий.

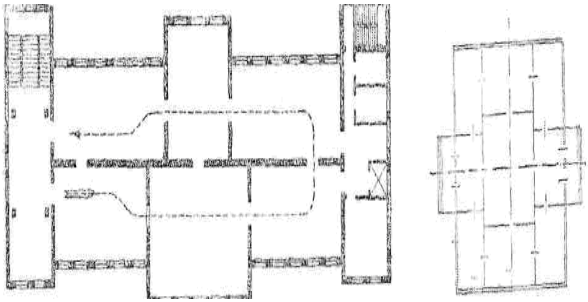


Рис. 2.43. Планировочная схема этажа общественного здания:
а) анфиладная планировка; б) центрическая планировка

Помещения расположены по обе стороны коридора. Планировка симметричная, с одним центральным входом;

служебные лестницы размещены в концах здания со стороны дворового фасада.

Планировка асимметричная – лестницы размещены при главном входе с левой стороны и при служебных помещениях с правой стороны; пунктирной линией показано направление движения потоков

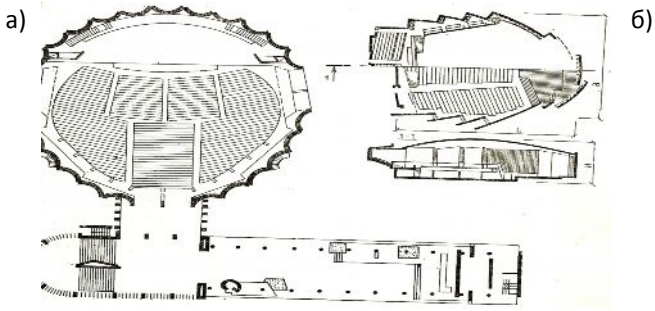


Рис. 2.44. План концертных залов:
а - Дворец искусства (Ташкент), б – План и разрез концертного зала (Бонн. Германия)

В первом этаже центральным элементом композиций является фойе с эстрадой, прилегающим к ней вестибюлем, читальным залом, буфетом и обслуживающими помещениями; во втором этаже – кинозал с эстрадой, кулуарами, кинобудкой и т. п.

Круглые и эллиптические в плане формы залов нецелесообразны, т. к. вогнутая поверхность стен способствует фокусировке отраженного звука. Если применение круглой формы плана композиционно необходимо, то используется акустическая облицовка, выпуклой формы, либо конструкция стены выполняется из выпуклых фрагментов, способствующих рассеиванию отраженных звуков.

2.16. Теплотехнический расчет ограждающих конструкций жилых домов

Строительные конструкции внешних ограждений отапливаемых жилых и общественных зданий, кроме требований прочности и устойчивости, огнестойкости и долговечности, архитектурного оформления и экономичности, должны отвечать теплотехническим нормам. Ограждающие конструкции выбирают в зависимости от физических свойств материала, конструктивного решения, температурно-влажностного режима воздуха в здании, климатологических характеристик района строительства в соответствии с нормами сопротивления теплопередаче, паро- и воздухопроницинию.

Строительная теплотехника изучает тепловой и влажностный режимы ограждающих частей зданий в условиях их эксплуатации. Эксплуатационные качества наружных стен, покрытий и других ограждений зависят от выбранных материалов и конструкций, а также от температурно-влажностного режима внутреннего и наружного воздуха. Наружные ограждения должны удовлетворять следующим теплотехническим требованиям:

а) обладать достаточными теплозащитными свойствами, т.е.не допускать излишних потерь тепла зимой, перегрева помещений в летнее время;

б) разность температур воздуха помещений и внутренних поверхностей ограждений не должна превышать нормативных значений. Нарушение требования может вызвать чрезмерное охлаждение человеческого тела излучением тепла на эти поверхности и конденсацию влаги внутреннего воздуха на ограждениях;

в) колебания температуры внутренних поверхностей ограждений при изменении теплового потока должны быть минимальными; это свойство ограждений называется теплоустойчивостью;

г) воздухопроницаемость ограждений не должна существенно ухудшать их теплозащитные свойства и вызывать чрезмерное охлаждение помещений;

д) влажностный режим ограждений должен быть нормальным. Переувлажнение ограждений повышает потерю тепла, снижает долговечность конструкций и вызывает сырость в помещениях.

Чтобы ограждение соответствовало перечисленным требованиям, его рассчитывают на теплопередачу,

теплоустойчивость, воздухопроницаемость, паропроницаемость и влагопередачу по нормативам СНиП РК 3.02.03-2003.

Соответствующие расчетные схемы ограждающих конструкций приведены на рис. 2.45.

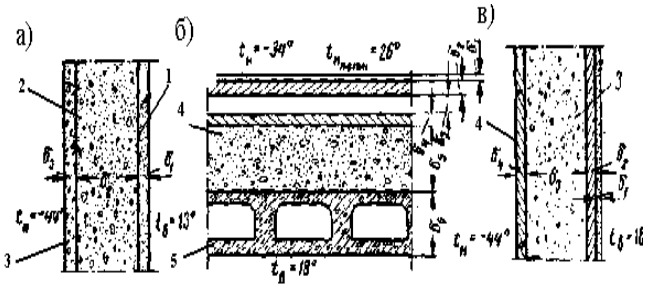


Рис. 2.45. Расчетные схемы ограждения для теплотехнических расчетов:
а – панельная стена: 1 – известково-песчаный слой; 2 – неавтоклавный пенобетон; 3 – железобетон; б – совмещенная вентилируемая крыша: 1 – трехслойный рулонный ковер; 2 – бетонные плиты; 3 – воздушная прослойка; 4 – шлакобетонная корка; 5 – шлак топливный; 6 –железобетонный многопустотный настил; в – деревянная каркасно-обшивная стена: 1 – древесно-волокнистые листы; 2 – обшивка из досок в четверть; 3 – минеральная вата; 4 – обшивка из досок в шпунт

Теплотехнический расчет определяет минимальную толщину стен для того, чтобы в процессе эксплуатации зданий не было случаев промерзания или перегрева.

Теплоизоляционными называют материалы, применяемые в строительстве для защиты зданий и сооружений от потери тепла или холода. Теплоизоляционные материалы применяются для утепления стен, перекрытий жилых, общественных и промышленных зданий, специальных сооружений, трубопроводов и промышленного оборудования.

Органические теплоизоляционные материалы получили широкое распространение в строительстве вследствие наличия в природе сырья для их получения, а также своих высоких теплоизоляционных свойств: древесноволокнистые

теплоизоляционные плиты, фибролит, камышитовые плиты, пенополистирол и т. д.

Теплопроводность λ, Вт/(м·К) или Вт/(м·град.с) – количество теплоты, проходящей через испытуемый материал толщиной 1 м, площадью 1 м^2 за 1 ч при разности температур по обе стороны материала в 1°С.

Коэффициент теплопроводности зависит от объемного веса, пористости, влажности и температуры материала. Чем больше объемный и влажность материала, тем больше его теплопроводность. Например, в уплотненном и влажном материале с большим объемным весом теплоизолирующая способность пустот меньше, чем в более рыхлом, сухом материале с меньшим объемным весом.

Теплоёмкость С (Дж/К, Дж/град.с) – способность материала поглощать теплоту при нагревании или отдавать ее при охлаждении.

Теплотехнический расчет ограждающих конструкций выполняется для отапливаемых помещений в зимних условиях. Наружное ограждение рассчитывается как плоская стена, разделяющая воздушные сферы с различной температурой.

Сопротивление теплопередаче R_0 ограждающих конструкций должно быть не менее требуемого сопротивления тепло передаче

$$R_0 > R_0^{\text{ТР}}, \qquad (2.6)$$

где $R_0^{\text{ТР}}$ – требуемое сопротивление теплопередаче, $\frac{м^2 \cdot град}{Вт}\left(\frac{м^2 \cdot ч \cdot град}{ккал}\right)$.

Сопротивление теплопередаче может быть интерпретировано как разница температуры внутреннего и наружного воздуха (в Кельвинах или градусах Цельсия), требуемая для передачи через 1м^2 ограждения теплового потока в 1 Вт (т. е. 1Дж за 1с) (1 ватт-час=3,6·10^3 Дж), (Приложение А2).

Определить расчетную толщину наружных стен из кирпича с наружным слоем штукатурки толщиной 2 см, место строительства – г. Алматы. Объемный вес кирпича γ=1,8 кг/м^3 (рис. 2.46).

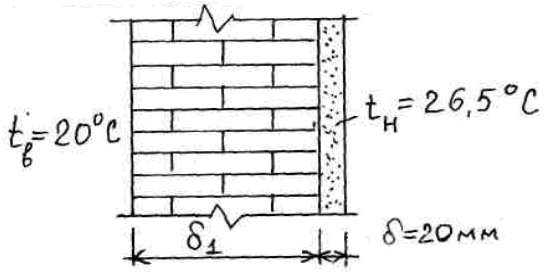


Рис. 2.46. Фрагмент конструкций наружной стены:
1 – кирпичная стена; 2 –штукатурка (сложный раствор)

Полагаем стену ограждения средней массивности, т. е. 4<*Д*≤7, где *Д* – тепловая инерция, показывает способность конструкции к сохранению или медленному изменению температуры в его толщинах.

Наружные ограждения считаются легкими при тепловой инерции *Д*≤15; малой массивности при *Д* более 7. (Приложения А5 , табл.4).

Массивные ограждения с большой тепловой инерцией охлаждаются медленно, и кратковременные минимальные температуры воздуха мало влияют на их тепловой режим. Такие ограждения рассчитывают на длительный период охлаждения. Легкие ограждения быстрее охлаждаются и для повышения теплозащитных качеств их рассчитывают на более низкие наружные температуры.

Так как 4<*Д*≤7, $t_н$ определяем по формуле

$$t_н = \frac{t_{пят.} + t_{сут.}}{2}, \qquad (2.7)$$

где $t_н$ – расчетна зимняя температура наружного воздух $t_{н.пят.}$ – средняя наиболее холодной пятидневки; $t_{н.сут.}$ – средняя наиболее холодных суток.

Определяем по приложению А3. $t_{н.пят}$= –25 ^{0}С , $t_{н.сут.}$= –28 ^{0}С, тогда $t_н = \frac{(-25 + (-28)\_)}{2} = -26{,}5^0 C \cdot$

Требуемое сопротивление теплопередачи стены

$$R_0^{TP} = \frac{(t_b - t_н) \cdot nR_в}{\Delta t^н}, \qquad (2.8)$$

где $t_в$=20 ^{0}С – расчетная температура внутреннего воздуха (приложение А4);

n – коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждения конструкции по отношению к наружному воздуху (см. приложения А5 табл.1);

$R_в$= 0,133 – сопротивление теплопереходу у внутренней поверхности ограждения (м^2·ч·град/ккал) (см. табл.3. приложения А5);

$\Delta t^н$ = 6 – нормативный температурный перепад между температурой внутренней поверхности и температурой внутреннего воздуха (см. приложения А5 табл.2)

$t_в$=20 ^{0}С; $t_н$ = –26,5 ^{0}С; n=1; $R_в$=0,133 ^{0}С м^{2}ч/ккал

$\Delta t^н$ = 6 ^{0}С;

$$R_0^{\text{ТР}} = \frac{(20 - (-26.5)) \cdot 1 \cdot 0.133}{6} = 1.031 м^2 \cdot ч \cdot ^0 C / ккал$$

$$R_0 = R_0^{TP} = 1{,}031 = R_в + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + R_{вп} + R_н = 0{,}133 + \frac{\delta_1}{0{,}7} + 0{,}18 + 0{,}05,$$

где $R_в$=0,133 – сопротивление теплопереходу у внутренней поверхности ограждения (см. приложения А5 табл.3);

$R_н$ = 0,05 – сопротивление теплопереходу у наружной поверхности ограждения (см. приложения А5 табл. 3);

$R_{вп}$ = 0,18 – сопротивление теплопередаче замкнутой воздушной прослойке (см. приложения А5 табл. 5);

λ_1=0,7 – расчетный коэффициент теплопроводности (приложение А6);

$$\delta_1 = (1{,}031 - 0{,}133 - 0{,}18 - 0{,}05) \cdot 0{,}7 = 0{,}468 \text{ м},$$

т. е. минимальная толщина кирпичной стены 0,468 м. Теперь, соблюдая кратность толщины кирпичной стены, принимаем δ_1= 0,51м.

Проверим теплоустойчивость стены

Для оценки массивности наружных стен тепловую инерцию *Д*, следует определять по формуле

$$Д = \Sigma_1 RS = R_1 S_1 + R_2 S_2 \,, \qquad (2.9)$$

где $R_{1,2} = \dfrac{\delta}{\lambda}$ – термическое сопротивление отдельных слоев;

δ – толщина слоя; λ – расчетный коэффициент теплопровозность материала по приложению А6;

S_1, S_2 – расчетные коэффициенты теплоусвоения материала по приложению А6.

$$Д = \frac{0.468}{0.7} \cdot 8.75 + \frac{0.02}{0.8} \cdot 9.45 = 6.09$$

т. е. условие $4<Д\leq 7$ выполнено.

Определим достаточность толщины стены (510 мм) с наружным слоем (20 мм)

Определим тепловую инерцию

$$Д = \frac{0,510}{0,7} \cdot 8,75 + \frac{0,02}{0,8} \cdot 9,45 = 6,61 \,,$$

вычисленный параметр находится в пределах $4<Д\leq 7$.

Сопротивление теплопередачи R_0 ограждающих конструкций определяем по формуле

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_\beta} + \Sigma R + \frac{1}{\alpha_н} \,, \qquad (2.10)$$

где α_β – коэффициент теплопередачи внутренней поверхности ограждающих конструкций (см. табл. 3 приложения А5);

$\alpha_н$ – коэффициент теплопередачи для зимних условий нормальной поверхности ограждающих конструкций (см. табл.3 приложения А5)

$$\Sigma\ R = R_1 + R_2 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2}.$$

Иногда в теплотехнических расчетах используют обратные величины – коэффициенты теплоотдачи внутренних и наружных поверхностей конструкции – α_β и $\alpha_н$ равные:

$$\alpha_\beta = \frac{1}{R_в}; \quad \alpha_н = \frac{1}{R_н}.$$

α_β = 7,5 ккал/м^{2}ч·град. $\alpha_н$ = 20 ккал/м^2·ч·град.

$$R_0 = \frac{1}{7.5} + \frac{0.510}{0.7} + 0.025 + 0.18 + \frac{1}{20} = 1.117 \frac{м^2 \cdot ч \cdot град.}{ккал}$$

1,117>1,031, т. е. $R_0 > R_0^{TP}$,

Следовательно, принятая толщина наружного ограждения удовлетворяет условиям по теплопередаче.

Пример № 2. **Крупнопанельное здание**. Требуется рассчитать однослойную панель наружной стены толщиной 28 см из ячеистого бетона объемным весом в сухом состоянии 700 кг/м^3. Зимние расчетные температуры наружного воздуха: средняя наиболее холодной пятидневки – 35 ^{0}С; средняя наиболее холодных суток – 30 ^{0}С. Летняя расчетная температура наружного воздуха 26 ^{0}С. Влажностный режим помещения нормальный. Расчетная температура воздуха внутри помещения 18 ^{0}С. В первый период эксплуатации влажность ячеистого бетона составляет 15 %, поэтому для теплотехнических расчетов применяем объемный вес панели, соответствующий этому проценту влажности: $\gamma_0 = 700 \cdot 1{,}15 \approx 800 кг/м^3$. Условие сопротивления теплопередаче $R_0 \geq R_0^{TP}$.

Определяем степень массивности конструкции по характеристике тепловой инерции D, для однослойной конструкции $D = RS$,

где R – термическое сопротивление слоя ограждения;

S – коэффициент теплоусвоения материала, принимаемый по приложению А6 $S = \frac{3,2 ккал}{м^2}.ч.град.$

Термическое сопротивление одного слоя определяется по формуле

$$R = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{0,28}{0,25} = 1,12 \text{ м}^2 \text{ ч.} \frac{\text{град}}{\text{ккал}}.$$

где δ – толщина слоя в м; $\delta = 0,28м$; λ – коэффициент теплопроводности, определяемой по приложению 2.3; $\lambda = 0,25 \frac{ккал}{м} ч.град;$

Характеристика тепловой инерции равна $D = RS = 1,12 \cdot 3,2 = 3,58 < 4.$

В соответствии с прил. А5 табл.4 это ограждение считаются легким. Поэтому за расчетную зимнюю температуру наружного воздуха принимается –35 ^{0}С (средняя наиболее холодных суток), (см.СНиП 2.0401-2001 «Строительная климотология»).

Величина сопротивления теплопередачи наружной стены определяется по формуле

$$R_0 = R_в + R + R_н,$$

где $R_в$ – сопротивление тепловосприятию, принимаемое по приложению А5 табл.3 и равное 0,133 м^2 чград/ккал;

$R_н$ – сопротивление теплопередачи, принимаемая по приложению А5 табл.3 и равное 0,05 м^2 чград/ккал;

$$R_0 = 0,133 + 1,12 + 0,05 = 1,303 м^2 чград/ккал.$$

Определяем требуемую величину сопротивления теплопередаче

$$R_0^{тр} = \frac{(18 + 35)1 \cdot 0,133}{6} = 1,18 м^2 чград/ккал,$$

т. е. конструкция отвечает требованиям $R_0 \geq R_0^{тр}$; 1,303>1,18.

Пример № 3. Определить толщину теплоизоляционного слоя из «Пеноплекса» комплексной конструкции наружной несущей стены.

На рис. 2.47 приведены конструктивные слои наружной стены

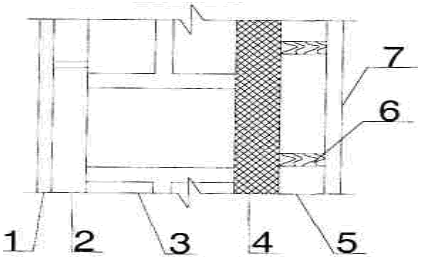


Рис. 2.47. Комплексная наружная стена:

1 – гипсокартон: толщина $\delta_1 = 0{,}01$м; теплопроводность $\lambda = \frac{0{,}19\text{Вт}}{\text{м}^0\text{С прил А6}}$; 2 – воздушная прослойка: сопротивление $R_2 = 0{,}14\text{м}^{2\,0}\text{С/Вт}$; 3 – стена из обыкновенного глиняного кирпича: толщина $\delta_1 = 0{,}375$м; теплопроводность $\lambda = 0{,}7$ Вт/м^{0}С;

4 – стена теплоизоляция «Пеноплекс»: толщина δ_4 – неизвестна; теплопроводность $\lambda = 0{,}028$ Вт/м^{0}С;

5 – воздушная прослойка: сопротивление $R_2 = 0{,}14\text{м}^{2\,0}\text{С/Вт}$;

6 – деревянные крепления: толщина $\delta_6 - 0{,}04\text{м}\ \lambda = 0{,}035$ Вт/м^{0}С; 7 – алюкобонд, в расчетах не учитывается, крепится к стене при помощи деревянных креплений

Эти же характеристики можно найти по нормативным документам [15].

В соответствии со СНиП РК 2.04.03-2002. «Строительная теплотехника» приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций R_0 следует принимать не менее требуемых значений $R_0^{тр}$, определяемых, исходя их санитарно-гигиенический условий $R_0 \geq R_0^{тр}$:

а) требуемое термическое сопротивление ограждения (за исключением светопрозрачных), отвечающих санитарно-гигиеническим комфортным условиям, определяются по формуле

$$R_{red} = \frac{n(t_{int} - t_{ext})}{\alpha_{int} \cdot \Delta t_н}, \text{м}^2\ {}^0\text{C/Вт},$$

где n = 1 – коэффициент отношения ограждения к наружному воздуху табл.3 (15) или приложения А5 табл.3;

$\Delta t_н = 4{,}5\ {}^0C$ – нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции для наружной стены согласно

$$R_{red} = \frac{1(22 - 25)}{8{,}7 \cdot 4{,}5}, \text{м}^2\ {}^0\text{C/Вт};$$

б) нормативное приведенное термическое сопротивление в зависимости от градусо-суток отопительного периода определяется

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) \cdot z_{ht},$$

где $t_{ht} = -1{,}6\ {}^0\text{C}$ – средняя температура отопительного периода для Алматы [1];

z_{ht} – 181 суток – продолжительность отопительного периода.

$$D_d = (22 + 1{,}6) \cdot 181 = 4054.$$

Для этой величины ГСОП $R_{red} = 2{,}801\ \text{м}^2\ {}^0\text{C/Вт}$;

в) необходимая толщина эффективной теплоизоляции «Пеноплекс» для удовлетворения повышенных требований к энергоснабжению определяется

$$R_{red}^{\text{пр}} = \frac{1}{\alpha_{int}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + R_2 + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + R_5 + \frac{1}{\alpha_{ext}}\ \text{м}^2\ {}^0\text{C/Вт}.$$

Откуда

$$\delta_4 = \left[R_{red}^{\text{пр}} - \left(\frac{1}{\alpha_{int}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + R_2 + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + R_5 + \frac{1}{\alpha_{ext}}\right)\right] \cdot \lambda_4, \text{м}$$

$\alpha_{ext} = 23$ Вт/м^2 ^{0}С – коэффициент теплоотдачи стены для зимний условий, [5] табл.6.

$$\delta_4 = \left[2{,}81 - \left(\frac{1}{8{,}7} + \frac{0{,}01}{0{,}19} + 0{,}14 + \frac{0{,}375}{0{,}7} + 0{,}16 + \frac{1}{23}\right)\right] \cdot 0{,}028 = 0{,}049 \text{м}$$

принимаем стандартную толщину изоляции – 0,05 м;

г) определяем общее термическое сопротивление конструкции

$$R_{red}^{\text{пр}} = \frac{1}{8{,}7} + \frac{0{,}01}{0{,}19} + 0{,}14 + \frac{0{,}375}{0{,}7} + \frac{0{,}05}{0{,}028} + 0{,}16 = 1{,}789 \quad \text{м}^2\ ^0\text{С/Вт};$$

д) требуемое термическое сопротивление ограждения в месте деревянных креплений определяется

$$R_{red}^{\text{пр}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + R_2 + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{\delta_6}{\lambda_6} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}}, \quad \text{м}^2\ ^0\text{С/Вт};$$

$$R_{red}^{\text{пр}} = \frac{1}{8{,}7} + \frac{0{,}01}{0{,}19} + 0{,}14 + \frac{0{,}375}{0{,}7} + \frac{0{,}05}{0{,}028} + \frac{0{,}04}{0{,}35} + \frac{1}{23} = 2{,}787 \quad \text{м}^2\ ^0\text{С/Вт}$$

$$R_{red}^{\text{пр}} = 2{,}787 \text{ м}^2\ ^0\text{С/Вт};$$

е) коэффициент теплопередачи наружной стены

$$\text{К}_{\text{нс}} = 1/R_{\text{к}}^{\text{ср}}; \quad \text{К}_{\text{нс}} = 0{,}38 \text{ Вт/м}^2\ ^0\text{С}.$$

Определение толщины утеплительного слоя перекрытия

Конструкция многослойного перекрытия показана на рис. 2.48. Место строительства – г. Актюбинск. Расчетная температура внутреннего воздуха +20 °С. Абсолютная минимальная –48 °С.

Средняя наиболее холодной пятидневки – 31 °С. Средняя наиболее холодных суток – 37 °С.

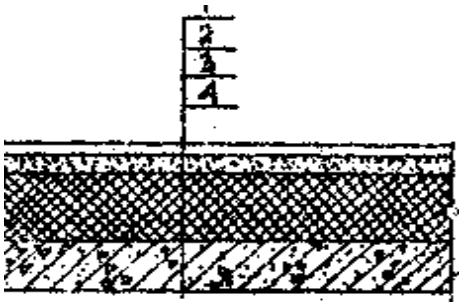


Рис. 2.48. Фрагмент многослойного перекрытия без чердачного жилого дома. *1 – 4-хслойный рубероидный ковер; 2 – цементно-песчаная стяжка* $\delta_2 = 25мм$; *3 – утеплитель – керомизитовый гравий* $\gamma = 600\frac{кг}{м^3}$; *4 – железобетонная ребристая плита* $\delta_1 = 80мм$

Определяем требуемое сопротивление теплопередачи

$$R_0^{Тр} = \frac{(t_в - t_н)n}{\Delta t^н \alpha_в} = \frac{20-(-37)\cdot 1}{4\cdot 7{,}5} = 1{,}9\frac{м^2\cdot ч\cdot град}{ккал}.$$

Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкций по формуле (2.10).

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_в} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_н} = \frac{1}{7{,}5} + \frac{0{,}006}{0{,}15} + \frac{0{,}025}{0{,}80} + \frac{\delta_3}{0{,}17} + \frac{0{,}08}{1{,}75} + \frac{1}{20} = 1{,}9.$$

Откуда δ_3 = 2,272 м = 27 см. Толщину утеплителя принимаем 27 см. Определяем тепловую инерцию ограждающей конструкции

$$Д = R_1\cdot S_1 + R_2\cdot S_2 + R_3\cdot S_3 + R_4\cdot S_4 =$$

$$\frac{0{,}006}{0{,}15}\cdot 3{,}05 + \frac{0{,}025}{0{,}80}\cdot 9{,}45 + \frac{0{,}27}{0{,}17}\cdot 2{,}6 + \frac{0{,}08}{1{,}75}\cdot 1{,}4 = 5{,}2.$$

Согласно с табл. 4 приложения А5 получаем среднюю инерционность, т. е. 4<*Д*<7. *Д* = 5,2 означает, что для теплотехнических расчетов необходимо принимать среднюю температуру наиболее холодных трех суток. Средняя арифметическая из температур наиболее холодных суток и наиболее холодной пятидневок, т. е.

$$\frac{31+37}{2} = -34^{0}\,C.$$

Пример № 5. Рассчитать типовую двухслойную панель (комплексной конструкции) совмещенного покрытия толщиной 36 см. Верхний слой панели из ячеистого бетона объемным весом в сухом состоянии 600 кг/м^3, толщиной 32 см; нижний слой – из тяжелого бетона объемным весом 2500 кг/м^3, толщиной 4 см. По слою утеплителя уложена стяжка и наклеен гидроизоляционный ковер. Конструкция покрытия вентилируется путем устройств в верхней части утеплителя продухов диаметром 5 см. Расчетная летняя температура 26 ^{0}C, зимняя (средняя наиболее холодных суток и пятидневки) –40 ^{0}C. Климатическая зона сухая, влажность режим помещений нормальный, расчетная температура воздуха внутри помещений 18 ^{0}C.

Определим степень массивности конструкции по характеристике тепловой инерции

$$D = R_1S_1 + R_2S_2 + R_3S_3 + R_4S_4,$$

где R_1, R_2 – величины термического сопротивления одного слоя, S_1, S_2 – коэффициенты теплоусвоения материалов каждого слоя принимаемые по приложению А6.

В теплотехническом расчете при определении величины сопротивления теплопередачи ячеистого бетона коэффициенты теплопроводности λ и теплоусвоения *S* принимаются как для бетона $\gamma_0 = \frac{700\text{кг}}{\text{м}^3}$, учитывая 15 % влажность материала при отпуске изделий с завода

$$\lambda_1 = 1{,}2;\ \ \lambda_2 = 0{,}19;\ \ \lambda_3 = 0{,}65;\ \ \lambda_4 = 0{,}15 \frac{\text{ккал}}{\text{мчград}};$$

$$S_1 = 12{,}3;\ \ S_2 = 2{,}63;\ \ S_3 = 7{,}8;\ \ S_4 = 2{,}85 \text{ ккал/м}^2\text{чград}$$

$$R_1 = \frac{0{,}04}{1{,}2} = 0{,}033;\ \ R_2 = \frac{0{,}32}{0{,}29} = 1{,}686;\ \ R_3 = \frac{0{,}02}{0{,}65} = 0{,}31$$

$$R_4 = \frac{0{,}01}{0{,}15} = 0{,}67 \frac{\text{м}^2\text{чград}}{\text{ккал}};$$

$$\text{Д} - 0{,}033 \cdot 12{,}5 + 1{,}686 \cdot 2{,}63 + 0{,}031 \cdot 7{,}8 + 0{,}067 \cdot 2{,}85 - 5{,}28 > 4.$$

Так как $4 < D > 7$, конструкция считается средней массивности, для которой температура принимается как среднее арифметическое между средней температурой наиболее холодной пятидневки и средней температурой наиболее холодных суток.

Величина требуемой величины сопротивления теплопередаче определяется по формуле

$$R_0 = R_в + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_н;$$

$$R_0 = 0{,}133 + 0{,}033 + 1{,}686 + 0{,}031 + 0{,}067 + 0{,}05 = \frac{2\text{м}^2\text{чград}}{\text{ккал}}.$$

Определяем требуемую величину сопротивления теплопередаче по формуле

$$R_0^{тр} = \frac{(t_в \quad t_н)nbR_в}{\Delta t^н},$$

где n, b – для панелей совмещенной кровли принимается $n = 1$, $b = 1$, $\Delta t^н = 4{,}5$;

$$R_0^{тр} = \frac{(18 - 40)1 \cdot 1 \cdot 0{,}133}{4{,}5} = 1{,}713 \frac{\text{м}^2\text{чград}}{\text{ккал}}.$$

$R_0 > R_0^{тр}$, что отвечает требованиям сопротивления теплопередачи.

Пример № 6. Перекрытие из многопустотной плиты. Определить толщину «Перлитопластобетона».

В соответствии с рис. 2.49

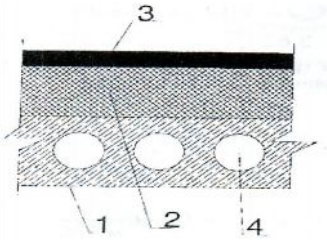


Рис. 2.49. Фрагмент перекрытия

1 – железобетонная плита перекрытия: толщина $\delta_1 = 0{,}15$ м; *теплопроводность* $\lambda = 1{,}162$ Вт/м°С *прил.3. [15]*

2 – перлитоплостобетон: толщина δ_2 *– неизвестна*

$\lambda = 0{,}052$ Вт/м°С

3 – рубероид: толщина $\delta_3 = 0{,}01$м; *теплопроводность* $\lambda = 0{,}17$ Вт/м°С *4 – воздушная прослойка: сопротивление*

$R_2 = 0{,}14$ м² °С/Вт

а) по значению ГСОП для чердачных перекрытий $R_{red}^{пр}$ *принимается равной* 3,706 м² °С/Вт *и определяется толщина* δ_2

$$\delta_2 = \left[3{,}706 - \left(\frac{1}{8{,}7} + \frac{0{,}15}{1{,}62} + \frac{0{,}01}{0{,}17} + \frac{1}{23}\right)\right] \cdot 0{,}052 = 0{,}177\text{м}$$

принимаем стандартную толщину изоляция – 0,2 м;

б) общее термическое сопротивление конструкции определяется по формуле

$$R_{red}^{пр} = \frac{1}{\alpha_в} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + R_4, \quad \left(\frac{\text{м}^2\ ^0\text{С}}{\text{Вт}}\right)$$

$$R_{red}^{пр} = \frac{1}{8{,}7} + \frac{0{,}05}{1{,}62} + \frac{0{,}2}{0{,}052} + \frac{0{,}01}{0{,}17} + 0{,}14 = 4{,}29 \quad \left(\frac{\text{м}^2\ ^0\text{С}}{\text{Вт}}\right)$$

в) определяем требуемое термическое сопротивление ограждения в месте воздушной прослойки

$$R_к = \frac{1}{\alpha_в} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + R_4 + \frac{1}{\alpha_н}, \quad \left(\frac{м^2\ ^0С}{Вт}\right)$$

$$R_к = \frac{1}{8,7} + \frac{0,05}{1,62} + \frac{0,2}{0,052} + \frac{0,01}{0,17} + 0,16 + \frac{1}{23} = 4,33\ м^2\ ^0С/Вт$$

$$R_к^{ср} = 4,31\frac{м^2\ ^0С}{Вт}$$

Коэффициент теплопередачи перекрытия $К = \frac{1}{R_к^{ср}} = 0,25, \frac{Вт}{м^2\ ^0С}$

Коэффициент теплопередачи перекрытия для двойного остекления в деревянных переплетах принимаем по [15]. $К_{ост} = 2,12\frac{Вт}{м^2\ ^0С}$. – коэффициент теплопередачи для наружных дверей принимаем $К_{нд} = 3,62\frac{Вт}{м^2\ ^0С}$.

Пол в подвале расположен на грунте. Термические коэффициенты теплопередачи соответственно по зонам равны (согласно СНиП 4.02-42-2006 прил. 9). Следовательно

$$R_s^1 = 2,1\frac{м^2\ ^0С}{Вт}; \qquad К_1 = 0,476\frac{Вт}{м^2\ ^0С};$$

$$R_s^2 = 4,3\frac{м^2\ ^0С}{Вт}; \qquad К_2 = 0,233\frac{Вт}{м^2\ ^0С};$$

$$R_s^3 = 2,1\frac{м^2\ ^0С}{Вт}; \qquad К_1 = 0,116\frac{Вт}{м^2\ ^0С};$$

$$R_s^1 = 14,2\frac{м^2\ ^0С}{Вт}; \qquad К_1 = 0,25\frac{Вт}{м^2\ ^0С};$$

3. АРХИТЕКТУРНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Промышленными называют здания, предназначенные для размещения в них орудий производства и для выполнения трудовых процессов, в результате которых получается промышленная продукция.

Классификация промышленных зданий. Промышленные здания делят на четыре основные группы: **производственные**, в которых размещены цехи, выпускающую готовую продукцию или полуфабрикаты; это могут быть цехи металлообрабатывающие, механосборочные, цехи по производству железобетонных конструкций и т. п.; **энергетические** – атомные электростанции (АЭС), теплоэлектростанции (ТЭЦ), котельные, электрические и трансформаторные подстанции, компрессорные станции и др.; **транспортно-складского** хозяйства – это гаражи, склады готовой продукции, полуфабрикатов и сырья и др.; **вспомогательные** – здания для размещения административно-конторских помещений, помещений общественных организаций, бытовых помещений и устройств (душевых, гардеробов и др.), пунктов питания и медицинских пунктов.

Все производственные здания по признаку объемно-планировочного решения делят на одноэтажные (они составляют до 75 % от общего объема строительства) и многоэтажные. В свою очередь, одноэтажные здания различаются по количеству и величине пролетов, планировочному типу здания, а также по характеру профиля покрытия.

В строительстве широко применяют одно- и многопролетные здания. В зависимости от величины пролета и соотношения размеров пролета и шага вертикальных несущих конструкций внутреннее пространство и планировочная структура цеха оказываются различными. По этому признаку различают промышленные здания **пролетного**, **ячейкового и зального** типов.

К **пролетным** относят здания с преобладанием размера пролета над размерами шага колонн с постоянным направлением технологического процесса (перпендикулярно пролету несущих конструкций), к **ячейковым** – с квадратной (или близкой к квадрату) сеткой осей и организацией

технологического процесса по двум взаимно перпендикулярным направлениям.

Зальными называют крупнопролетные здания, возводимые в тех случаях, когда технологический процесс требует создания большого внутреннего пространства, свободного от промежуточных опор.

В отличие от гражданских промышленные здания проектируют в подавляющем большинстве случаев на основе каркасной конструктивной системы с ненесущими или самонесущими стенами. Бескаркасную конструктивную систему с несущими наружными стенами используют только для небольших одноэтажных однопролетных бескрановых зданий.

3.1. Несущие конструкции одноэтажных зданий

Каркасные несущие конструкции одноэтажных промышленных зданий состоят из поперечных рам и продольных связей между ними Поперечные рамы чаще всего образуются из защемленных в фундаментах колонн шарнирно связанных с балками или фермами покрытия, которые выполняют функции ригелей рам. Роль продольных связей каркаса выполняют связочные, подстропильные и подкрановые балки (или фермы), специальные связевые конструкции, а также панели или настилы покрытия, жестко связанные с верхним поясом ферм или балок (рис. 3.1). Каркас воспринимает все постоянные и временные нагрузки, а также подвергается комплексу несиловых воздействий.

Особый характер в промышленных зданиях приобретают несиловые воздействия на конструкции, вызванные технологическими особенностями воздушной среды, в виде тепловых ударов, повышенного влагосодержания, наличия примесей химических веществ, аэрозолей и пр. Поэтому для каркаса применяют наиболее прочные и долговечные материалы – железобетон (сборный или монолитный) и металл (рис. 3.2).

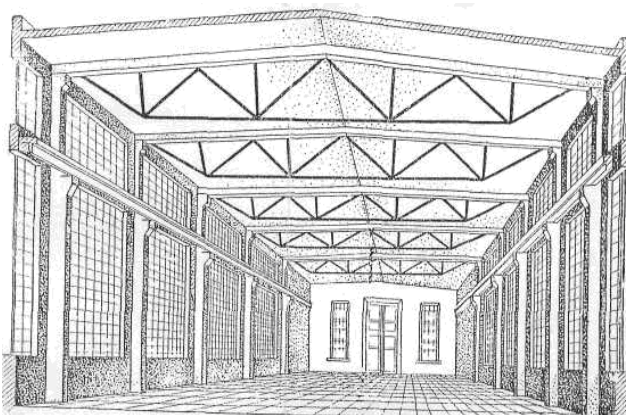


Рис. 3.1. Однопролетное одноэтажное промышленное здание
с боковым естественным освещением

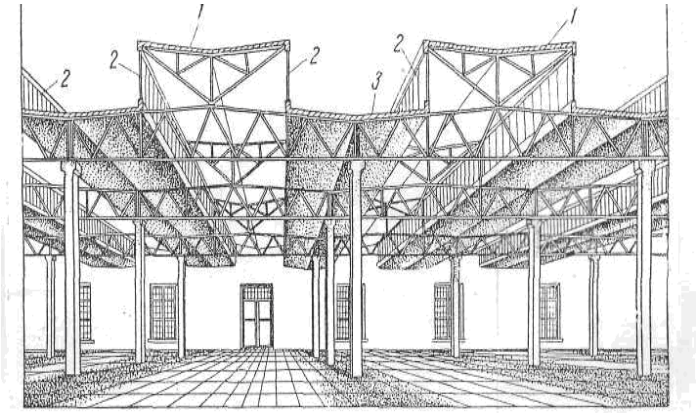


Рис. 3.2. Многопролетное одноэтажное промышленное здание
с комбинированным естественным освещением через оконные
светопроемы в наружных стенах и через вертикальное
остекление световых фонарей:
несущие конструкции – стальные решетчатые; 1 – надфонарные участки покрытия; 2 – вертикальное остекление световых фонарей; 3 – межфонарные участки покрытия

В производственных зданиях с железобетонным каркасом и с пролетами 12–30 м, шагом 6–12 м и высотой 3,6–18 м в продольном направлении поперечные рамы соединяют фундаментными, обвязочными, подкрановыми балками, плитами покрытия и связями.

Колонны сечением до 600 х 600 мм в зданиях без кранов служат для опирания покрытий и крепления (рис. 3.3, *а, б*). В зданиях с мостовыми кранами колонны состоят из надколонника и подкрановой части (рис. 3.3, *в, г*). Для кранов до 500 кН (50 т более экономичны двухветвевые колонны сечением до 1900 х 600мм (рис. 3.3, *д*).

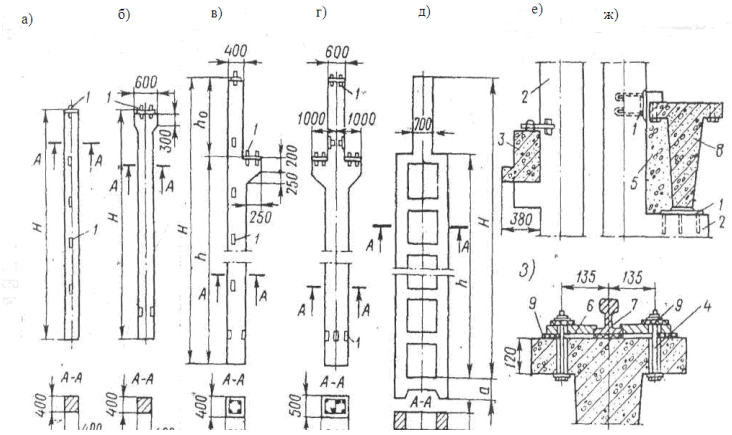


Рис. 3.3. Железобетонные каркасы одноэтажных производственных зданий:
а – колонны крайних рядов бескрановых пролетов; б – то же средних рядов; в, г – крайняя и средняя колонны пролетов с мостовыми кранами; д – двухветвевая колонна; е – обвязочная балка; ж – подкрановая балка; з – крепление кранового рельса к подкрановой балке; 1 – складные закладные детали; 2 – колонна; 3 – обвязочная балка; 4 – болт; 5 – бетон; 6 – крепления; 7 – рельс; 8 – подкрановая балка; 9 – упругая прокладка

Фундаментные балки под стены для шага колонн 6 и 12 м имеют тавровую или трапециевидную форму профиля.

Фундаментные балки под наружные стены выносят за грани колонн и укладывают на уступы фундаментов.

Обвязочные балки воспринимают нагрузки от стен большой высоты или в местах перепада высот здания. Балки опирают на специальные консоли колонн и крепят к ним болтами или приваркой монтажных петель.

Подкрановые балки поддерживают рельсовый путь мостовых кранов. Подкрановые балки соединяют с колоннами и между собой на анкерных болтах, а также сваркой закладных деталей или выпущенных концов арматуры. Рельсы опирают на подкрановые балки через упругие прокладки и крепят прижимными планками и болтами. В зданиях с крупными пролетами и тяжелыми крановыми нагрузками устанавливают стальные балки. Вертикальные связи по колоннам устраивают в продольных рядах в середине участка здания между температурными швами. Связи делают обычно крестовыми из прокатных уголков.

Плоские несущие конструкции покрытия включают в себя следующие элементы: балки, фермы, арки и подстропильные конструкции.

Железобетонные балки покрытий бывают: сборными железобетонными одно- и двухскатными и с параллельными поясами (рис. 3.4).

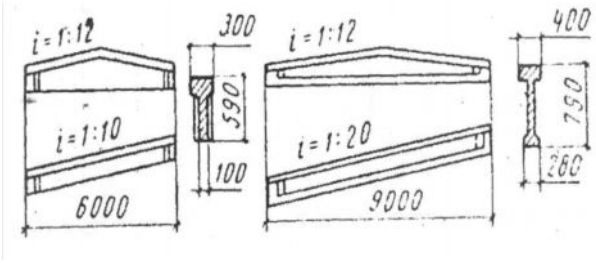


Рис. 3.4. Унифицированные железобетонные балки таврового сечения для покрытий пролетом 6 и 9 м

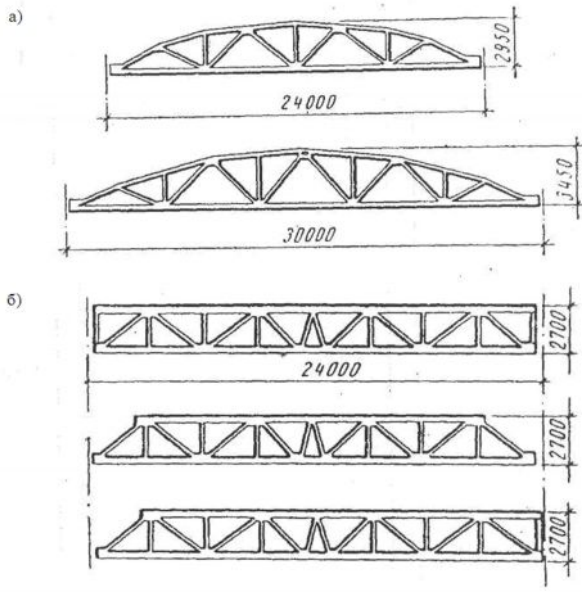


Рис. 3.5. Железобетонные стропильные фермы:
а – конструктивные схемы сборных железобетонных сегментных ферм; б – сборные железобетонные фермы с параллельными поясами

Одноэтажные здания могут иметь освещение: боковое естественное (рис. 3.1), верхнее естественное (рис. 3.2) или, наконец, искусственное – люминесцентными лампами дневного света.

Очертание ферм покрытия зависит от вида кровли, расположения и формы фонаря и общей компоновки покрытия. В зависимости от очертания верхнего пояса различают фермы сегментные (рис. 3.5, а), арочные, с параллельными поясами (рис. 3.5) и треугольные.

Стальной каркас применяют, в основном, в цехах с тяжелым режимом работы металлургической и машиностроительной промышленности при больших пролетах и значительных крановых нагрузках. Основными элементами несущего стального каркаса являются плоские поперечные рамы, образованные колоннами и стропильными фермами

(ригелями). На поперечные рамы опирают подкрановые балки, ригели (фермы), прогоны покрытия, фонари (рис. 3.6).

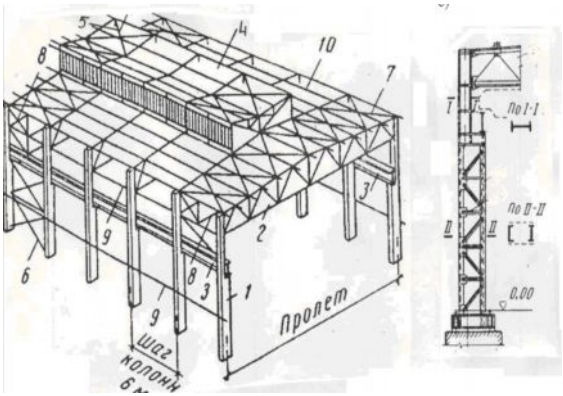


Рис. 3.6. Основные элементы стального каркаса промышленного здания (*а*); сквозная колонна (*б*):
1 – колонна рамы; 2 – стропильная ферма (ригель); 3 – подкрановая балка; 4 – фонарь; 5 – связи фонаря; 6 – вертикальные связи между колоннами; 7 – горизонтальные связи покрытия; 8 –вертикальные связи покрытия; 9 – ригель; 10 – прогоны

Под стальные колонны устраивают отдельно стоящие ступенчатые железобетонные фундаменты. База колонны и концы анкерных болтов располагаются под бетонной подготовкой пояса. Применяют два типа баз – шарнирные и жесткие.

Колонны стальные состоят из основной несущей части (стержня), оголовка и базы (рис. 3.6, *б*).

По конструктивной схеме промышленные здания бывают жесткими и гибкими (рис. 3.7). В одноэтажных промышленных зданиях с гибкой конструктивной схемой поперечных стен, как правило, нет и поэтому все горизонтальные нагрузки (от ветра, торможения кранов и др.) воспринимает поперечник здания, состоящий из колонн и опертой на них горизонтальной диафрагмы покрытия.

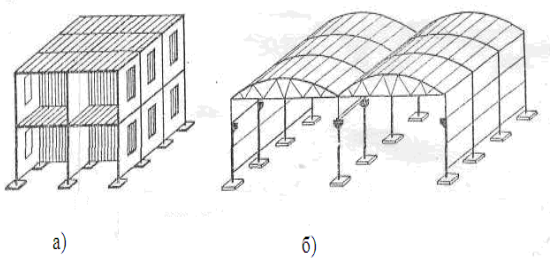


Рис. 3.7. Конструктивные схемы зданий:
а – жесткая; б – упругая

Недостатками одноэтажных зданий являются необходимость большой территории застройки с сопутствующим увеличением площади покрытия, расходов на инженерные сети, дороги, благоустройство и эксплуатационных расходов на уход за покрытиями.

3.2. Несущие конструкции многоэтажных зданий

Многоэтажные здания широко применяются для размещения предприятий легкой, пищевой, химической промышленности, легкого машиностроения и приборостроения. Многоэтажные здания выгодно отличаются от малоэтажных существенно меньшей площадью застройки и протяженностью инженерных сетей. Многоэтажные здания применяют преимущественно для возведения предприятий с относительно легким технологическим оборудованием (до 2,5 тс/м^2).

Многоэтажным зданиям обычно придают простую прямоугольную форму плана, что согласуется с технологическими требованиями и позволяет унифицировать и типизировать конструкции.

Многоэтажные здания классифицируют на здания малой, средней и большой гибкости. К первым относят здания с сеткой 6 х 6 м, ко вторым – с сетками 6 х 9, 6 х 12, 12 х 12 м, к третьим – здания с межферменными этажами (рис. 3.8).

Многоэтажные здания проектируют, как правило, в каркасной конструктивной системе с полным каркасом. Комбинированная

система с неполным каркасом и несущими наружными стенами применяется редко.

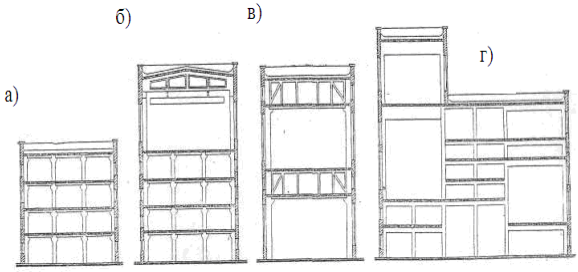


Рис. 3.8. Объемно-планировочная структура многоэтажных зданий:
а – регулярная; б – регулярная с верхним этажом зального типа; в – регулярно чередующаяся; г – нерегулярная

Материал каркаса должен отличаться высокой прочностью и долговечностью, т. е. свойствами, которые присущи стали и железобетону. Наибольшее распространение в отечественной практике получили железобетонные конструкции каркаса, преимущественно сборные. Применение стального каркаса ограничивается по экономическим требованиям, т. к. он уступает железобетонному по стоимости на 10 % и требует на 30–50 % большего расхода стали.

Стальной каркас используют в случаях, когда сборный железобетонный неприменим из-за наличия агрессивной по отношению к бетону внутренней среды, неунифицированных геометрических параметров здания, больших расчетных нагрузок на перекрытие. Встречается выборочное применение стальных конструкций для отдельных элементов здания, например для подкрановых балок и стропильных ферм покрытия верхнего этажа.

Сборный железобетонный каркас применяется с балочными и безбалочными перекрытиями, а также в сочетании с фермами перекрытий в зданиях с **межферменными этажами.**

Сборный балочный каркас (рис. 3.9) применяют для двух-, пятиэтажных производственных зданий легкой, химической, электротехнической и приборостроительной промышленности. Он

имеет унифицированные габариты (сетки колонн 6 х 6 и 6 х 9 м, высоты этажей 3,6; 4,2; 4,8; 6 и 7,2 м) и унифицированные величины расчетных нагрузок "на перекрытия (от 1,5 до 2,5 тс/м^2).

Каркас здания состоит из плоских рам (преимущественно поперечных), плит междуэтажных перекрытий и покрытий и связевых конструкций. Конструкции фундаментов, фундаментных балок и соединений колонн с фундаментами аналогичны применяемым в одноэтажных зданиях.

В высотных промышленных зданиях при особо больших пролетах и крановых нагрузках иногда применяют стальные каркасы. Элементы каркасов –колонны, ригели и связи могут быть сплошными или решетчатыми из двутавров, швеллеров, уголков и других профилей, соединенных сваркой.

Каркасы с каменными столбами устраивают обычно в зданиях небольшой высоты при малых пролетах и нагрузках. Столбы выкладывают из кирпича, а также из искусственных или естественных камней. Для повышения несущей способности столбы армируют горизонтальными стальными сетками, продольной арматурой или усиливают железобетонными сердечниками.

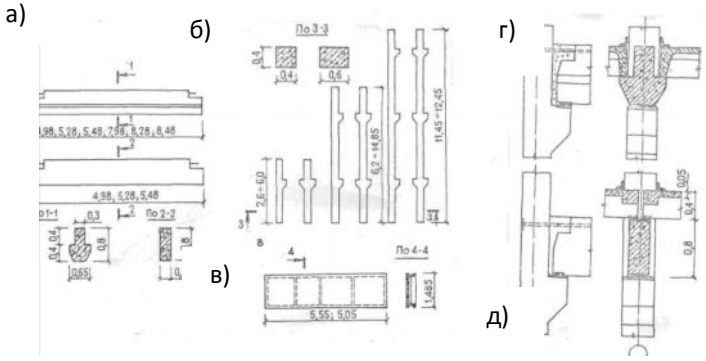


Рис. 3.9. Балочный сборный железобетонный многоэтажный каркас: *а – ригели; б – колонны; в – плиты перекрытий; г – стык таврового ригеля с колонной и перекрытиями; д – стык прямоугольного ригеля с колонной*

В практике также применяются разнообразные типы монолитных, сборных и сборно-монолитных безбалочных перекрытий (рис. 3.10). Их объединяет единый принцип членения на отдельные элементы, а также сопряжения и замоноличивания составных частей. Безбалочные перекрытия имеют меньшую высоту, чем балочные и при их применении уменьшается объем и стоимость здания. Сборные и сборно-монолитные безбалочные перекрытия с сеткой колонн 6 х 6 м собирают из 4 элементов – колонн, капителей, междуколонных плит – балок и средних плит-панелей. В качестве плит применяют пустотные или ребристые панели. Колонны членятся по этажам и их можно сопрягать в теле капителей посредством замоноличивания или выше перекрытия – сваркой и последующим замоноличиванием.

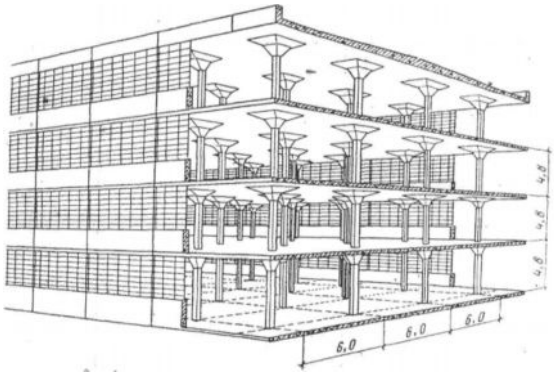


Рис. 3.10. Многоэтажное здание с безбалочным перекрытием

3.3. Вспомогательные здания и помещения промышленных предприятий

Нормальная деятельность производственного предприятия возможна лишь при наличии вспомогательных служб, размещенных в соответствующих зданиях и помещениях. Площадь этих помещений составляет $^1/_3 - ^1/_5$ производственных площадей. К вспомогательным относятся помещения бытового (санитарно-гигиенического), медицинского и культурно-массового обслуживания, общественного питания, аппарата управления,

общественных организаций, конструкторских бюро и учебных занятий. Вспомогательные помещения подразделяют на общезаводские и цеховые. Первые включают в себя помещения заводоуправления, клуб, конференц-зал, учебные помещения, поликлинику, фабрику-кухню и др. Обычно они проектируются сблокированными в виде общественного центра предприятия на основе принципов проектирования общественных зданий. Общественный центр предприятия обычно располагают на предзаводской площади.

В состав цеховых вспомогательных помещений входят бытовые помещения, медицинские пункты, столовые-доготовочные, красные уголки. Цеховые вспомогательные помещения проектируют встроенными в производственное здание, пристроенными к нему или в отдельно стоящем здании, объединенном с производственным под-, на- или надземным отапливаемым переходом (рис. 3.11).

Встроенные вспомогательные помещения («встройки») наиболее удобны в эксплуатации, т. к. пути от рабочих мест до обслуживающих помещений просты, минимальны и экономичны благодаря минимальным затратам территории и ограждающих конструкций. В то же время устройство встроенных помещений существенно ухудшает условия функционирования основного производственного помещения, нарушая режим его аэрации, естественного освещения, эвакуации, препятствуя его реконструкции и расширению.

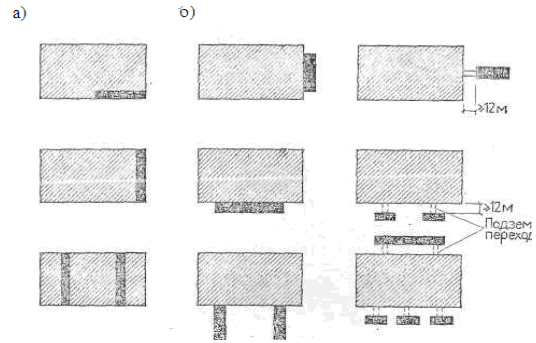


Рис. 3.11. Схемы размещения вспомогательных зданий и помещений:
а – встроенных; б – пристроенных; в – отдельно стоящих

Конструкции вспомогательных зданий проектируют из несгораемых материалов (как правило, из сборного железобетона) II класса капитальности со степенью огнестойкости не ниже III. Сборные конструкции вспомогательных зданий аналогичны каркасно-панельным конструкциям массовых общественных зданий и состоят из полного продольного или поперечного железобетонного каркаса одно-, двух- или четырехэтажными колоннами сечением 30 х 30 см, предварительно напряженных ригелей таврового сечения с полкой понизу, многопустотных (или ребристых) настилов перекрытий, легкобетонных панелей ненесущих или самонесущих наружных стен двухрядной разрезки (рис. 3.11).

Покрытия бесчердачные из железобетонных панелей. Все соединения сборных конструкций сварные с замоноличиванные цементным раствором. Перегородки между влажными помещениями – из железобетонных панелей или стеклоблоков, между остальными помещениями – из гипсобетонных панелей или плит.

3.4. Инженерные системы оборудования

Инженерное оборудование зданий составляют санитарно-технические системы и приборы отопления, вентиляции (включая кондиционирование воздуха), холодного и горячего водоснабжения, канализации, а также системы электрооборудования, слаботочных сетей радио, телефона, телевидения. Многоэтажные здания дополнительно оборудуются системами вертикального транспорта и мусороудаления. В ряде общественных и промышленных зданий и связи с их назначением применяются также специальные системы и установки по подаче и использованию холода (в торговых зданиях, в крытых катках и др.).

Системы и приборы инженерного оборудования разрабатывают на основе требований обеспечения комфорта внутренней среды, индустриальности и экономичности. Работа любой из систем должна быть энергетически обеспечена. Наиболее распространенными источниками энергоснабжения в городах являются электроэнергия, газ и тепловая энергия.

Источниками энерго- и теплоснабжения в городах служат городские или районные теплоэлектроцентрали – ТЭЦ, источниками газоснабжения – природный газ из систем крупных газопроводов или искусственный газ, вырабатываемый на газовых заводах путем сжигания твердого топлива.

Для обеспечения чистоты воздушного бассейна ТЭЦ и газовые заводы располагают вне города или в его периферийных районах, отделенных от жилых районов санитарно-защитной зоной. Тепло в виде воды и пары транспортируется от источника к потребителю по тепловым сетям (подземным трубопроводам). Также под землей располагаются сети газоснабжения, водопровода, канализации. Все они в совокупности с тепловым называются городскими инженерными сетями. При проектировании зданий предусматриваются вводы для приема систем энергоносителей. Наибольшая площадь (20–100 м^2) необходима для отопительных вводов (для отопления, вентиляции и горячего водоснабжения). Они размещаются в подвалах или первых этажах зданий.

Аварийное и автоматическое пожаротушение

Инженерные системы, обеспечивающие автоматическое пожаротушение при возникновении очагов возгорания в помещениях жилых и общественных зданий. Аварийные системы пожаротушения используют воду, химикаты, прекращающие процесс горения.

Дымоудаление

Инженерная система, проектируемая в виде вертикальных шахт с принудительным вентилированием в зданиях повышенной этажности и в ответственных зданиях с массовым пребыванием людей. Система срабатывает автоматически от общей системы пожарной сигнализации при возникновении очагов возгорания в помещениях и обеспечивает удаление дыма и газов из лестничных клеток, миртовых шахт.

Брандмауер

Внутренняя или внешняя стена здания (смежная с соседней постройкой при условии строительства без пожарного разрыва), проектируемая без оконных и дверных проемов из несгораемых материалов, способная выдержать огневой напор в течение

нормативного срока, устанавливаемого нормами пожарной безопасности (НПБ).

Вентиляция

Инженерная система, обеспечивающая нормативный объем воздуха в жилых или рабочих помещениях. Различают естественную и принудительную вентиляционные системы, которые функционируют либо за счет разности давления в помещениях и внешней среде, либо под воздействием вентиляционных установок.

Вентиляционная система состоит из воздухозаборников, вентиляционной камеры, в которой происходит механическая очистка воздуха, его обеззараживания, фильтрация, нагрев или охлаждение, осушение или увлажнение, падающей сети в каждое помещение здания и вытяжной сети, забирающей отработанный воздух для вывода его во внешнюю среду.

Водоснабжение

Инженерная система, падающая воду в здание для хозяйственных, санитарно-гигиенических и пищевых целей. Различают системы водоснабжения, имеющие вертикальную и горизонтальную разводку.

В ряде случаев проектируется автономная система подачи горячей воды за счет нагрева холодной воды в газовых или электробойлерах либо на здание в целом, либо в точке потребления (например, установка водонагревателей в каждой квартире).

В современных условиях рекомендуется предусматривать устройства в зданиях или в отдельных точках потребления (например, поквартирно) систему питьевого водопровода, работающего от сменного источника (установка крупногабаритных баллонов питьевой воды высокой степени очистки).

При необходимости устраиваются станции подкачки холодной и горячей воды, при отсутствии соответствующего давления в системе горводопровода.

Водоотведения

Инженерная система, обеспечивающая отвод отработанных (хозфекальных стоков) через вертикальные магистрали («стояки») в общегородскую или локальную канализационную сеть.

Газоснабжение

Инженерная система, обеспечивающая энергическое снабжение здания, является системой повышенной взрывопожароопасности. Проектируется специализированными предприятиями, имеющими соответствующие лицензии и разрешения. Газоснабжение в жилых зданиях разрешается для зданий высотой до 10-ти этажей. Технические условия проектирования газовых сетей определяется специальной нормативной литературой (СНиП, НГБ).

Заземление

Инженерная система, обеспечивающая безопасность людей от электростатического напряжения и блуждающих токов, которые способны накапливаться в металлических конструкциях зданий (например, в металлических трубопроводов, в металлической арматуре железобетонных конструкций и т. д.).

Для устройства защиты от этого вида поражающих человека факторов монтируется контур заземления, который объединяет металлоконструкции здания и выводит статическое напряжение за пределы здания и заглубляется под землю в соответствии с требованиями ТУ.

Защитные мембраны от распространения грызунов и насекомых

Для предотвращения распространения мышей, крыс, крупных насекомых в зданиях рекомендуется предусматривать горизонтальные и вертикальные мембраны из металлосеток, разделяющие здания на изолированные отсеки.

Такие мембраны необходимо в обязательном порядке устраивать в зданиях, где применяются деревянные, пластиковые конструкции, легкие утеплители (ППС) в многослойных конструкциях.

Молниезащита

Инженерная система, обеспечивающая безопасность людей от разрядов атмосферного электричества. Молниезащита позволяет обеспечивать перехват, возникающих в атмосфере, мощных разрядов электрической энергии и направляет их на контур заземления. Для целей обеспечения безопасности рекомендуются системы молниезащиты проектировать на кровлях зданий в виде металлических стержней, устанавливаемых на возвышающих частях здания (на миртовых

шахтах, вентиляционных каналах и т. д.). Дополнительно рекомендуется по периметру кровли устанавливать металлический барьер, соединенный с контуром заземления.

Мониторинговая система

Инженерная система, обеспечивающая постоянный контроль за состоянием и поведением несущих, ограждающих конструкций, покрытиями, а также за стабильностью работ всех систем инженерного оборудования зданий. Информация от точек постоянного объема информации направляется на центральный компьютер в диспетчерском пункте.

Постоянное слежение за параметрами работы инженерных систем и конструкций здания позволяет обеспечивать экономию затрат на все операции, связанные с обслуживанием и современным ремонтом систем здания.

Мусороудаление

Инженерные системы, обеспечивающие сбор, сортировку, упаковку и удаление твердых бытовых и пищевых отходов из жилых и общественных зданий. Оптимальное решение этой проблемы оказывает существенное влияние на создание качественной среды обитания человека.

Отопление

Инженерная система, обеспечивающая нормативный температурный режим в помещениях проектируемого здания.

Различают централизованные, автономные и индивидуальные системы теплоснабжения зданий, т. е. либо используются общегородские источники тепла, либо устанавливаются автономные котельные для отдельных зданий.

Источником автономного теплоснабжения могут быть наземные или крышные тепловые агрегаты, работающие на газовом, жидком топливе или от электросетей.

Автономные источники теплоснабжения являются наиболее предпочтительными, т. к. позволяют гибко регулировать температуру теплоносителя, в соответствии с изменениями температуры внешней среды.

Автономные источники теплоснабжения требуют меньше эксплуатационных затрат, т. к. исключаются магистральные и квартальные сети теплоснабжения и инженерные сооружения на этих сетях.

Индивидуальные системы теплоснабжения устанавливаются в квартирах жилых домов и используются в качестве источника тепла газовые или теплоэлектронагревательные приборы различных типов.

Пожарная сигнализация, аварийное оповещение

Инженерная система, в обязательном порядке проектируемые в гражданских зданиях и позволяющие обеспечить предупреждение людей о возникновении аварийных ситуаций, опасных для их здоровья и их жизни.

Пожарные гидранты

Вертикальная и горизонтальная разводка противопожарного водовода в гражданских зданиях с приспособлениями для подключения рукавов, обеспечивающих пожаротушение струей воды с нормативным напором. Для обеспечения нормативного напора воды в пожарном гидранте устраивается аварийная насосная для пожаротушения, включающаяся автоматически от общей системы пожарной сигнализации

Солнцезащита

Система инженерных мероприятий, обеспечивающих предупреждение сверхнормативной инсоляции, перегрева стеновых конструкций.

Электроснабжение

Инженерная система, обеспечивающая подачу электрического напряжения в здания для технических и бытовых целей. Электросети состоят из центрального щитового пульта управления, снабженного автоматами аварийного отключения сети, разводящих электросетей и заземления.

Потенциально опасные материалы и нейтрализация их вредного воздействия на человека

Целый ряд материалов, используемых при возведении гражданских зданий, представляет собой потенциальную опасность для человека в случае их концентрации в помещениях. Во избежание такой опасности санитарные нормативы (СанПИНы, ГНы) устанавливают нормы использования таких материалов в строительных конструкциях. Предусматривается максимальный коэффициент наполнения

помещения полимерными материалами, рекомендуется усиливать вентиляционные системы и другие инженерные мероприятия, предупреждающие возникновение предельно-допустимых концентраций (ПДК) газов в помещениях зданий.

3.5. Размещениепромышленных районов и роза ветров

Городские промышленные районы с предприятиями, выделяющими производственные вредности (газ, дым, копоть, пыль, неприятные запахи, шум), необходимо располагать с подветренной стороны по отношению к ближайшему району селитебной части города (селитебной называют территорию города, предназначенную для расположения жилых и общественных зданий, а также зеленых насаждений – садов, парков, скверов, бульваров, стадионов). Кроме того, промышленные предприятия должны быть удалены от селитебной территории на некоторое расстояние в соответствии со степенью вредности предприятия. Полоса между источником производственных вредностей и границей селитебной территории, называется санитарно-защитной зоной.

Промышленные предприятия в зависимости от вида производства, выделяемых вредностей и условий технологического процесса, а также с учетом проведения мероприятий по очистке вредных выбросов в атмосферу делят на пять классов: предприятия с особо вредными производствами относятся к I классу, с наименее вредными – к V классу.

Предприятиям I класса требуется устраивать санитарно-защитные зоны шириной 1000 м, предприятиям II, III, IV и V классов необходимы санитарно-защитные зоны шириной соответственно 500, 300, 100 и 50 м.

В санитарно-защитной зоне между селитебной территорией и промышленными предприятиями с вредными выделениями допускается размещать промышленные предприятия с меньшим классом вредностей при условии, что между размещаемым промышленным предприятием и жилыми и общественными

зданиями будет сохранена санитарно-защитная зона, требуемая для предприятия с меньшим классом вредностей.

В санитарно-защитной зоне допускается располагать пожарные депо, бани, прачечные, гаражи, склады, административно-служебные здания, торговые здания, столовые, амбулатории и т. п., помещения для аварийного персонала и охраны данного предприятия, а также стоянки для общественного и индивидуального автомобильного транспорта.

В санитарно-защитной зоне со стороны селитебной территории рекомендуется предусматривать полосу древесных насаждений шириной не менее 50 м, а при ширине зоны до 100 м – не менее 20 м.

Производства с источниками внешнего шума с уровнями звука 50 дБА и более следует размещать по отношению к жилым и общественным зданиям в соответствии с главой СНиП по защите от шума.

При размещении предприятий и промышленных узлов, влияющих на состояние вод, должны соблюдать основы Водного законодательства Казахстана.

Размещение предприятий в прибрежных полосах (зонах) водоемов допускается только при необходимости непосредственного примыкания площадки предприятия к водоемам по согласованию с органами по регулированию использования и охране вод. Количество и протяженность примыканий площадок предприятий к водоемам должны быть минимальными.

При размещении предприятий и промышленных узлов на прибрежных участках рек и других водоемов планировочные отметки площадок предприятий должны приниматься не менее чем на 0,5 м выше расчетного наивысшего горизонта вод с учетом подпора и уклона водотока, а также нагона от расчетной высоты волны, определяемой в соответствии с главой СНиП 2.06.04-82* по нагрузкам и воздействиям на гидротехнические сооружения. За расчетный горизонт надлежит принимать наивысший уровень воды с вероятностью его превышения для предприятий, имеющих народно-хозяйственное значение.

При размещении промышленных предприятий, выделяющих производственные вредности, необходимо учитывать направление господствующих ветров с тем, чтобы они уносили вредные выделения в сторону от селитебной территории. Господствующее направление ветров принимают по розе ветров, которая представляет собой схему распределения ветров по направлению и повторяемости, а иногда по скорости (рис. 3.12).

Для построения розы ветров по направлению и повторяемости проводят из одной точки прямые по направлению шестнадцати румбов и на каждой из них откладывают столько единиц, сколько раз в этом направлении за данный промежуток времени дул ветер; концы отрезков соединяют прямыми линиями. Розы ветров строят для годового периода или для различных времен года.

Покажем порядок построения розы ветров на месяц и многолетний период.

Предположим, нужно составить розу ветров на месяц. Для этого сначала подсчитывают, сколько дней в месяце дул ветер и в каком направлении. На бумаге чертят схему, показывающую основные и промежуточные стороны горизонта. Вдоль каждой линии по выбранному масштабу (например, 1 день – 0,5) откладывают отрезки, соответствующие направлению ветра в каждой день. Точки, отмеченные на линиях, последовательно соединяют (рис. 3.12). Роза ветров показывает, какие ветры преобладали в этом месяце.

При построении розы ветров по повторяемости скорости определяют для каждого направления не только повторяемость, но и скорость ветра (рис. 3.12, *б*). Затем величину повторяемости каждого направления умножают на соответствующую среднюю скорость. Полученные величины выражают в процентах от общей суммы и откладывают в определенном масштабе по направлениям румбов.

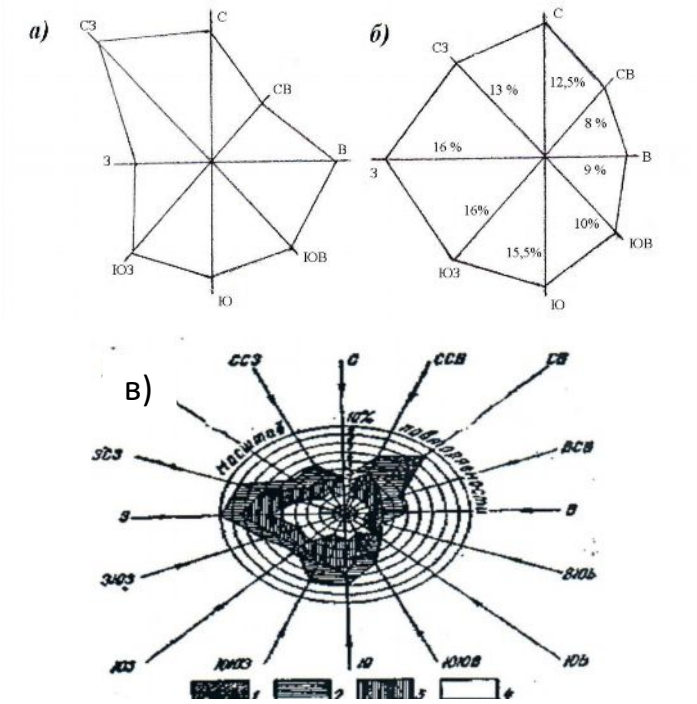


Рис.3.12.Постреление роза ветров: *а – установление господствующего направления ветра на месяц; б – повторяемости ветров по градации скорости; в – роза повторяемости и сила ветров: 1- шторм (υ>18 м/с); 2- сильный (18>υ>10 м/с); 3-средний ((10>υ>5 м/с); 4- слабый (5>υ>0,5 м/с).*

Повторяемость ветров различных направлений с показанием повторяемости разных градаций скорости ветров для каждого направления (румба), приведена в табл. 3.1.

По данной таблице 3.1 розу ветров строим следующим образом (рис. 3.13). Из одной общей точки проводим линии, соответствующие направлениям румбов, а затем на каждой из этих линий откладываем от общей точки в принятом масштабе проценты повторяемости ветров определенного румба.

Таблица 3.1

Румбы	Градации скоростей ветров (м/с)					
	≤1	2 – 5	6 – 10	11 – 15	>15	Итого
С	2	5	3	1,5	1	12,5
СВ	1	3	1,5	1,5	1	8
В	1	5	1,5	1	0,5	9
ЮВ	2	5	1,5	1	0,5	10
Ю	3	7	3	1,5	1	15,5
ЮЗ	3	9	1,5	1,5	1	16
З	2	10	3	0,5	0,5	16
СЗ	1	7	4	0,5	0,5	13
ИТОГО	15	51	19	9	6	100,0

Исходя из господствующего направления ветров, желательно продольную среднюю часть здания располагать перпендикулярно по отношению ветра (рис. 3.13).

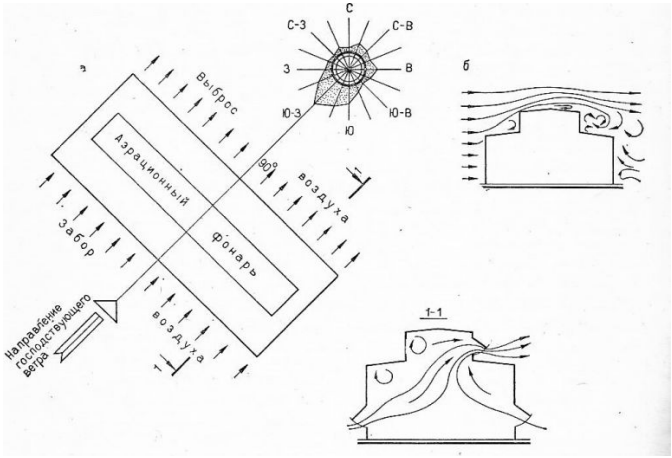


Рис. 3.13. Схема расположения здания по данным розы ветров: *а – схема ориентации здания, способствующая повышению эффективности аэрации; б – схема движения воздуха у поверхности здания при ветре; в – схема обтекания ветрового потока внутри здания через аэродинамический фонарь*

4. СТРОИТЕЛЬСТВО В РАЙОНАХ С ОСОБЫМИ ПРИРОДНЫМИ УСЛОВИЯМИ

В нашей Республике имеются большие по площади районы, отличающиеся особыми природными условиями, которые обязательно учитывают при проектировании и возведении зданий и сооружений.

К районам с особыми природными условиями относятся сейсмические (около 20 %) территории, оползневые (10 %), селевые (10 %), снежнолавинные (15 %), подрабатываемые (5 %) и территории с жарким (30 %) климатом).

4.1 Строительство в сейсмических районах

Сейсмическими называются районы, подверженные землетрясениям. Землетрясения – это колебания поверхности Земли. Они могут быть такими слабыми, что только детская колыбель слегка качнулась бы. Но бывают и настолько катастрофическими, что разрушают горы и стирают целые города с лица Земли. На самом деле колебания земли могут вызываться самыми различными причинами – от проезда тяжелой транспортной техники до извержения вулкана. Крупные землетрясения происходят при разрыве и перемещении горных пород в местах столкновения гигантских тектонических плит, из которых состоит земная кора.

К строительству зданий и сооружений в сейсмических районах предъявляются особые требования, изложенные в Нормах и правилах строительства в сейсмических районах.

Сейсмичность пункта строительства уточняется по картам сейсмического микрорайонирования. Сейсмическое микрорайонирование территорий строительства и населенных мест производится по материалам, характеризующим физико-механические свойства грунтов, геологические и гидрогеологические условия и рельеф местности.

Наиболее благоприятными в сейсмическом отношении грунтами являются невыветренные скальные и полускальные породы, а также плотные и маловлажные крупнообломочные грунты. Неблагоприятными грунтами являются насыщенные

водой гравийные, песчаные и глинистые (макропористые), а также пластичные, текучие глинистые (не макропористые) грунты.

К неблагоприятным в сейсмическом отношении условиям строительной площадки относятся: сильно расчлененный рельеф местности (обрывистые берега, овраги, ущелья и др.); выветренность и сильная нарушенность пород физико-геологическими процессами; близкое расположение линий тектонических разрывов.

При необходимости строительства зданий и сооружений в районах оползней, осыпей, обвалов, плывунов, горных выработок и т. п. должны быть осуществлены мероприятия по обеспечению сейсмостойкости зданий и сооружений согласно, особым, проектам по инженерной подготовке площадки. Во всех случаях не следует допускать расположения строительных площадок в местах, затопляемых, заболоченных, с высоким уровнем грунтовых вод, в зонах насыпных грунтов, оползней, карстов, осыпей, обвалов и селевых потоков.

В СНиПе основные типы грунтов с точки зрения их сейсмоустойчивости делят на три категории. **К первой категории** относят скальные и полускальные, а также особо плотные крупноблочные породы при глубине уровня грунтовых вод не менее 15 м; ко **второй категории** – глины и суглинки, пески и супеси при толщине слоя менее 8 м, а также крупнообломочные грунты при толщине слоя 6–10 м; к **третьей категории** – глины и суглинки, пески и супеси при толщине слоя менее 4 м, а также крупнообломочные грунты при толщине слоя менее 3 м.

При строительстве на грунтах первой категории расчетную сейсмичность района строительства, определенную по картам, можно снизить на 1 балл. Грунты второй категории соответствуют нормативной балльности сейсмики, определяемой по картам. При грунтах третьей категории 6- и 7-балльную сейсмичность нужно повысить на 1 балл, а при 9-балльной нормативной сейсмичности рекомендуется подобрать другую строительную площадку с меньшей сейсмичностью.

При проектировании зданий и сооружений, предназначенных для строительства в сейсмических районах, следует применять конструктивные решения, позволяющие до

минимума снижать сейсмические нагрузки. Поэтому рекомендуют применять симметричные конструктивные схемы, легкие ограждающие конструкции и такие несущие относительно обеих осей здания в плане конструкции, которые обеспечивают развитие пластических деформаций в элементах и стыках.

При проектировании здании и сооружений, возводимых в сейсмических районах, кроме расчета конструкций на обычные нагрузки (собственный вес, временные и другие нагрузки) проводятся расчеты на воздействие сейсмических сил, которые условно принимают действующими горизонтально. Сила землетрясения устанавливается по 12-балльной шкале.

При проектировании особо ответственных зданий и сооружений значения определенные обычным способом 6- и 7-балльную сейсмостойкость переводят в 8 и 9-балльную, а при 9-балльной нормативной сейсмичности расчетные сейсмические нагрузки умножают на дополнительный коэффициент 1,5.

Здания должны иметь простую форму плана (квадрат, прямоугольник, круг и т. п.). Здание сложной формы должно быть разделено на отсеки простой формы (рис. 4.1). В каждом отсеке необходимо соблюдать жесткость и симметричность расположения несущих вертикальных конструкций. Предельные размеры зданий (отсеков) с разными типами несущего остова приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Предельные размеры зданий

Несущие конструкции зданий	Размеры по длине (ширине), м			Высота, м (число этажей)		
	7	8	9	7	8	9
1. Металлический или железобетонный каркас или стены железобетонные монолитные	По требованиям для несейсмических районов, но не более 150м.			По требованиям для несейсмических районов		

Продолжение табл. 4.1.

2. Стены крупнопанельные	80	80	60	45(14)	39(12)	39(9)
3. Стены комплексной конструкции (железобетонные включения и железобетонные пояса образуют легкую каркасную систему	80	80	60	23-30 (7-9)	20-23 (6-7)	14-17 (4-5)
4. Тоже, но не образуют четкий каркас	80	80	60	17-20 (5-6)	14-17 (4-5)	11-14 (3-4)
5. Стены из вибрированных кирпичных панелей или блоков	80	80	60	23 (7)	20(6)	14(4)
6. Стены из кирпичной или каменной кладки	80	80	60	14-17 (4-5)	11-14 (3-4)	8-11 (2-3)

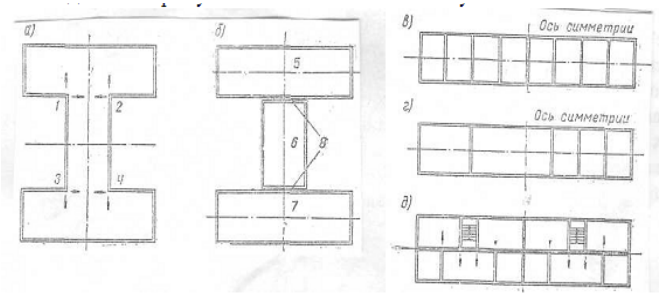


Рис. 4.1. Схемы расположения несущих стен в зданиях, возводимых в сейсмических районах:
а – неправильное расположение (входящие углы 1–4 подвергаются разрушению); б – правильное расположение стен (образующие замкнутые сейсмостойкие отсеки 5, 6, 7, 8 – антисейсмический шов); в – рекомендуемое симметричное расположение поперечных стен;

г – не рекомендуемое несимметричное расположение поперечных стен; д – не рекомендуемое расположение стен зданий (сейсмические силы будут стремиться разрушить примыкающие стены)

Антисейсмические швы (из парных стен или колонн) должны разделять здание на отсеки по всей его высоте. Ширину шва при высоте здания до 5 м принимают ≥30 мм. На каждые следующие 5 м высоты здания ширину антисейсмических швов увеличивают на 20 мм.

Фундаменты здания

При строительстве в сейсмических районах глубину заложения фундаментов назначают не менее 1 м, причем грунты III категории требуют искусственного улучшения. Фундаменты зданий и их отдельных отсеков следует закладывать на одной глубине, а в зданиях повышенной этажности нужно предусматривать дополнительное заглубление фундаментов.

При прохождении сейсмических волн фундаменты зданий и сооружений могут испытывать подвижку относительно друг друга, поэтому рекомендуется возводить сплошные плитные фундаменты или фундаменты из перекрестных лент (рис. 4.2, *в*) в монолитном или сборном варианте. Для усиления сборных фундаментов обязательно устраивается перевязка блоков в узлах и укладка дополнительных арматурных сеток. В каркасных зданиях допускается применение отдельных фундаментов, которые должны раскрепляться железобетонными вставками (рис. 4.2, *б)*.

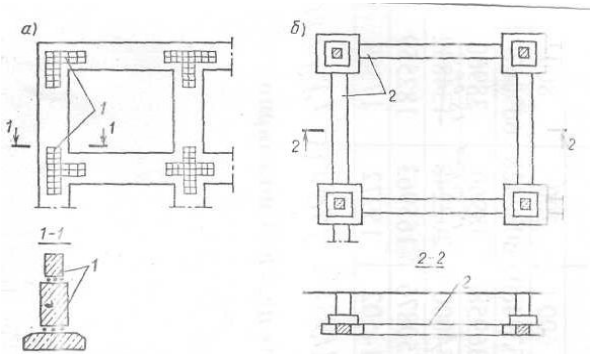


Рис. 4.2. Конструкции фундаментов в сейсмически

опасных районах:
а – из перекрестных лент; б – закрепление отдельно стоящих фундаментов железобетонными вставками;
1 – сварные сетки; 2 – связевые вставки

Применение свайных фундаментов требует жесткой заделки свай в непрерывные ростверки, располагающиеся на одном уровне, причем следует опирать нижние концы свай на более плотные слои грунтов оснований. Следует отметить, что устойчивость оснований и фундаментов в сейсмически опасных районах гарантирует нормальную эксплуатацию здания только в том случае, если и вся надземная часть здания возведена с учетов сейсмических воздействий.

При свайных фундаментах следует применять забивные сваи, а не набивные. Набивные сваи без оболочек не применяют. Ростверк свайного фундамента должен быть заглублен в грунт. Для многоэтажных каркасных зданий применяют фундаменты в виде перекрестных лент или сплошной плиты.

Особенности конструирования каркасных зданий. В каркасных зданиях горизонтальную сейсмическую нагрузку воспринимают каркас с жесткими узлами рам, каркас с заполнением, каркас с вертикальными связями, диафрагмами или стволами жесткости. При расчетной сейсмичности 7...8 баллов допускают применять наружные каменные стены высотой не более 7 м.

Диафрагмы, связи и ядра жесткости должны быть непрерывными по всей высоте здания и расположены в обоих направлениях равномерно и симметрично относительно центра тяжести здания. При выборе конструктивных схем следует предусмотреть возникновение первых пластических зон в горизонтальных элементах каркаса (ригелях, перемычках и обвязочных балках).

По способу изготовления и возведения железобетонные каркасы зданий могут быть сборными, сборно-монолитными и монолитными. Жесткие узлы железобетонных рам должны быть усилены применением сварных сеток и замкнутых хомутов (рис. 4.3).

Участки ригелей колонн, примыкающие к жестким узлам рам на расстояние, равном не менее высоты их сечения,

усиливают дополнительной замкнутой поперечной арматурой (хомутами) с шагом не более 100 мм в рамных системах и не более 200 мм в связевых системах. При расчетной сейсмичности 8 и 9 балла шаг хомутов в колоннах рам не должен превышать $b/2$, где b – наименьший размер сечения колонны. Диаметр хомутов следует принимать не менее 8 мм.

В сборно-монолитном каркасе колонны и плиты перекрытий объединяют в единую конструкцию путем натяжения на бетон канатной арматуры. Ее пропускают через отверстия колонн в зазорах между крупноразмерными панелями перекрытия.

Сборные колонны многоэтажных зданий по возможности следует укрупнять на несколько этажей. Стыки колонн необходимо располагать в зонах с минимальными изгибающими моментами.

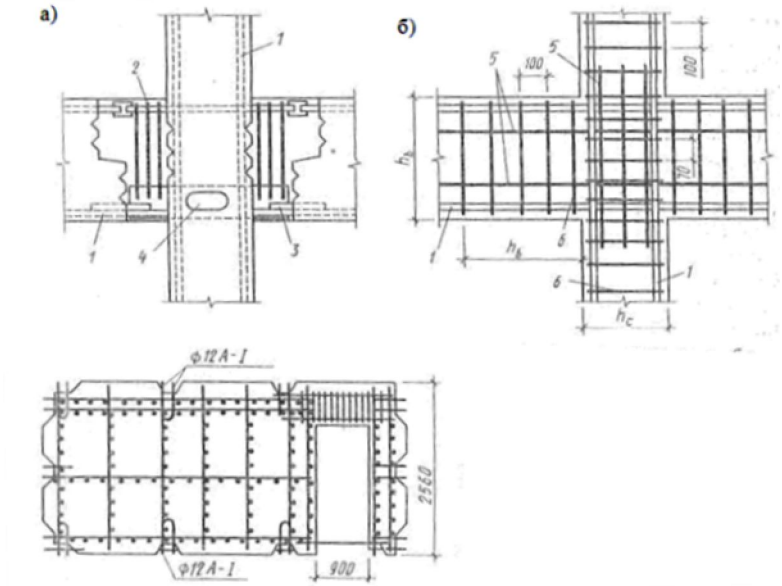


Рис. 4.3. Сейсмоконструирование узлов:
а, б – армирование узла сборной и монолитной железобетонной рамы; в – конструктивное решение стыковых соединений панелей

внутренних стен крупнопанельных зданий; 1 – продольная арматура; 2 – то же, поперечная; 3 – усиленный арматурный выпуск; 4 – опорный столик из уголков с отверстием; 5 – дополнительная продольная арматура; 6 – поперечная арматура

Особенности конструирования крупнопанельных и объемно-блочных зданий. Для зданий сейсмических районов рекомендуют принимать конструктивную схему с несущими поперечными и продольными стенами. Панели стен и перекрытий соединяют путем сварки выпусков арматуры, анкерных стержней и закладных деталей. Таким образом, все элементы зданий объединяют в единую пространственную конструкцию, способную воспринимать сейсмические нагрузки. Несущую способность зданий повышают путем применения вертикальной напрягаемой арматуры.

Фундаменты применяют ленточные из монолитного железобетона. При больших нагрузках и слабых грунтах может оказаться рациональным фундамент в виде сплошной монолитной плиты.

Стеновые панели армируют пространственными каркасами. Пример конструктивного решения внутренней стеновой панели и ее стыков показан на рис. 4.3, *в*. Стены по всей длине и ширине здания должны быть, как правило, непрерывными.

Благодаря большой пространственной жесткости и способности перераспределять усилия, объемно-блочные здания вполне подходят для строительства в сейсмических районах. При строительстве блоки размером на всю комнату соединяют по высоте только по углам. Однако по всем граням блоков устанавливают вертикальную арматуру. Для повышения жесткости горизонтальных стыков блоков целесообразно устраивать шпоночные связи.

Для снижения сейсмических нагрузок устраивают в зданиях, так называемый, первый гибкий этаж, т. е. первый этаж многоэтажных зданий выполняют каркасным. Последнее время такое решение подвергается к жесткой критике.

Особенности конструирования каменных зданий. В зданиях с несущими стенами из кирпича или каменной кладки, кроме наружных продольных стен, должно быть не менее одной

внутренней продольной стены. При этом соблюдают требования по минимальной ширине простенков и максимальной ширине проемов.

Сейсмостойкость каменных стен зданий повышают арматурными сетками, вертикальными железобетонными элементами (сердечниками), предварительным напряжением кладки. В уровне перекрытий и покрытий зданий устраивают антисейсмические железобетонные пояса по всем продольным и поперечным стенам. Связь поясов с кладкой может быть усилена выпусками арматуры и железобетонными анкерами.

Антисейсмические пояса устраивают на всю ширину стены. Высота поясов должна быть не менее 150 мм. Их возводят из бетона класса не ниже В12, 5 и армируют четырьмя продольными стержнями диаметром 10 и 12 мм при расчетной сейсмичности соответственно 7, 8 и 9 баллов. Кроме того, армируют горизонтальной арматурой все угловые участки наружных стен и сопряжения внутренних стен и наружных. Аналогичное армирование применяют для стен из монолитного бетона.

Проемы большой ширины и узкие простенки окаймляют железобетонной рамкой (рис. 4.4). Перемычки устраивают, как правило, на всю толщину стены и заделывают в кладку на глубину не менее 350 мм (при ширине проема до 1,5 м – не менее 250 мм).

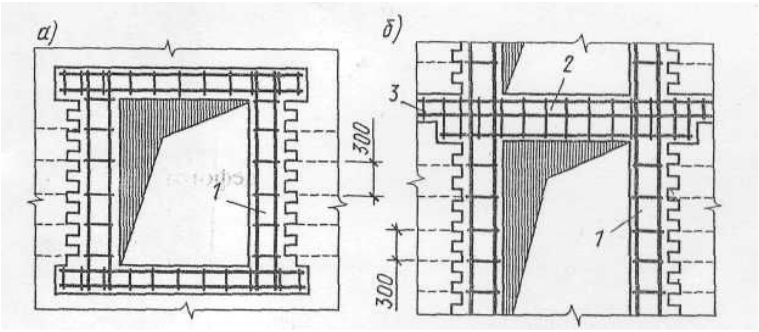


Рис. 4.4. Усиление граней оконных (*а*) и дверных (б) проемов:

1 – железобетонный сердечник; 2 – железобетонная перемычка, объединенная с обвязкой; 3 – железобетонная обвязка

Первые этажи зданий, включающие магазины и другие помещения свободной планировки (с колоннами), выполняют в железобетоне.

Здания с пролетами 18 м и более следует перекрывать металлическими фермами в сочетании с алюминиевыми панелями или профилированным стальным настилом, утепленным пенополистиролом или другими эффективными легкими материалами. Предварительно напряженные железобетонные конструкции, в которых арматура не имеет сцепления с бетоном, применять не разрешается.

Лестницы рекомендуется применять крупносборные с заделкой в кладку не менее чем на 250 мм, с анкерованием или с надежными
сварными креплениями. Консольная заделка ступеней не допускается. Дверные и оконные проемы при сейсмичности 8 и 9 баллов должен иметь железобетонное обрамление.

Перегородки следует применять крупнопанельные или каркасной конструкции, причем они должны быть надежно связаны с перекрытиями и стенами или колоннами. Балконы должны выполняться в виде консольных выпусков панелей перекрытий (или надежно с ними соединяться). Вынос балконов допускается при сейсмичности 7 баллов $\leq$1,5 м, а при сейсмичности 8–9 баллов $\leq$1,25 м. Отделку помещений следует производить с использованием легких листовых материалов (сухой штукатурки, фанеры, древесноволокнистых плит и т. п.).

Покрытия одноэтажных зданий для строительства в сейсмических районах следует принимать сборно-монолитной конструкции. Многопролетные стропильные покрытия, как и многоволновые оболочки для сейсмических районов, целесообразно проектировать неразрезными с целью повышениях их жесткости и устойчивости.

Строительство жилых домов из сырцового кирпича, самана и грунтоблоков допускают лишь в сельских населенных пунктах при условии усиления стен деревянным каркасом с диагональными связями.

4.2. Землетрясения и сейсмостойкие здания в Казахстане

По поверям древних азиатов, Земля покоится на рогах огромного быка. Когда он устает ее нести, то начинает перебрасывать с одного рога на другой – от этого она и трясется. В сибирских сказаниях быка заменяет лось, в Японии – рыба, в Индии – слон, а у некоторых народов – дракон и т. д. Катастрофические землетрясения происходят и в наши дни. Все это говорит о том, что многие, происходящие в глубине Земли, где землетрясения зарождаются, пока еще недостаточно изучены.

Южная и юго-восточная части территории республики относятся к районам, подверженным тектоническим землетрясениям. Протяженность сейсмоопасных районов с запада на восток составляют около 2000 км при средней ширине 150 км. В пределах этой территории известны сильнейшие землетрясения, вошедшие в число мировых катастроф.

На этой территории расположены Алматинская, Южно-Казахстанская и Жамбылская область, а также отдельные районы Восточно-Казахстанской области. В Западном Казахстане проявляются слабые тектонические землетрясения. Однако предполагается, что в Атырауской и Мангистауской областях возможны землетрясения техногенного характера. Техногенные или возбужденные, или наведенные землетрясения возникают при разработке нефтяных и газовых месторождений, при нагнетании воды в скважины и при заполнении крупных водохранилищ водой, а также при помощи мощных подземных взрывах.

По данным Агентства Республики Казахстан по чрезвычайным ситуациям опасности воздействиям землетрясений подвержено около 450 тысяч квадратных километров территории республики, где проживает около 6 миллионов людей. На сейсмоопасной территории расположено 27 городов и более 400 населенных пунктов. На этой территории находится около 40 % промышленного потенциала республики.

На территории Алматинской области выделено несколько потенциально опасных зон. Одна из них – Кастекское – расположена в непосредственной близости от г. Алматы, в 20–30 км к юго-западу от него.

В сейсмотектоническом отношении город размещен в крайне сложных условиях. Южная часть города Алматы от речки Малая Алматинка до речки Каргалинка (между проспектами Райымбека и Аль-Фараби отнесена к 9- тибальной зоне, а территория прилавков (южнее пр. Аль-Фараби и восточнее у речки Малой Алматинки) – к 10-тибальной зоне.

Территория города северное пр. Райымбека находится в 10-тибальной зоне с отдельными участками, характеризующими благоприятными грунтовыми условиями – зоной 9-тибальной сейсмоопасности.

В случае возникновения землетрясения с магнитудой до 7,5 баллов в Кастекской зоне г. Алматы безвозвратные потери могут составить более 150 тыс. человек, без крова останется более 700 тыс. человек. Выход жилищного фонда по многоэтажным зданиям индивидуальной постройки составит 35 %, а по частному малоэтажному сектору более 70 %. Суммарный материальный ущерб в денежном выражении превысит 400 млрд. тенге.

Развитие сейсмостойкого строительства в Казахстане неразрывно связано с развитием проектирования, научных исследований и строительства сейсмостойких зданий и сооружений в г. Алматы и Алматинской области – самом большом и сейсмоопасном регионе республики. Опыт катастрофических землетрясений в предгорьях Заилийского Алатау (1887, 1889, 1911 гг.) показал, что наряду со значительными разрушениями основной массы зданий и сооружений, сохранились здания, хорошо перенесшие землетрясения наивысших классов энергии.

Для описания катастрофичности землетрясений вспомним 1911 год.

Рождественский праздник в канун 1911 г. был омрачён известием о сильном землетрясении, постигшем 22 декабря г. Верный (Алма-Ата). Землетрясение охватило огромную территорию. Город был разрушен. Было много жертв.

Такие же землетрясения были в Ташкенте (25.04.1966 г.), в Газлы (1976 г.), в Армении (07.12.1988 г.), Таразе (11.05.1971 г.), на Сахалине и т. д.

Одним из первых в нашей стране документов, регламентировавших строительство зданий в сейсмических районах, можно считать распоряжение верненского генерал-губернатора, согласно которому допускалось строительство деревянных зданий на каменных фундаментах и, в основном, запрещалось строительство саманных и кирпичных зданий.

Качественно новый этап в развитии антисейсмического строительства в стране наступил в связи с переходом на широкое применение в строительстве сборного железобетона. Этот период совпал с выходом в свет новых норм на сейсмостойкое строительство (СН 8-57), в основу которых была положена динамическая теория сейсмостойкости.

Наиболее древними сейсмостойкими конструкциями являются деревянные здания с сейсмоизолирующими подушками. Например, по проектам А. П. Зенкова (1863–1936) в Алматы в 1907 г. построен кафедральный собор из дерева высотой 53,3 м, который выдержал 8-мибальный натиск Кеминского землетрясения 1911 г. (рис. 4.5). Эпицентр его находился в долине реки Большой Кемин. Брусья для кладки стен сечением 18 х 27 и 27 х 27 см изготовляли из высушенной тяньшанской ели. Собор состоит из двух прямоугольных объемов размерами по плану 31 х 31 и 225 х 12. Стены в углах и простенках скреплены восемью сквозными вертикальными болтами. Стены с наружной и внутренней стороны оштукатурены известково-алебастровым раствором по дранке. Под нижним венцом находится изолирующий слой из тройного ряда тонких сухих досок, уложенных поперек стен. Доски осмолены и обработаны дезинфицирующим раствором. Вдоль нижнего венца устроены вентиляционные колонны с небольшими отдушинами снаружи и вытяжными трубами внутри. Здание собора стоит на плите из бутовой кладки толщиной 1 м на известковом растворе. Плита облицована гранитом, из гранита же сделан цоколь здания. Конструктивно получается так же, как у японских пагод: деревянная конструкция стоит на каменной плите, но здесь есть один очень

любопытный элемент – кольцевая подземная галерея, окружающая весь фундамент. Назначение этой галереи, говоря современным языком – отражать поверхностные сейсмические волны (среднеазиатский способ построения монументальных зданий). При землетрясении самым активным образом колеблется верхний слой грунтовой толщи, а в глубину эти колебания довольно быстро уменьшаются. Когда же на пути распространяющихся поверхностных волн встречаются рвы и канавы, волны отражаются от их стенок и получается, что сооружение, окруженное рвом, находится как бы в зоне затишья.

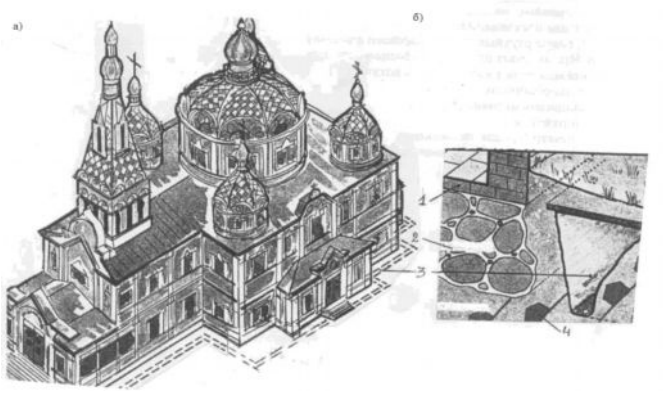


Рис. 4.5. Система защиты фундамента Софийского кафедрального собора в Алматы:
а – общий вид; б – фрагмент сейсмозащиты фундамента;
1 – гранитный цоколь; 2 – монолитная плита под собором;
3 – обходная галерея вокруг собора; 4 – воздействие сейсмических волн

Профессором Байнатовым Ж.Б. разработан ряд оригинальных конструкций сейсмогасителей колебаний грунтов и зданий.

Подземный сейсмоизолирующий экран зданий (патент РК № 20744).

Сущность предложенного технического решения для защиты фундаментов зданий и сооружений от сейсмоколебаний грунта состоит в том, что изоляция фундаментной части здания

от сильных амплитудных колебаний грунта в основном осуществляется при помощи экранов расположенных в толще грунта. Это достигается двумя рядами скважин, пробуренными на разных расстояниях от фундамента в шахматном порядке в плане вокруг здания, глубиной не менее полутора высоты фундамента. При этом скважины, расположенные вдоль ближней линии к фундаменту, бурят меньшей глубины по сравнению с глубиной скважин, расположенных вдоль дальней линии (рис. 4.6). Причем, двухрядность скважин, их шахматный порядок расположения вдоль линии, их разнообразие по глубине бурения, а также наполненность скважин упругими эластичными отработанными автопокрышками и пластиковыми бутылками, наполненными воздухом – все эти факторы обуславливают эффективное гашение сильных колебаний, распространяющихся по поверхностным грунтам земли, за счет разности плотности грунтов вокруг здания.

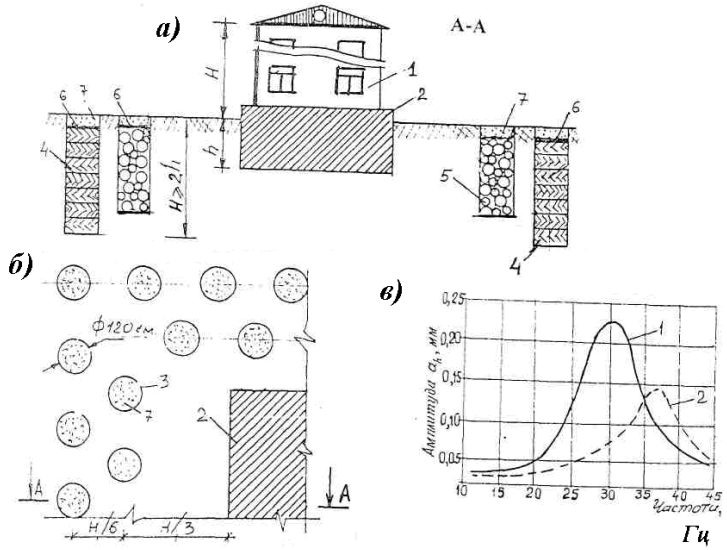


Рис. 4.6. Сейсмогасящий подземный экран:
а – общий вид здания в разрезе А-А; б – четвертая часть фундамента здания в плане; в – экспериментальные характеристики до (1) и после

(2) установки гасителей колебаний; г – расчетная схема двухслойная среда на упругом полупространстве; 1 – здание; 2 – фундамент; 3 – скважина; 4 – автопокрышка; 5 – пластиковые бутылки; 6 – железобетонная плита; 7 – обратная засыпка

Расстояния между рядами скважин и здания подбираются исходя из частоты и периодов сейсмоколебаний, т. е. зависят от балльности сейсмических районов.

Предлагаемое устройство сейсмозащиты зданий отличается простотой для применения на практике и значительной экономичностью при эксплуатации. Одновременно решается экологическая проблема через сборку и закапывание в скважины использованных автопокрышек и пластиковые посуды, что является фактически уничтожением мусора. Кроме того, научно обосновано, что под землей резина автопокрышки разлагается примерно через 150 лет.

Для строительства экрана вокруг одного жилого дома с разрезами в плане 60 х 20 м необходимо пробурить 30–35 скважин, с заполнением пустоты упругими элементами и с закапыванием составляет в денежном эквиваленте не более 1 млн. тенге.

Экономический эффект достигается за счет простоты технологии, использования бывших в употреблении автопокрышек и полного исключения выселения жильцов и производство ремонтных работ в жилых домах после усилие.

Технический эффект достигается за счет уменьшения колебаний грунта из-за разности упругой среды грунтовой массы вокруг здания.

Повышение сейсмостойкости лестничных клеток зданий (патент РК № 7792; № 9536).

Во время землетрясения на лестничных клетках происходит большое скопление людей и их конструкции испытывают значительные перегрузки. Скоротечность и динамичность стихийного перемещения людей проводит к разрушению лестничных площадок и складированию лестничных маршей с трагическими последствиями.

Сущность предложенного способа состоит в том, что обеспечение сейсмической безопасности существующего здания осуществляется не путем дополнительного увеличения его размеров, как при традиционных способах усилия, а путем

изменения его конструктивного решения: достигается тем, что в щели между лестничными маршами и поперек лестничных площадок устанавливается вертикальная сквозная трехпролетная металлическая ферма – диафрагма жесткости, состоящая из стоек, наклонных и горизонтальных распорок.

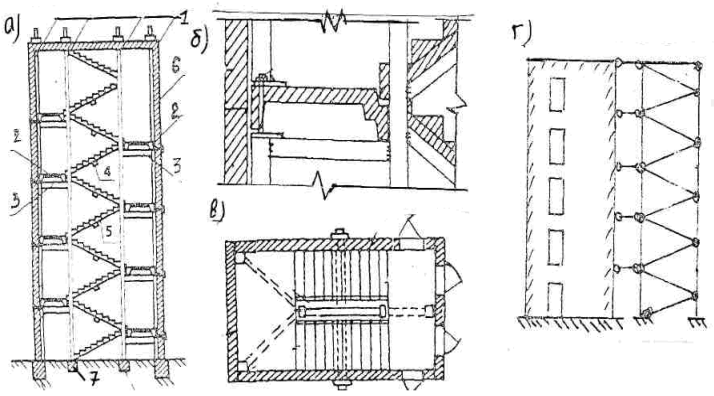


Рис. 4.7. Превращения лестничной клетки в ядре жесткости:
а – общая схема усиления; б – усиленная лестничная клетка в плане; в – фрагмент усиления лестничной клетки и закрепления крайних стоек к лестничной площадке; г – рамно-связевая расчетная схема – метод составного стрежня; д – рамно-связевая система метод рамной аналогии

Стойки среднего пролета между лестничными маршами выполняются цельными на всю высоту здания и опираются на отдельные фундаменты. Крайние стойки второго и третьего пролетов, устанавливаются на фундамент здания, выполняются на высоту этажа и соединяются со стойками среднего пролета горизонтальными металлическими балками (рис. 4.7). Указанная технология повышения безопасности людей, и надежность зданий не имеет мировых аналогов: во-первых, дешевые, во-вторых, более простые и технологичные. Кроме того, во время усиления и сейсмоизоляции исключается процесс эвакуации жильцов из своих квартир и ремонтные работы. Стоимость сейсмоусиления одного подъезда 5-иэтажного крупнопанельного здания составляет не более 500 тыс. тенге.

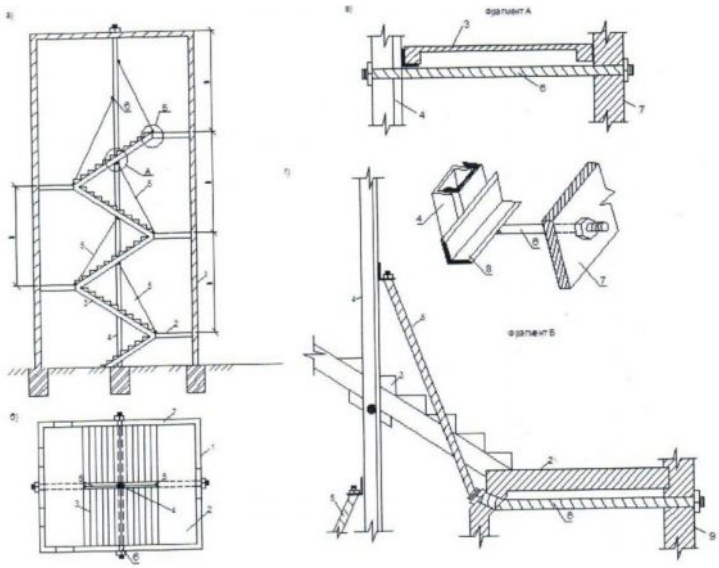


Рис. 4.8. Комбинированный (шпренгельный) способ усиления лестничной клетки:
а – общий вид лестничной клети в разрезе; б – план; в – фрагменты соединения стойки с продольной стеной арматурой через лестничные марши; г – соединения стойки с продольной стеной затяжками (арматурой)

Во втором варианте предлагается комбинированный способ усиления лестничной клетки (рис. 4.8).

При монтаже сначала в середине между лестничными маршами устанавливается стойка, один конец стойки заделана на фундаменте, а второй верхний конец на покрытия дома. К стойке по высоте привариваются лестничные марши и устанавливаются затяжки в виде ванты (шпренгельная система), которые наклонно соединены марш и лестничные площадки. Ванты (арматура) расположены тоже между лестничными маршами и имеют муфты для создания натяжения в тросах.

Расчетная схема предлагается в виде многопролетной балки и балки на упругом основании. Стойка рассчитывается на устойчивость, а ванты рассматриваются в виде упругой опоры.

Социально-экономический эффект достигается за счет сохранения жизни людей, т. е. обеспечивается безопасность людей спускающихся по лестничной клетке в многоэтажных зданиях.

Технический эффект повышения пространственной жесткости здания на сейсмические воздействия, достигается за счет превращения обычных лестничных клеток в ядро жесткости.

Если допустим, что жесткость (EJ, GJ, EF) усиленных лестничных клеток повышена на 100 %, то за счет перераспределения деформации жесткость всего здания тоже повышается примерно на 25–30 %.

4.3. Строительство в вечномерзлых грунтах

К вечномерзлым относятся все виды грунтов, имеющих отрицательную или нулевую температуру и содержащих ледяные включения. Мерзлые грунты, не оттаивающие в продолжение многих (от трех и более) лет, называют вечномерзлыми.

В практике строительства принимается один из следующих двух принципов использования вечномерзлых грунтов в качестве оснований:

принцип I – грунты основания используются в мерзлом состоянии в течение всего периода эксплуатации здания или сооружения;

принцип II – грунты основания используются в оттаянном состоянии.

Чтобы сохранить грунты основания в мерзлом состоянии и их расчетный тепловой режим, устраивают преимущественно холодные подполья с круглогодичной естественной или (при большой площади застройки и при наличии подвалов) механической вентиляцией. В отдельных случаях при небольших размерах зданий могут устраиваться холодные подполья, невентилируемые в зимнее время.

Выбор типа подполья и способа его охлаждения производится в зависимости от типа и размеров здания на основе теплотехнического расчета с учетом опыта местного

строительства. Для сохранения грунтов основания в мерзлом состоянии при строительстве многоэтажных зданий вместо холодного подполья устраивают холодные или сквозные первые этажи.

Подполья устраивают высотой не менее 0,5 м, считая от поверхности грунта до низа балок перекрытия (рис.4.9). Подполья высотой от 0,5 до 1 м называют низкими, высотой более 1 м – высокими. Высокие подполья применяют для зданий шириной более 18 м и для зданий с повышенными тепловыделениями (котельные, бани, прачечные и т. п.). Перекрытия над подпольями обязательно утепляются. Трубопроводы, проходящие в подполье, подвешивают к низу перекрытия. Подполья устраивают открытыми или же с цокольным ограждением.

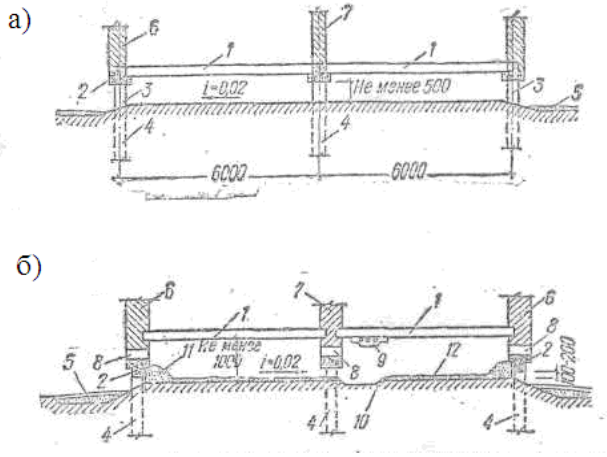


Рис. 4.9. Схемы холодных (проветриваемых) подполий в зданиях, возводимых на вечномерзлых грунтах:
а – низкое подполье; б – высокое подполье; 1 – перекрытие над подполем; 2 – фундаментная балка или ростверк (при свайных фундаментах); 3 – просвет для проветривания; 4 – свайные или столбчатые фундаменту; 5 – отмостка; 6 – наружная стена; 7 – внутренняя стена; 8 – продух для проветривания; 9 – подвесные утепленные трубопроводы; 10 – лоток; 11 – внутренняя завалинка; 12 – утеплитель

В цокольной стене и во внутренних стенах здания, проходящих через подполье, оставляют отверстия для сквозного сезонного или круглогодичного проветривания. Расстояние от уровня отмостки до низа отверстия делают не менее 300 мм во избежание заноса отверстий снегом. Площадь вентиляционных проемов должна быть не менее 0,25 % площади цокольных стен подполья.

При использовании вечномерзлых грунтов в мерзлом состоянии применяются, как правило, свайные и сборные столбчатые фундаменты. В зависимости от характера вечномерзлого грунта выбирают способ погружения свай, с учетом которого определяют несущую способность свайных фундаментов

4.4. Строительство в районах с просадочными грунтами

Просадочные грунты представляют собой одну из разновидностей глинистых грунтов. Находясь в напряженном состоянии под действием нагрузки от веса здания или сооружения и собственного веса, эти грунты при замачивании дают дополнительную деформацию просадку, вызванную коренным изменением структуры грунта. Просадка грунта приводит к образованию больших трещин в стенах, нарушению соединений конструктивных элементов, раскрытию стыков крупнопанельных зданий и др., а в целом – к нарушению прочности к эксплуатационной пригодности здания.

Прочность, устойчивость и эксплуатационная пригодность зданий, возводимых в районах просадочных грунтов, может быть обеспечена устранением просадочных свойств грунтов путем их уплотнения или применения грунтовых свай, предварительным замачиванием грунтов основания, мерами, исключающими возможность проникания воды в грунты основания, выбором конструктивных решений, обеспечивающих жесткость несущего остова, возможность быстрого восстановления конструкций после их просадки в проектное положение.

Несущие остовы зданий с применением конструкций, чувствительных к неравномерным осадкам (крупнопанельные

здания, каркасные здания с жестким каркасом, неразрезные многопролетные балки, рамы с жесткими узлами, своды, бесшарннрные и двухшарнирные арки), проверяют расчетом на устойчивость и прочность при невыгоднейших, но возможных комбинациях неравномерных просадок основания и в случае недостаточной их устойчивости предусматривают изменения конструкций или переходят к конструктивным схемам, менее чувствительным к неравномерным осадкам.

Здания следует проектировать простой конфигурации в плане. Протяженные здания разрезаются осадочными швами, которые совмещаются с темпетурными и располагаются у поперечных стен.

4.5. Строительство на подрабатываемых территориях

Районы с подрабатываемыми территориями – это районы, где под земной поверхностью ведется выработка каменного угля, некоторых видов солей и др. Такие районы занимают значительные территории Карагандинской области. В районах с подрабатываемыми территориями происходит оседание и горизонтальное смещение земной поверхности, в результате чего возникают деформации зданий и сооружений. Деформации выражаются в появлении трещин в стенах, обрушении отдельных участков стен и т. д. Часть (площадь) земной поверхности, подвергшаяся сдвижению (оседание и горизонтальное смещение) под влиянием горных выработок, называется *мульдой сдвижения* земной поверхности.

Для уменьшения величин деформации зданий и сооружений используют различные архитектурно-планировочные и конструктивные мероприятия, обеспечивающие пространственную жесткость и прочность зданий и сооружений, устойчивость их конструкций и надежную связь элементов между собой. В числе этих мер важное значение имеет рациональная ориентация кварталов и участков застройки, при которых здания в плане должны размещаться под прямым углом к направлению распространения мульды сдвижения. Длинные и сложные по конфигурации в плане здания разделяют деформационными швами на отсеки. В

зданиях и сооружениях устраивают железобетонные или армоцементные пояса по периметру наружных и внутренних стен, обеспечивают анкеровку перекрытий в стенах, замоноличивание междуэтажных перекрытий.

Для обеспечения устойчивости, прочности и эксплуатационной пригодности зданий и сооружений, возводимых на подрабатываемых территориях, применяются: жесткие конструктивные схемы, при которых элементы не могут иметь взаимных перемещений и здание или сооружение оседает как одно пространственное целое; податливые конструктивные схемы, когда возможно взаимное перемещение шарнирно-связанных между собой конструктивных элементов без нарушения их устойчивости и прочности. Жесткие конструктивные схемы имеют крупнопанельные здания с поперечными несущими стенами, каркасные здания с жесткими рамными узлами и т. п. К податливым относятся конструктивные схемы каркасных зданий и сооружений с шарнирными сопряжениями ригелей и балок, покрытий с фермами при шарнирном опирании ферм на колонны и т. п.

4.6. Строительство в районах с холодным и жарким климатом

В северных областях Казахстана с суровой длительной зимой, низкими температурами воздуха и сильными ветрами особое внимание уделяют теплозащитным свойствам наружных ограждений, воздухонепроницаемости стен, окон и дверей, утеплению притворов; остекление окон принимают тройное. Следует избегать устройства крыш сложного профиля, способствующих образованию больших снеговых отложений. На фасадах зданий не рекомендуются ниши, пояса и другие выступающие или западающие элементы. Вход в жилые и общественные здания устраивают с двойными тамбурами с направлением движения через тамбуры, по возможности с поворотом. Устройство лоджий, как правило, не допускается, а в районах с наиболее суровым климатом не допускается и устройство балконов.

В районах с жарким климатом, к которым относятся в основном территории Южно-Казахстанской, Джамбулской, и Кызылординских областей специфическими мероприятиями являются рациональная ориентация окон жилых комнат к горизонту и защита жилых зданий от солнечной радиации. Для защиты жилых зданий от солнечной радиации рекомендуют окраску и отделку стен и покрытий кровель материалами; светлых тонов и другие защитные устройства, соответствующие местным условиям: увеличенные свесы кровель, защитные козырьки, лоджии и т. п. Проемы окон и балконных дверей, обращенные на сектор горизонта от 200 до 290°, должны быть оборудованы солнцезащитными устройствами. В этих районах разрешается устройство полуоткрытых лестничных клеток, наружных открытых лестниц. Важнейшее мероприятие здесь – применение конструкций стен и покрытий, исключающих перегрев жилищ летом, что устанавливается специальным теплотехническим расчетом. В этих же целях применяют слоистые конструкции стен и покрытий с продухами за теплоотражающими экранами, которыми защищают здание от непосредственного теплового воздействия солнечной радиации. В продухах предусматривают охлаждающее движение наружного воздуха.

4.7. Физический и моральный износ зданий и его элементов

Под физическим износам (иногда его называют материальными или техническими) подразумевается постепенная частичная или полная потеря зданием или его элементом с течением времени первоначальных качеств в результате воздействия природно-климатических факторов и жизнедеятельности человека, т. е. ухудшение эксплуатационных свойств и снижение стоимости. Физический износ зависит от срока службы основных фондов: качества материала; сырья, из которого изготовлено изделие (конструкция); интенсивности использования и технологических процессов; качества и современности проведения осмотров и ремонтов; квалификации рабочих; климатических условий и др. Интенсивность

физического износа конструкции зависит от вида производства: нагрузок и условий содержание; воздействия на них сил природы (температура, влажность и др.).

Моральный износ – это снижение восстановительной стоимости вследствие уменьшения затрат на воспроизводство или разница в стоимости здания в период возведения и в текущий момент (первая форма, или первый род морального износа). Моральный износ зависит от научно-технического прогресса. Технологическое старение вызывает потребности в улучшении благоустройства здания (или квартиры) или техническое оборудование, которые повышают культурно-бытовой уровень проживающих и снижают затраты труда при эксплуатации здания. Появление эффективных строительных материалов, конструкций или более совершенных архитектурных и инженерных решений не проводит к «устареванию дома» в нецелесообразности его дальнейшего использования. Технический прогресс в области основных конструкций здания (фундаменты, стены, перекрытия, лестницы и др.) имеет значение при их сооружении, но не обусловливает их морального износа. В жилых домах, находящихся в эксплуатации не влияют непосредственно на уровень обслуживания жителей и на уровень труда, затрачиваемого на эксплуатацию зданий. Можно говорить о моральном износе тех элементов благоустройства, технического оборудования и частей здания, которые создают более благоприятные условия проживающим или облегчают труд персонала эксплуатационных служб: появление более современного оснащения санитарных узлов в квартирах, газовой и электроаппаратуры, горячего водоснабжения, терморегулирования отопления, внедрение труб и сантехооборудования из металлопластиковых материалов, использование более совершенных лакокрасочных покрытий, тепло- и звукоизолирующих отделочных материалов для перегородок, автоматического управления лифтами и т. д. Такое техническое оборудование, усовершенствование, конструктивные элементы здания внедряются при проведении капитального ремонта, заменяя собой технически устаревшее, но вместе с тем и изношенное оборудование. Таким образом,

модернизация дома и преодоление его морального износа будут происходить не за счет его капитальных конструкций, что потребовало бы специальных ассигнований, а за счет конструктивных элементов с более короткими сроками службы, которые при очередном капитальном ремонте будут восстанавливаться (заменяться) новыми, прогрессивными материалами и оборудованиями.

При капитальном ремонте зданий и сооружений устраняют и моральный, и физический износ. Нередко строительные конструктивные элементы и инженерные системы с малым износом требуют замены из-за их морального износа. Если моральный и физический износ совпадают, то это идеально, т. е. отношение физического износа к моральному равно единице.

Контроль теплозащитных качеств ограждений

В процессе эксплуатации зданий и сооружений нередко требуется проверить теплозащитные качества ограждений, особенно в местах увлажнения и промерзания, чтобы решить вопрос об их сопротивлении.

Наиболее важной физической величиной, характеризующей теплозащитные качества конструкций, является их сопротивление теплопередаче. Основное уравнение теплопередачи имеет вид

$$Q=\frac{(t_в+t_н)}{R_о}, \qquad (4.1)$$

При неизменных условиях теплопередачи удельный тепловой поток, приходящий через любое сечение перпендикулярное потоку, является постоянным, т. е.

$$q=\frac{(t_B-t_H)}{R}=(t_B-t_н)/R_н \qquad (4.2)$$

где q – удельный тепловой поток, Вт/м^2; $t_в$ и $t_н$ – температура соответственно наружного и внутреннего воздуха; $t_в - t_н$ – температура соответственно наружной и внутренней

поверхностей стены; R_0 – сопротивление теплопередаче для однослойной стены (м^2 ^{0}С/ВТ):

$$R = \frac{p}{\lambda}. \quad (4.3)$$

Термическое сопротивление многослойной конструкции определяется по формуле

$$R = R_H + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \mathrm{R_B}, \quad (4.4)$$

где $R_в$ – сопротивление тепловосприятию на границе «внутренний двухсторонняя поверхность»: $R_н$ – сопротивление теплоотдаче на границе «наружная поверхность – наружный воздух», R – термическое сопротивление слоя материала; p – толщина стены; λ – коэффициент теплопроводности всей стены и соответствующего слоя многослойной конструкции. Сопротивления $R_в$ и $R_н$ зависят от коэффициентов теплоперехода на границе стены

$$R_в = \frac{1}{\alpha_в},$$

Коэффициент $\alpha_в$ и $\alpha_н$ принимаются по СНиП или по приложению А.

В связи с конкретными условиями изготовления и эксплуатации конструкций фактическое значение сопротивление теплопередаче R_0 отличается от расчетного. Истинная величина сопротивления теплопередачи определяется путем натурных испытаний. Из приведенных выше формул видно, что тепловой поток q может быть вычисленным по замеренным температурам и термическому сопротивлению, а также измерен специальными приборами – тепломером многоканальных регистраторов тепловых процессов «Терем –

3/3.1» и измерителем плотности тепловых потоков «ИТП-МГ4 поток».

Многочисленные нарушения допускаются при уходе за мягкой кровлей, в честности при очитке ее от снега. В совмещенных крышах при уплотнении и увлажнении утеплителя на потолке появляется иней, а на кровле подтаивает снег и образует наледи (рис. 4.10).

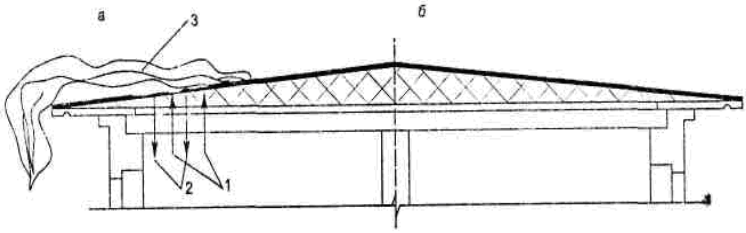


Рис. 4.10. Условия ненормальной (*а*) и нормальной (*б*) эксплуатации совмещенной крыши и помещений верхнего этажа: *1 – поток теплого воздуха в месте повреждения кровли, уплотнения или увлажнения утеплителя; 2 – направление движения конденсата; 3 – снег и наледь*

К повреждениям конструкций часто приводят дефекты самих конструкций (рис. 4.11). Например, проникающее на чердак тепло при недостаточном утеплении чердачного перекрытия и перегреве помещений верхнего этажа вызывает подтаивания наледей на крыше и образование вдоль карниза наледей.

При больших размерах наледей на крыше собирается значительное количество воды, которое проникает на чердак и через перекрытие в помещениях верхнего этажа. При удалении наледей вдоль карниза, он зачастую повреждается.

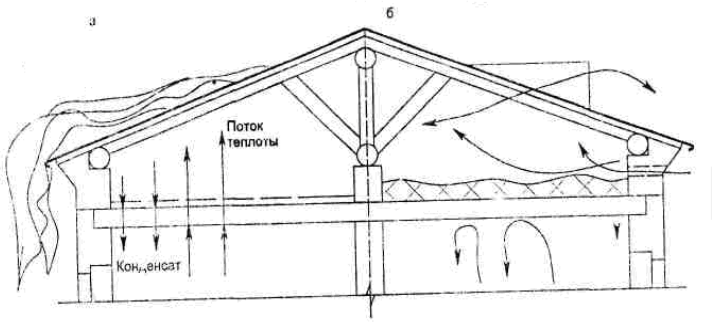


Рис. 4.11. Подтаивание снега на кровле и проникновение воды в помещение при недостаточном утеплении чердачного покрытия, перегреве чердачного помещения и отсутствии естественной вентиляции (*а*); нормальные условия эксплуатации чердачного помещения и кровли (*б*)

5. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОНСТРУКТИВНЫХ И ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ ЗДАНИЙ

5.1. Относительные стоимости и приведенные затраты по реконструкциям зданий

Техническая целесообразность и экономическая эффективность конструктивного решения здания определяется сопоставлением технико-экономических показателей различных вариантов решения, которое производится как по схеме несущего остова, так и по решениям отдельных элементов здания в сравнении с показателями проектных решений, принимаемых в качестве эталона. Эталонами могут служить проектные решения, общепринятые в практике строительства аналогичных зданий и принятые в соответствующих типовых проектах.

Показатели сравнивают применительно к определенным единицам измерения. Такими единицами для сравнения общестроительных решений являются: при проектировании жилых и общественных зданий – 1 м^2 полезной или общей площади, для отдельных конструктивных элементов – 1 м^2 стенового ограждения, междуэтажного перекрытия, перегородок, покрытия пола и др.

Приведение показателей необходимо и в тех случаях, когда, например, данные о стоимости конструкции, принятой в качестве эталона, определены в других ценах, чем сравниваемая конструкция.

Сопоставление конструктивных решений проводят по следующим основным показателям:

1) расходы основных строительных материалов, в т. ч. в первую очередь металла, цемента, леса;

2) весовые показатели;

3) себестоимость строительно-монтажных работ;

4) трудоемкость или трудовые затраты, суммарные и, отдельно, на предприятиях строительной индустрии и на строительной площадке при производстве строительно-монтажных работ;

5) эксплуатационные показатели, к которым относятся размеры амортизационных отчислений, т. е. размеры затрат на восстановление конструктивного элемента к концу срока его службы, затрат на ремонт, в необходимых случаях – затрат на отопление, содержание здания и др.

При оценке технико-экономических показателей важно знать удельное значение рассматриваемого элемента в общих объемов работ и затрат по зданию или сооружению.

Удельное значение отдельных конструктивных элементов жилых домов различной этажности приведено в табл. 5.1.

Из таблицы видно, что с изменением этажности домов на стоимости 1 м^2 жилой площади сказывается главным образом увеличение затрат на междуэтажные перекрытия (18–19,5 %), усиление несущих конструкций (1,6–3,7 %), а также сооружение лифтов и мусоропроводов (7,4–11 %). Затраты на такие элементы дома, как фундаменты и крыша, с увеличением этажности сокращаются. Так, в 16-тиэтажном доме удельные затраты на фундаменты сокращаются по исправлению с пятиэтажным домом почти в два раза, а по устройству крыш – почти в три раза.

Общее удорожание стоимости 1 м^2 жилой площади в 16-тиэтажном крупнопанельном доме по сравнению с пятиэтажным составляет 17 %, а в девятиэтажном – 9,5 %.

Таблица 5.1

Относительная стоимость конструктивных элементов в 5-, 9- и 16-тиэтажных крупнопанельных жилых домах

Конструктивные элементы и виды работ	Дома в %		
	5-этажные	9-этажные	16-этжные
Общая стоимость конструкции (без затрат на благоустройство и инженерное оборудование микрорайона) в %	100	100	100

Продолжение табл. 5.1

в том числе: подземная часть надземная часть	 9,4 90,6	 6 94	 5,5 94,5
в том числе: стены наружные стены внутренние и перегородки	 14,1 16,7	 13,8 15,9	 12,9 15,5
усиление несущих конструкций в нижних этажах	-	1,6	3,7
лестницы и площадки	1,6	1,7	1,6
крыша	4,3	2,4	1,5
междуэтажные перекрытия и полы	19,5	18,8	18
прочие общестроительные, сантехнические и электротехнические работы	34,4	32.2	30,3
лифты и мусоропроводы	-	7,4	11

Нормативное ограничение высоты жилой застройки значительной части городов пятью этажами обусловливается экономическими преимуществами такой этажности (табл. 5.2).

Таблица 5.2

Соотношения технико-экономических показателей жилой застройки различной этажности

этажность	Показатели %		
	Единовременные затраты	Затраты на инженерное оборудование и благоустройство	Приведенные затраты
2	110–119	150	120–125
3	106–108	113	108–110
4	103,5	104–105	104–105
5	100	100	100
9	106–108	73–80	99–101

12	114	72	110–115
16	115	7	110–115

Увеличение стоимости домов с повышением этажности объясняется, в первую очередь, дополнительным по сравнению с 4–5-тиэтажными домами инженерным оборудованием (лифты, мусоропроводы, электроплиты в домах в 10 и более этажей), усложнениями – объемно-планировочных решений, продиктованными противопожарными требованиями, и отчасти усложнением конструкций зданий. Относительно более дешевыми являются 9-этажные дома, что определяет максимальный объем применения их в застройке крупных городов. Дома высотой 10–16 этажей существенно дороже 9-этажных, т. к. в отличие от последних требуют оборудования лестнично-лифтовых узлов не одним, а двумя-тремя лифтами с увеличением площади холлов.

Таблица 5.3

Показатели стоимости 1 м^2 общей площади жилых домов в городах с населением в тыс. человек (в %)

Число этажей в жилых домах	1000		500	200	100	50
	при наличии метрополитена	без метрополитена				
4	106,1	105,2	104,9	104,7	104,5	104,5
5	100	100	100	100	100	100
9	100,4	99,9	102,2	103,3	104,9	105,1
12	106,9	106	109,1	110,6	112,6	113
16	106	105	108	109	111	112

Анализируя приведенные в табл. 5.3 данные, можно сделать вывод о том, что по экономическим соображениям увеличение числа этажей в жилых домах целесообразно только в наиболее крупных городах, и то в определенных пределах.

Таблица 5.4

Сравнительные технико-экономические показатели жилых домов (на 1м^2 общей площади)

Показатели	Единица измерения	Крупнопанельные дома		Кирпичные дома	
		5-тиэтажные	9-тиэтажные	5-тиэтажные	9-тиэтажные
Сметная стоимость строительства (без затрат на внешнее благоустройство территории)	тенге.чел-час	95-100	100-105	105-110	110-115
Затраты труда	Чел.-час	19,6-21	21-22,4	24,5-26, 9	26,6-28
В том числе: а) на заводе	»	7,7-8,4	8,4-9,1	5,6-6,3	6,3-7
б) на постройке	»	11,9-12,6	12,6-13,3	18,9-19,6	20,3-21
Расход основных материалов а) сталь конструкционная (в натуральном весе) б) бетон и железобетон	кг/м^3 »	22-24 0,7-0,8	24-26 0,7-0,8	18-20 0,45-0,55	22-24 0,45-0,55
в том числе сборные железобетонные изделия	»	0,65-0,75	0,65-0,75	0,35-0,45	0,35-0,45
в) цемент приведенный к марке 400	кг	230-250	230-250	140-150	145-155
г) кирпич строительный	шт	2-3	2-3	210-220	215-225

Как видно из табл. 5.4 крупнопанельные дома имеют существенные преимущества перед кирпичными и крупноблочными как по стоимости, так и по затратам труда. Существенно снижается и вес здания. При этом расход цемента на сооружение крупнопанельных домов увеличивается на 60 % по сравнению с кирпичными домами.

Технико-экономическая оценка лестницы

Экономичность лестниц зависит от стоимости самих лестниц и от относительных затрат, приходящихся на 1 м^2 обслуживаемой или жилой площади (табл. 5.5). Снижение стоимости лестниц зависит от степени индустриализации их возведения, рациональности планировочных и конструктивных решений. Относительная стоимость может быть снижена за счет увеличения числа квартир, обслуживаемых одной лестницей.

Таблица 5.5

Технико-экономические показатели сборных железобетонных лестниц на 1 м^2 горизонтальной проекции

№	Конструкция лестницы	Стоимость в %	Трудоемкость в чел/днях	Расход	
				цемент в кг	сталь в кг
1	Сборные железобетонные из мелкоразмерных элементов	100	0,33	66	15
2	Сборные железобетонные из крупноразмерных элементов: с маршем Н-образного сечения	41,7	0,05	31	5
3	Сборные железобетонные из крупноразмерных элементов: с маршем Т-образного сечения	33,4	0,04	25	9
4	Сборные железобетонные из	41,2	0,05	29	7

	крупноразмерных элементов: с маршем П-образного сечения				

Технико-экономическая оценка выбора фундаментов

Эффективность применения того или иного типа фундаментов зависит от объема, стоимости, трудоемкости и расхода материалов (табл. 5.6).

Таблица 5.6

Сравнительные технико-экономические показатели различных видов фундаментов, %

Фундаменты	Стоимость	Объем фундамента	Трудоемкость	Расход стали	Расход цемента
Бутовые	100	100	100	0	100
Бутобетонные	68	52	58	100	120
Сборные бетонные блоки	85	52	55	100	150

Из ленточных фундаментов наиболее экономичные бутобетонные. Однако по трудоемкости предпочтительнее сборные бетонные.

Свайные фундаменты экономичнее ленточных на 32–34 % по стоимости, на 40 % по объему земляных работ. Такая экономия позволяет снизить стоимость здания в целом на 1–1,5 %, затрат – на 2 %, расход бетона – 3–5 %. Однако затраты стали увеличиваться – 1–3 кг на 1 м^2. Свайные фундаменты дают значительную экономию объемов земляных работ и затрат бетона по сравнению с ленточными.

Технико-экономическая оценка перекрытия

Для сравнительной оценки вариантов междуэтажных перекрытий применяются показатели стоимости, трудоемкости, приведенной толщины и расхода основных материалов (табл. 5.7).

Таблица 5.7

Сравнение вариантов междуэтажных перекрытий

Конструкция перекрытия	Приведенная толщина в см	Расход материала		
		сталь в кг	цемент в кг	лес в кг
Сборное из многопустотных панелей	11	5,4	35	-
Сборное из сплошных панелей	14	9,4	54	-
Из сборных железобетонных балок с накатом из гипсобетонных плит	-	7	12	-
Деревянные балки с накатом из гипсобетонных плит	-	-	-	0,33

Таблица 5.8

Технико-экономические показатели конструкций покрытий (на 1м^2 площади застройки)

Тип крыши	Конструкции	Затраты труда, чел/час	Расход материалов, кг	
			сталь	цемент
Совмещенная	Панельная из керамзибетонных панелей	3,55	9,41	105,95
	С утепляющими панелями	3,96	9,57	156,3
	Построечного изготовления	4,41	9,17	67,18
Чердачная	С холодным чердаком, утеплением плитами фибролита и рулонной кровлей	5,39	14	118,6
	То же, с безрулонным покрытием	3,6	9,32	69,7

	С теплым чердаком и рулонной крышей			

5.2. Технико-экономические показатели объемно-планировочных решений

Помимо общей оценки экономичности проектного решения по показателю приведенных затрат проводится частная оценка по объемно-планировочным показателям, сметной стоимостью, показателям затрат труда и потребности в основных материалов на 1 м^2 общей площади. Подсчитываются показатели текущих затрат и капиталовложений в развитие производственной базы. Выявляются показатели технологичности проектных решений: вес конструкций и материалов на 1 м^2 общей площади, число типоразмеров и марок сборных изделий, вес монтажных элементов и продолжительность строительства в целом и на 1000 м^2 общей площади.

По различным типам зданий в процессе проектирования выявляются следующие объемно-планировочные показатели.

По жилым домам:

$П_{ж}$ – жилая площадь (сумма площадей жилых комнат) по дому в целом и на квартиру в среднем;

$П_{о}^{n}$ – приведенная общая площадь – сумма площадей жилых комнат, подсобных помещений квартир (кухни, передние, санузлы, встроенные шкафы) и летних помещений квартир, принимаемых со следующими коэффициентами приведения: 0,2 – для выносных балконов; 0,35 – для выносных балконов с боковыми экранами и лоджиями, выходящих за габарит здания; 0,5 – для лоджий, входящих в габарит здания;

$П_{л}$ – площадь летних помещений;

$П_{вк}$ – площадь внеквартирных помещений (коммуникационных, технических и т. п.);

$О_{с}$ – строительный объем надземной части здания, определяемый умножением площади горизонтального сечения здания по внешнему обводу на уровне первого этажа (над цоколем) на высоту здания, измеренную от отметки чистого пола первого этажа до верхней плоскости теплоизоляции (в

чердачных крышах) или до средней отметки верха бесчердачной крыши;

$П_З$ – площадь застройки, равная площади горизонтального сечения по внешнему обводу здания на уровне цоколя в сумме с выступающими частями (веранды, портики, галереи); коэффициенты.

$К_1$ – отношение жилой площади к приведенной общей площади по дому в целом;

$К_2$ – отношение строительного объема дома к приведенной общей площади;

$К_3$ – отношение площади наружных стен к приведенной общей площади дома;

$К_4$ – приведенная общая площадь на 1 человека;

$К_1 = \frac{П_{ж}}{П_о}\%$ – показатель целесообразности соотношений жилой и приведенной общей площади по дому;

$К_2 = \frac{О_с}{П_о}$ – показатель экономичности использования строительного объема здания.

Показатель компактности жилого здания определяется:

$К_3 = \frac{С}{П_о}$; где $С$ – площадь поверхности наружных стен.

Удельный показатель жилого дома определяется:

$К_4 = \frac{П_о}{n}$, где n – число живущих в доме.

По общественным зданиям:

$П_р$ – рабочая площадь (сумма площадей всех помещений, за исключением коридоров, тамбуров, переходов и помещений для размещения инженерных сетей и оборудования – бойлерные, венткамеры, машинные отделения лифтов и т. п.) по дому и на единицу вместимости;

$П_о$ – общая площадь (сумма рабочей площади, площадей

тамбуров, коридоров, переходов и помещений для инженерного оборудования (по дому и на единицу вместимости);

O_c – строительный объем здания, включая объем выступающих над плоскостью крыши световых фонарей и куполов на единицу вместимости;

K_1 – отношение рабочей площади к общей площади здания;

K_2 – отношение строительного объема к рабочей площади здания;

K_3 – отношение площади наружных ограждений к общей площади здания;

$$K_1 = \frac{П_р}{П_о}; \qquad K_2 = \frac{O_c}{П_р};$$

где коэффициенты K_1 и K_2 позволяют проектировщику оценить целесообразность использования площади и строительный объем здания. Малые значения коэффициента K_2 свидетельствуют о компактности объемно- планировочного решения и сокращения удельных расходов тепла и материалов на наружные ограждения.

Из технико-экономических показателей наиболее существенное значение имеют показатели сметной стоимости как общего измерителя, суммирующего экономичность планировочного конструктивного решения и затрат труда как характеристики уровня индустриализации производственных процессов.

А – панельные; Б – каркасное панельные; В – крупноблочные.

5.3. Оптимизация геометрических параметров зданий

Модель определения оптимальных габаритов здания в упрощенном виде иллюстрирует аналитический (классический) метод оптимизации.

Стоимость ограждающих конструкций рассматривается как функция от габаритов секции (рис. 5.1). При постоянной

площади F или объеме V стоимость становится функцией от соотношения габаритов. Рассмотрим случай I [22]:

$$C = C_L L + C_B B, \tag{5.1}$$

где C_L, C_B – приведенные стоимости ограждающих конструкций соответственно в поперечном и продольном направлениях:

$$B = \frac{F}{L}. \tag{5.2}$$

Габариты, соответствующие экстремальному (минимальному или максимальному) значению стоимостной функции, определяются из условия:

$$\frac{d(C_L L + C_B \frac{F}{L})}{dL} = C_L - \frac{C_B F}{L^2} = 0; \tag{5.3}$$

$$L = \sqrt{\frac{c_B}{c_L}} F, \quad \text{аналогично} \quad B = \sqrt{\frac{C_L}{C_B}} F. \tag{5.4}$$

Анализ производной второго порядка (на положительность) указывает, что полученные выражения (5.4) и (5.5) соответствуют минимальному значению стоимости.

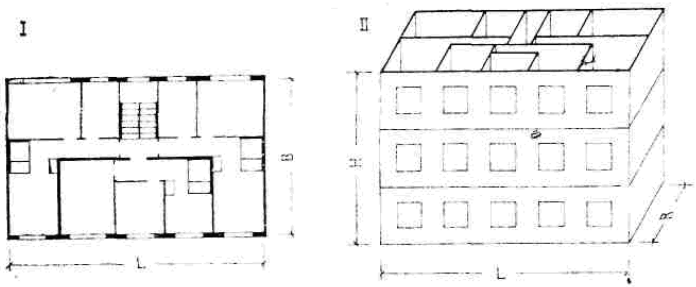


Рис. 5.1. Расчетная схема к аналитическому методу определения оптимальных габаритов секции I – на плоскости; II – в пространстве

Для случая II оптимальные габариты определяются из условия равенства частных производных по *L, B,* и *H*, т. е.

$$\frac{\partial V}{\partial L} = \frac{\partial V}{\partial B} = \frac{\partial V}{\partial H}. \qquad (5.5)$$

Окончательно получается:

$$B=\sqrt[3]{\frac{C_L C_H}{C^2_B}V}; \quad L=\sqrt[3]{\frac{C_E C_H}{C^2_B}V}; \quad H==\sqrt[3]{\frac{C_B C_L}{C^2_H}V}; \qquad (5.6)$$

Здесь C_H – приведенная стоимость горизонтальных перекрытий.

Подобные модели при корректировке полученных результатов (значения параметров) в соответствии с функциональными, технологическими ограничениями, с требованиями модульной координации теряют качество экстремальности, но наглядно показывают тенденцию влияния описанных факторов. Основной недостаток классических методов оптимизации – трудность (порой невозможность) учета ограничительных условий.

Удельная стоимость изделий, образующих несущий остов зданий, составляет 55–65 % (рис. 5.2), а расход бетона и железобетона 90–95 % общей потребности на здания.

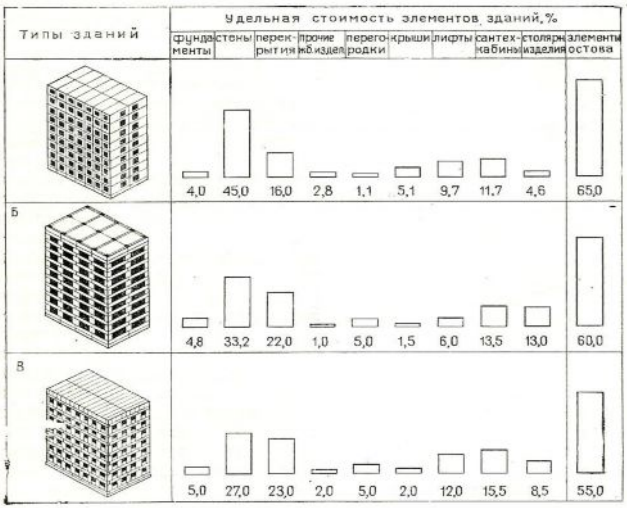


Рис. 5.2. Удельная стоимость несущих элементов зданий:
а – панельное; б – каркасное панельное; в – крупноблочные

6. КОМФОРТНЫЕ УСЛОВИЯ В ПОМЕЩЕНИЯХ

Планировочные мероприятия по борьбе с шумом должны предусматривать изолированное размещение помещений с источниками шума. Мусоропроводы, лифтовые шахты, трубопроводы водоснабжения и канализации не должны примыкать к жилым помещениям, их не следует крепить к стенам этих помещений. Санитарные узлы в многокомнатных квартирах целесообразно располагать в помещениях, граничащих со стенами лестничных клеток или с нежилыми помещениями в соседних квартирах или секциях. Общие кухни и санитарные узлы в общежитиях и гостиницах рекомендуется выносить в отдельный, изолированный от жилых помещений комплекс.

В зданиях различают *воздушный* и *ударный* шум. Снижение воздушного шума осуществляется наиболее радикально посредством устройства на пути его распространения звукоизолирующих преград в виде стен, перегородок, перекрытий, специальных звукоизолирующих кожухов, кабин и выгородок. Сущность звукоизоляции ограждений заключается в том, что наибольшая часть падающей на нее энергии отражается и лишь малая часть проникает через ограждение.

Падающая звуковая волна приводит ограждение в колебательное движение с частотой, равной частоте колебаний частиц воздуха в волне. В результате ограждающая конструкция сама становится источником шума. Однако ее звуковая мощность меньше звуковой мощности излучающего источника шума.

Ударный шум излучается ограждением, который приходит в колебательное движение под воздействием ударов и вибрации источников. Вибрирующие конструкции излучают шум в помещении расположенном даже на значительном расстоянии от источника. Такой шум обычно называют структурным. Структурным будет также шум при излучении его конструкцией, жестко связанной с какими-либо вибрирующими механизмами, например насосными, вентиляционными или лифтовыми установками.

Для изоляции от ударного шума широко применяют различные конструкции полов (по упругим основаниям, по лагам и упругим прокладкам, рулонные, «плавающие» полы). Улучшение звукоизоляции происходит в результате потерь энергии на местное смятие упругого слоя.

Шумы от инженерного и санитарно-технического оборудования – наиболее частая причина формирования неудовлетворительного акустического климата помещений. Защита от этих шумов предусматривает в первую очередь применение оборудования и установок, шум которых без дополнительного шумоглушения не превосходит допустимого значения. Снижение уровня шума от санитарно-технического и вентиляционного оборудования достигается за счет правильного выполнения изоляции стояков и элементов оборудования от конструкций здания путем применения изолирующих прокладок.

Защита от шума лифтового оборудования, прежде всего, достигается его правильным расположением в здании. Однако если даже и в этом случае шум превышает допустимые значения, возможно его снизить за счет: применения малошумных лифтовых лебедок с невысоким уровнем вибрации, а также правильного использования виброизоляции лебедок; отделения шахты лифта и перекрытия машинного отделения от конструкций, отделяющих шахту лифта и машинное отделение от других помещений.(рис. 6.1).

Тепло и звукоизоляционные материалы

В качестве тепло- и звукоизоляционных пластмассах в строительных конструкциях применяют газонаполненные и волокнистые пластмассы.

К газонаполненным пластмассам относят пенопласты и поропласты, а также условно можно отнести сотопласты.

Пенопласты и поропласты имеют пористую структуру, состоящую из ячеек (пор.). Материалы, в которых ячейки не соединены между собой, называют обычно пенопластами, а в которых сообщаются между собой – поропластами.

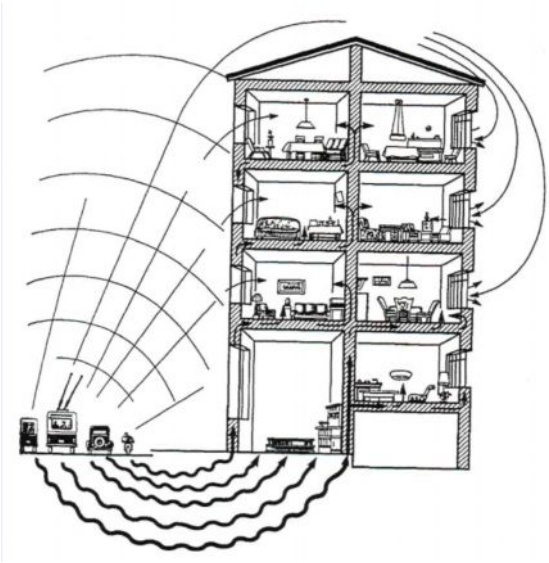


Рис. 6.1. Воздействия шумовых волн на здания, стоящие у магистрали

Пенопласты и поропласты создаются путем вспенивания пластмасс при помощи газо- и пенообразующих веществ. Одним из показателей, характеризующих свойства теплоизоляционных материалов, является объемная масса. В строительстве применяются пластмассовые теплоизоляционные материалы, обладающие объемной массой от 10 до 250 кг/м^2 (табл. 6.1). В пено- и поропластах материал занимает 10 % и менее от общего объема. Чем больший объем занимают поры, и чем они мельче, тем выше теплоизоляционные и звукоизоляционные свойства материала.

Пенопласты выпускают в виде плит и блоков размером до 1000 мм и толщиной 70 мм.

Возможно вспенивание материала непосредственно на месте изготовления конструкции (например, в трехслойных панелей). При наличии в панелях тонкий наружных слоев, обеспечивающих прочность и жесткость, средний слой из пенопласта, имея высокие теплотехнические качества, обеспечивает одновременно большую устойчивость наружным слоям и создает совместность их работы.

Таблица 6.1

Основные показатели теплоизоляционных пластмасс

Вид пенопласта	Объемная масса, кг/м^2	Предел прочности, МПа		Коэффициент теплопроводности, λ Вт/м^{0}С
		На сжатие	На изгибе	
Пенопласты	30-200	0,15-0,3	0,4-7	0,031-0,055
Полистирольный	50-270	0,23-2,5	0,4-4	0,037-0,052
Поливинилхлоридный	30-200	0,15-3,5	1-5	0,032-0,058
Полиуретановый	30-150	0,06-0,6	0,3-0,6	0,031-0,041
Фенольный				
Поропласт		0,02-0,04		
Мипора	10-25		-	0,031-0,041

Пороплasты обладают высокими показателями звукопоглощения, и их применяют преимущественно для погашения звука.

В строительстве наибольшее распространение получили пенопласты на основе полистирола, поливинилхлорида, полиуретана фенола-фармальдегидных смол.

Полистирольный пенопласт может быть прессовым (ПС – 1 и ПС – 4) и беспрессовым (ПС – Б). Обладает стойкостью к воде большинство кислот и щелочей. Недостатком пенопласта является его горячесть. В настоящее время применяются самозатухающий пенопласт (марки ПСБс).

Прессовый пенопласт может быть как жестким (ПС – 1), так и эластичным (ПС – 4). Беспрессовый полистирольный пенопласт (марки ПСБ) выпускают в виде плит или изготовляют методом теплового удара непосредственно в полостях трехслойных панелей. Беспрессовые пенопласты менее прочны, но дешевле, чем прессовые, почти в 2 раза.

Поливинилхлоридный пенопласт (ПХВ-1) с равномерной замкнутопористой структурой в виде плит длиной и шириной 500 мм, толщиной 40–60 мм не поддерживает горения, не гниет, хорошо поддается обработке и склеиваться с металлом, пластмассами и древесиной.

Полиуретановый пенопласт изготовляют жестким и эластичным (поролон). Жесткий пенопласт (марки ППУ-101) выпускают в виде плит шириной и длиной 450–500 мм, толщиной 45–55 мм.

Ввиду простоты изготовления этот материал может быть получен не только на заводе, но и непосредственно на строительной площадке. Процесс изготовления состоит в том, что в требуемый объем (например, в полость трехслойной панели) заливают смесь двух компонентов, которые, вступая в реакцию, вспениваются.

Пенопласты на основе феноло-фармальдигидных смол (ФРП) благодаря повышенной тепло- и огнестойкости, широкой сырьевой базе и относительно несложной технологии изготовления в полости изделия или в формах в панелях типа «сэндвич» (табл. 6.2).

Таблица 6.2

Трехслойные панели «Сэндвич»
с минераловатными утеплителем

Толщина утепления, δ, мм	50	80	100	120	150	200	250
Термическое сопротивление, $R = \frac{\delta}{\lambda}$, м^2 ^{0}С/Вт	1,22	1,84	2,26	2,68	3,30	4,34	5,38

Мипора является примером поропласта. Она представляет собой отверженную пену белого цвета на основе мочевинофармальдегидной смолы. Обладает большой гигроскопичностью, при температуре 200 ^{0}С обугливается и деструктируется. Является хорошим звукопоглощающим и теплоизоляционным материалом, но имеет недостаточную прочность.

Сотопласты – система регулярно повторяющихся пустот (ячеек) правильной шестиугольной или прямоугольной

геометрической формы из хлопчатобумажных тканей, крафт-бумаги и другого материала, пропитанных феноло-формальдегидной, мочевиноформальдегидной и другими смолами. Сотопласты широко применяют в качестве тепло- и звукоизоляция для среднего слоя трехслойных ограждающих конструкций, причем для повышения теплоизоляционных средств ячейки сот заполняют крошкой какого-либо теплоизоляционного материала (например, мипорой).

К волокнистым пластмассам относятся минераловатные и стекловолокнистые изделия на синтетическом связующем, широко применяемых в виде плит и матов для утепления; объемная масса 75–400 кг/м^3.

Воздухопроницаемость

В результате действия и разности температур внутреннего и наружного воздуха возникает возможность инфильтрации. Воздухопроницаемость понижает температуру внутри ограждения, снижая тем самым его термическое сопротивление. Это обстоятельство надо учитывать при разработке конструкций панелей и выборе материалов для них. С гигиенической точки зрения небольшой воздухообмен желателен, в особенности при отсутствии вентиляции.

Величина сопротивления воздухопроницанию ограждения равна сумме сопротивлений его отдельных слоев. Требуемая величина сопротивления воздухопроницанию наружных стен и покрытий вычисляется по формуле:

(6.1)

где v – расчетная скорость ветра в м/с, принимаемая по нормативным данным, но не менее 5 м/с.

Например, при расчетной скорости ветра 5,6 м/с для легких ограждений а для ограждений средней массивности соответственно 3,28.

Кроме того, необходимо, чтобы наружная часть ограждения, равная ¼ всей его толщины, имела сопротивление, равное 0,03v^2. Сопротивление воздухопроницанию стыков

между панелями не должна превышать , что на 30 % выше, чем у панелей.

Влажностный режим (паропроницаемость, образование конденсата)

Влажностный режим помещений может быть сухим (относительная влажность воздуха в зимнее время $\varphi < 50$ %), нормальным ($\varphi < 50$ %), 50…60 %), влажным $\varphi = 61$–75 %, мокрым ($\varphi < 75$ %). Если воздух охлаждается, его относительная влажность увеличивается. Увлажнение конденсатом повышает теплопроводность материалов, снижает их прочность и долговечность. Наиболее опасными с точки зрения образования конденсата являются углы помещения, где температура обычно ниже, чем на остальной поверхности стены (за счет превышения площади теплоотдачи над площадью тепловосприятия), а также места расположения теплопроводных включений (железобетонные ребра, железобетонные колонны в кирпичных стенах). При опасности образования конденсата в указанных местах необходимо увеличить сопротивление теплопередаче путем внутреннего или наружного утолщения стены, устройства пилястр и т. п.

Если помещение по влажностному режиму является нормальным (при однослойном ограждении) или сухим (при любом ограждении), то расчет влажностного режима ограждения можно не производить. Основное конструктивное мероприятие для борьбы с конденсацией влаги в бесчердачных покрытиях – устройство вентилируемых (раздельных) покрытий.

Конструкция ограждения не должна допускать накопления влаги в толще ограждения, а также выпадения конденсата на внутренней поверхности панели. При накоплении влаги внутри ограждения резко снижается термическое сопротивление и понижается температура на внутренней его поверхности, что проводит к выпадению конденсата и образованию сырах пятен, плесени, потеков и т. д. Нормы (СНиП РК 2.04.03-2002) устанавливают предельную влажность материалов ограждения в эксплуатационных условиях и требуют проверки паропроницаемости отдельных слоев ограждения, определения

возможной зоны конденсации и придание конструкции качеств, предотвращающих образование конденсата.

Следует стремиться располагать более паропроницаемые материалы в наружных слоях панели и менее проницаемые во внутренних слоях. Если это невозможно по конструктивным соображениям, необходимо размещать с внутренней стороны специальный пароизоляционный слой (например, барьер), который будет препятствовать доступу паров внутрь панели. В ряде случаев целесообразно между наружным водонепроницаемым, а, следовательно, и паронепроницаемым слоем утеплителе устраивать вентилируемым зазор, обеспечивающий свободный выход паров наружу.

Строительные нормы и правила требует, сто сопротивление пароизоляционный слой, определялось по формулам, приведенным в СНиП РК 2.0403-2002. Величина сопротивлений отдельных слоев ($R_n = \frac{\delta}{\mu}$ где μ –коэффициент паропроницаемости материала в г/м мм рт. ст. ч).

Требуемое сопротивление паропроницанию конструкции чердачных перекрытий и бесчердачных покрытий (совмещенных крыш) со сплошными вентилируемыми воздушными прослойками в целях ограничения конденсата водяного пара в чердачном пространстве или воздушной прослойке должно быть не менее определяемого по формуле

(6.2)

$^{в}_{Н}$

где – упругость водяного пара наружного воздуха (средняя за три зимних месяца) в мм рт. ст;

$e_в$

– упругость водяного пара внутреннего воздуха.

Инсоляция – облучения прямым солнечным лучами зданий, помещеий и территорий, оказывающее световое, ультрафиолетовое и тепловое (радиационное) воздействия. Световое и ультрафиолетовое облучение оказывает укрепляющее психофизиологическое воздействия на человека и бактерицидное на микроорганизм во внутреннем пространстве зданий, оздоровляя его.

В качестве солнцезащитных устройств используют горизонтальные сплошные и решетчатые козырьки, горизонтальные и вертикальные жалюзийные решетки с различно расположенными перьями, вертикальные стенки-экраны (солнцеломы) и сотообразные затемняющие экраны из железобетона, армоцемента, алюминия, дерева или других материалов (рис. 6.2).

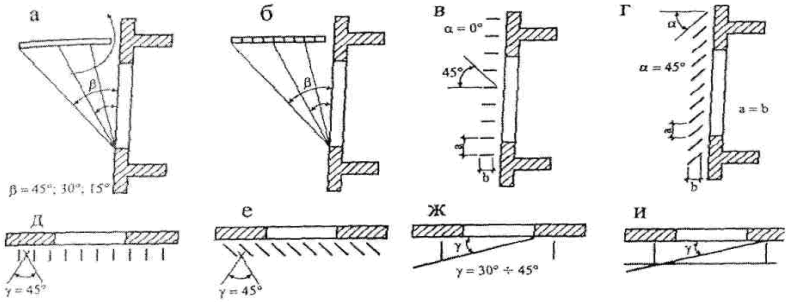


Рисунок 6.2. Схемы солнезащитных устройств. Горизонтальные козырьки: *а- сплошные; б- решетчатые; жалюзистационарные или регулируемые; в,г- горизонтальные; д,е- вертикальные; ж- вертикальные экраны-«солнцеломы»; и- сотообразные экран;* α, β, γ *- величины защитных углов.*

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

7.1. Содержание и объем курсовой работы «Двухэтажных здание»

Исходные данные курсовой работы: наименование здания, место строительства, расчетные температуры наружного и внутреннего воздуха наличие особых условий строительства – сейсмики и др., типы основных несущих и ограждающих конструкций.

На основании исходных данных разрабатываются следующие архитектурно-планировочные чертежи, детали и конструктивные узлы:

1. Планы этажей в масштабе 1:100;
2. Разрез здания по лестнице в масштабе 1:50 или 1:100;
3. Главный фасад в масштабе 1:100;
4. Монтажные планы несущих элементов перекрытия и покрытия на половину здания в масштабе 1:100;
5. Конструктивные детали (по указанию преподавателя) в масштабе 1:10 или 1:20;
6. Расчетно-пояснительная записка с описанием и обоснованием принятых в проекте решений, состоящая из разделов:

а) общая часть и исходные данные для проектирования;

в) архитектурно-планировочное решение здания;

б) конструктивное решение здания;

г) расчет лестничных маршей и глубины заложения фундаментов;

д) теплотехнический расчет ограждения (наружной стены, чердачного перекрытия или покрытия);

е) технико-экономические показатели.

Объем графической части – один лист стандартного размера (594 х 846 мм), пояснительной записки – 20–25 страниц рукописного текста с необходимыми схемами и расчетами.

Пояснительная записка должна содержать описание функционального назначения здания. Все принятые в работе решения поясняются и обосновываются и должны

сопровождаться эскизами; результатами расчетов, списком использованной литературы. Курсовая работа выполняется с применением единой модульной системы проектирования и требований стандартизации и унификации в строительстве.

7.2. Общие указания по разработке эскизов плана, фасада, разреза и узлов зданий

После изучения исходных данных приступают к эскизному проектированию здания. Эскизы разрабатываются в объеме, достаточном для выявления объемно-планировочного, архитектурного и конструктивного решения здания; планы этажей, разрез здания по лестничной клетке и главный фасад. Графическую часть эскиза рекомендуется выполнять на белой чертежной бумаге (формат А1).

Планы, разрез и фасад здания разрабатываются одновременно с взаимной увязкой, при этом размеры основных параметров здания (длина, ширина, высотные отметки) должны соответствовать требованиям единой модульной системы и увязываться с типовыми размерами заданных конструкций заводского изготовления.

Планы этажей. На основе заданных габаритных планировочных схем студент разрабатывает планы здания.

Работу следует начинать с нанесения на планы здания разбивочных модульных осей в соответствии с принятой конструктивной схемой здания и соблюдением правил привязки капитальных стен, отдельных опор и колонн каркаса к модульным осям. Стены и перегородки рекомендуется показывать двумя линиями, условно принимая толщину перегородок 100 мм, внутренних стен – 500 мм; сечение колонн железобетонного каркаса – 400 х 400 мм. Окончательная толщина наружных стен определяется теплотехническим расчетом и принятой конструкцией стен.

В углу каждого помещения приводят данные, в виде дроби, например $\frac{18{,}0}{П-1}$, где в числителе – площадь помещения м^2, в знаменателе – тип пола согласно экспликации полов.

Внутри плана показывают 2–3-размерные линии.

Размещают инженерные оборудования (ванну, умывальник, унитаз, раковину, душ и т. д.) согласно ГОСТом.

При проектировании прихожих в квартирах, их ширина 1,2–1,4 м; внутриквартирные коридоры шириной 1,0–1,10 м; остальные коридоры шириной 0,9 м.

Обозначения лестниц на планах этажей и в разрезе показаны на рис.2.38. и в приложении В.

С плана первого этажа переносятся на план второго этажа модульные оси, капитальные стены, колонны, лестничные клетки, и как правило, санитарные узлы, душевые, оконные проемы, простенки и др. Это в какой-то мере облегчает построение плана второго этажа и фасада здания.

На планах этажей показывается все встроенное санитарно-техническое оборудование, наименование и площади помещений, оконные и дверные проемы с указанием марок оконных и дверных блоков, подобранных по ГОСТам, открыванием дверей, вентиляционные каналы, внутренние и наружные размерные линии.

На внутренних размерных линиях указываются размеры помещений, внутренних проемов, толщины внутренних стен и перегородок. По периметру здания вдоль каждой наружной стены на расстоянии 14 мм от нее проводятся три наружные размерные линии с промежутками по 7 мм:

- на первой из них указываются габаритные размеры проемов и простенков по всей длине с привязкой их к модульным слоям;
- на второй – размеры между модульными осями;
- на третьей – общие габаритные размеры здания по наружному обмеру.

За третьей размерной линией располагаются маркировочные цифровые и буквенные обозначения модульных осей. Цифрами обозначаются поперечные оси слева направо, буквами – продольные оси снизу вверх. Буквы применяются русские заглавные. Цифры и буквы заключаются в кружки диаметром 8–10 мм. Все размеры указываются в миллиметрах; концы размерных линий оформляются засечками.

На планах показываются также линии разреза с обозначением цифрами и указанием направления проектируемой плоскости разреза,

Разрез. Поперечный разрез здания выполняется в наиболее характерном месте (желательно по лестничной клетке) с тем, чтобы наиболее полно выявить объемное и конструктивное решение здания. Разрез выполняется по оконным и дверным проемам. Построение разреза начинают с нанесения соответствующих модульных осей, затем наносятся высоты этажей, при этом за относительную отметку +0.00 принимается отметка пола первого этажа.

На разрезе должны быть показаны все надземные и подземные несущие и ограждающие конструкции, попавшие в секущую плоскость, а также конструктивные элементы, находящиеся за плоскостью разреза (колонны, несущие конструкции покрытия и междуэтажные перекрытия, откосы проемов, перила лестниц и др.). Кроме того, показывается разрез стен на блоки и панели, ленточные блочные фундаменты и другие подземные конструкции, находящиеся вблизи плоскости разреза, обозначенные пунктиром.

При разработке конструкции лестницы принимаются уклон марша, размеры ступеней, ширина марша и площадок. После расчета требуемого количества ступеней на высоту этажа (по принятым размерам подступеньки и проступи) рекомендуется нанести разбивочную сетку на чертеже разреза и по сетке вычертить очертания марша и конструктивные элементы лестницы. При устройстве входа в здание через лестничную клетку следует обеспечить высоту прохода под лестничной площадкой не менее 2100 мм, следовательно, пол лестничной клетки должен быть ниже пола первого этажа, устраиваемого на уровне верха цокольной части здания. Поэтому высота цоколя здания назначается не только из архитектурных соображений, но также с учетом обеспечения высоты прохода под лестничной площадкой.

Поскольку гидрогеологические условия не задаются, то в курсовой работе рекомендуется глубину заложения фундаментов определять в зависимости от глубины промерзания грунтов на месте строительства здания.

Общая толщина перекрытия (с учетом конструкции пола) принимается равной 300–400 мм.

Конструкция стропил увязывается с конструктивной схемой здания и с заданными стропильными элементами (бревенчатые, брусчатые, дощатые). Сечение строительных конструкций назначается ориентировочно в следующих пределах: для бревенчатых – 140–180 мм; для брусчатых – 120 х160 мм; для дощатых – 50 х 180 мм. Уклоны скатных крыш принимаются в соответствии с заданным материалом кровли, а совмещенных – 1 – 1,5 %.

На разрезе внутри здания указываются высотные отметки наиболее характерных уровней – чистых полов этажей, верха чердачного перекрытия, лестничных площадок. Кроме того, указываются размеры от пола до низа оконного проема, от верха проема до потолка, высота проема. По горизонтам указываются размеры лестничных площадок и заложение маршей. Снаружи, вне контура разреза, на расстоянии 15–20 мм от наружных стен проставляются по вертикальной линии высотные отметки всех характерных перепадов высот от подошвы фундамента до верха кровли. Все отметки проставляются в метрах.

Под разрезом ниже подошвы фундамента на 15–20 мм проводится горизонтальная размерная линия между модульными осями, выше которой следует дать привязку краев подошвы фундаментов к своим осям. Ниже размерных линий располагаются маркировочные обозначения осей в кружках диаметром 8–10 мм.

Фасад. Фасад здания решается с учетом его функционального назначения и конструктивных особенностей, и он должен быть выразительным и интересным в архитектурно-художественном отношении.

Эскиз фасада составляется на основе плана и разреза здания. На листе бумаги фасад следует разместить над планами, а справа от фасада – поперечный разрез здания. С планов на фасад переносятся необходимые горизонтальные размеры: общая длина здания, размеры оконных и дверных проемов, с разреза – все необходимые вертикальные размеры: высота здания, цоколя, карниза, размеры дверных и оконных проемов и т. п.

Если планы имеют ось симметрии, то это желательно подчеркнуть в решении фасада.

На эскизе фасада нужно показать все элементы объема здания, а также в зависимости от принятого решения: разрезку стен на крупные блоки и панели, пояски, креповки, пилястры, заполнение проемов с рисунками оконных переплетов и дверей и т. п.

В конце работы над эскизом фасада следует еще раз проверить его соответствие планам этажей и разрезу.

Законченный эскиз студенты представляют преподавателю для утверждения. При этом последние должны составлять краткую пояснительную записку к эскизу, содержащую исходные данные со ссылками на источники, функциональный процесс, объемно-планировочное и конструктивное решения с технико-экономическими показателями, подсчитанными по чертежам эскиза.

После утверждения эскиза преподавателем студент приступает к графическому выполнению архитектурно-конструктивных чертежей здания и составлению пояснительной записки. Утвержденный эскиз является документом, он сохраняется и подшивается к пояснительной записке курсовой работы перед ее защитой.

7.3. Разработка архитектурно-конструктивных решений и характерных деталей и узлов

Чертежи архитектурно-конструктивного решения здания выполняются на листе чертежной бумаги стандартного размера (А1). На листе должна быть нанесена рамка, отстоящая от левого края на 20 мм, а с трех краев – на 15 мм.

На листе внизу слева размещается план первого этажа, над ним план второго этажа. Планы располагают таким образом, чтобы сторона главного фасада была обращена к нижнему краю листа. Фасад размещается над планами так, что бы с них удобно было переносить размеры на фасад. Справа на одном уровне с ним размещается поперечный разрез здания, что также облегчает перенос размеров с разреза на фасад. Ниже разреза располагают монтажные планы несущих конструкций

перекрытия и покрытия, каждый на половину здания. Остальное свободное место на листе используется для размещения конструктивных деталей. В правом нижнем углу листа располагается стандартный штамп.

Условные изображения элементов сооружения, санитарно-технического оборудования и строительных материалов должны соответствовать ГОСТу. Лист нужно заполнять чертежами равномерно, оставляя расстояния между ними, а также между чертежами и наружной рамкой около 30–40 мм (с учетом цепочек размерных линии и поясняющих надписей).

В зависимости от размеров здания, его назначения и принятых масштабов возможны и другие варианты заполнения листа.

На чертежах должны быть указаны масштабы их выполнения. Чертежи рекомендуется выполнять в тонких линиях карандашами средней твердости в такой последовательности: планы здания, разрез, фасад, а затем другие чертежи. После проверки работы преподавателем производится окончательная обводка мягким карандашом основных элементом на всех чертежах. Характер обводки и толщина линии должны соответствовать требованием ЕСКД.

Планы этажей. Перечерчивают с эскизов с учетом всех рекомендаций, принятых на эскизной стадии проектирования; при этом продолжается детальная проработка планов: уточняются размеры помещении, простенков, окон, дверей и т.п.

На планах размеры и сечения несущих конструкции назначаются в соответствии с каталогами индустриальных строительных изделий или литературными источниками. Толщина наружных стен определяется теплотехническими расчетами и принимается кратным размерам применяемых изделий заводского изготовления (кирпич, камни, крупные блоки и панели). Уровень сечения здания для изображения планов принимается условно на отметке низа оконных проемов. В оконных проемах показываются четверти, количество слоев стекол обозначается в оконном проеме соответствующим числом линий (рис. 7.2).

Капитальные стены, их участки, отдельные опоры и колонны каркаса, попадающие на планах, показываются более толстой линией, чем перегородки или другие конструктивные элементы, не попавшие в сечение.

Разрез здания. При вычерчивании разреза учитываются все рекомендации, данные на эскизной стадии проектирования. Кроме того, все конструкций состоящие из отдельных слоев (перекрытия с полами, покрытия) на разрезе поясняются подписями в виде выносок с полочками (флажков), в которых указывается материал, толщина, объемный вес, марка элемента и т. п. (флажки могут быть заменены ссылками на разработанные в проекте детали). На чертеже разреза все конструктивные элементы, через которые проходит линия разреза, графически выделяются (рис. 7.1).

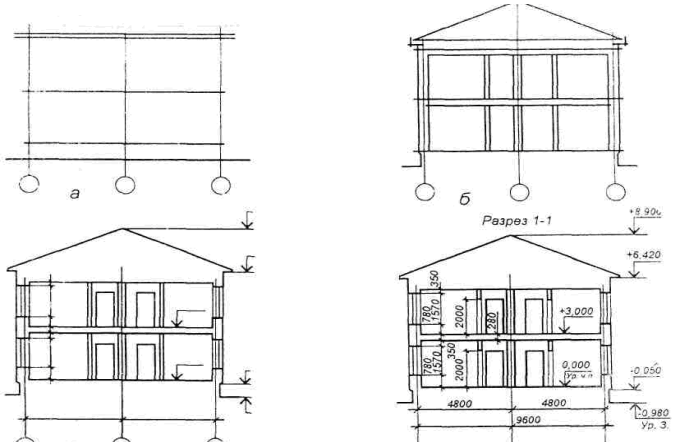


Рис. 7.1. Последовательность вычерчивания разреза:
а – компоновка чертежа и построение вертикальной координационной сетки; б – вычерчивание основных контуров; в – вычерчивание деталей и нанесения размерных линий; г – простановка размеров и графическое оформление

Фасад здания. Фасад вычерчивают на основе эскиза с учетом всех рекомендаций, принятых на стадии проектирования и с уточнением его архитектурных деталей. Особое внимание

следует уделить тщательной проработке карнизов, цоколя, разрезки стен на блоке или панели, элементов входа, т. е. наиболее значительных архитектурных деталей.

На фасаде должны быть показаны все основные элементы заполнения проемов с указанием окон и филенок дверей, наружные лестницы, входные площадки, козырьки, дымовые вентиляционные трубы, чердачные окна и др. (рис. 7.3).

Планы несущих конструкций перекрытия разрабатывают на первую половину здания (от оси 1) и совмещают с планом несущих конструкций покрытия, который разрабатывается для другой половины здания. На плане несущих конструкций перекрытия показывают: модульные оси, все капитальные стены, дымовые и вентиляционные каналы, отдельно стоящие вентиляционные стояки, колонны, прогоны, балки или плети перекрытия с условным обозначением их анкеровки, маркировку элементов заводского изготовления с указанием их количества, величины заделки балок или плит, а также участки перекрытия, замоноличенные по месту с указанием их размеров.

На чертеже наносятся следующие размеры: между разбивочными осями; привязка стен, колонн и прогонов к разбивочным осям; расстояние между осями балок или плит, а также участки перекрытия, замоноличенные по месту, с указаниям их размеров.

Планы несущих конструкций покрытия. На чертеже показываются разбивочные оси, наружные и внутренние стены с вентиляционными каналами, вентиляционные стояки, балки, плиты покрытия, карнизные плиты или карнизная линия. При стропильных конструкциях на плане показываются стропильные балки с кобылками, поддерживающие прогоны, мауэрлат, ригели чердачных окон, шпренгели кроме того, указываются на выноске рядом с планом в ортогональной проекции. Все элементы вычерчиваются в соответствии с их толщиной.

На чертеже должны быть показаны: размеры между разбивочными осями конструктивного остова здания, между осями стропил, расстояние между трубами и ближайшими

деревянными элементами стропил, а также номинальные размеры плит с привязкой к разбивочным осям.

Конструктивные детали. Конструктивные детали, предназначенные для разработки в курсовой работе, указываются преподавателем при утверждении эскиза. Место расположения отдельных деталей указывается на разрезе или на других чертежах. Количество проекций и сечений каждой детали принимается из расчета получения максимальной информации о ней. За основу проекции принимается вид на деталь в месте её обозначения.

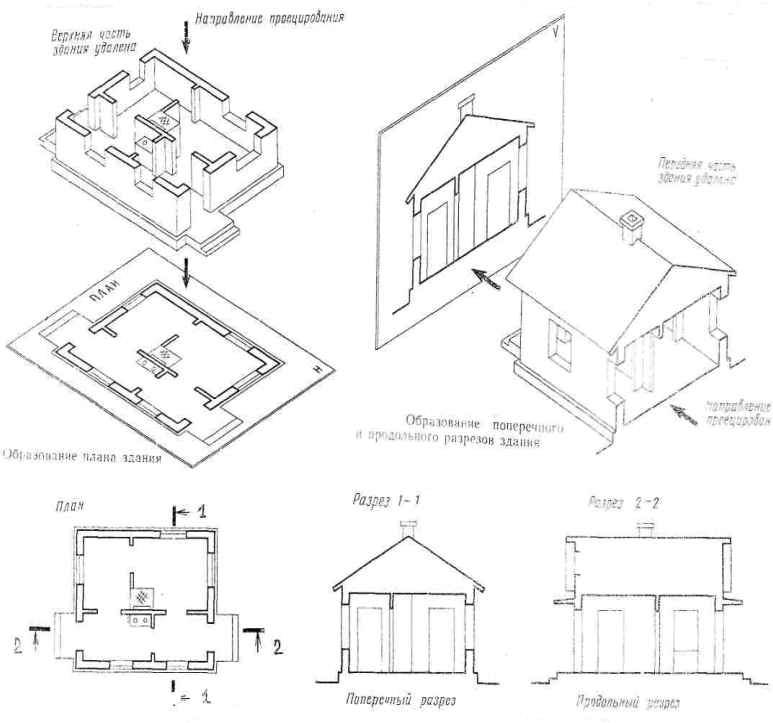


Рис. 7.2. Примеры выполнения фасадов

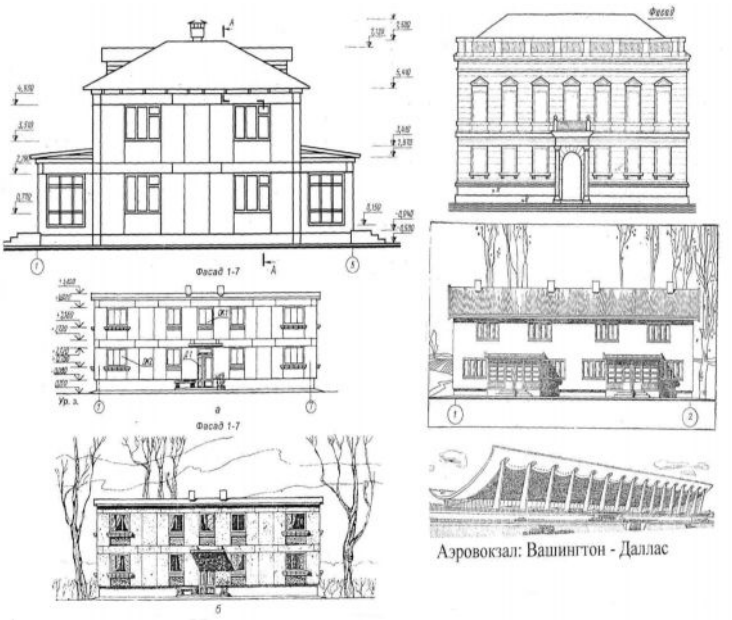


Рис. 7.3. Чертежи фасада здания, выполненные различными графическими:
а – в линейной графике; б – в черно-белой (штриховой) графике (архитектурно-строительный чертеж)

На деталях показываются разбивочные оси с привязкой к ним конструктивных элементов, делаются поясняющие надписи и проставляются необходимые размеры и марки элементов.

Основной масштаб для узлов: 1:5; 1:10; 1:20. Маркировка осуществляется на плане, фундаментах, плитах перекрытий, с разрезом.

Рекомендуется разработка и вычерчивание элемента разреза с показом отметок верха и низа конструкций, координатных (разбивочных) осей, привязкой элементов к осям с необходимыми надписями.

Рекомендуется разрабатывать и вычерчивать следующие узлы:

- детали фундаментов с устройством гидроизоляции;

- конструкции междуэтажных, чердачных, цокольных перекрытий с проработкой узлов сопряжения перекрытий с наружными стенами и внутренними опорами;
- элементы скатной кровли и стропил при чердачных перекрытиях и конструкциях плоской кровли с деталями устройства водостоков, ограждений и т. д.;
- детали лестниц;
- крепление крупноразмерных перегородок;
- крепление балконов, лоджии, деталей устройства главного входа;
- крепление дверных и оконных проемов;
- опирание перемычек на стены;
- детали устройства парапетов и карнизов;
- конструктивное решение подвесных потолков.

Перемычки выполняются только для бескаркасных кирпичных зданий. Длина перемычек ℓ зависит от ширины проема ($в$) и условий опирания перемычек на стену

$$\ell_{\text{пер}} = в + 500 \text{ (или 240 мм)}.$$

Размеры лестничной клетки увязываются с размером привязок по осям.

Макет оформления чертежей «малоэтажного» здания приведен на рис. 7.4.

7.4. Составление расчетно-пояснительной записки

В пояснительной записке должны быть четко изложены исходные данные для проектирования, отражены принятые объемно-планировочные и конструктивные решения и их обоснования, а также та дополнительная информация, которая отсутствует на чертежах, и которая необходима для уяснения данного конкретного проекта. Изложение должно быть последовательным, кратким и без повторений.

Пояснительная записка пишется шариковой ручкой на одной стороне листа белой писчей бумаги стандартного размера (297 х 210 мм) и в сброшюрованном виде с верхним титульным

листом прикладывается к проекту здания. Страницы нужно пронумеровать, записку подписать.

Начинается записка с содержании с указаниям всех разделов, входящих в неё, заканчивается списком литературы, использованной при выполнении курсовой работы. В записке рекомендуется представить следующие разделы.

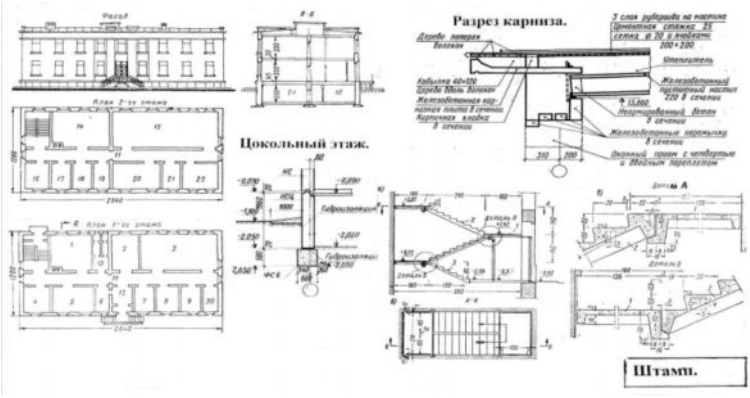


Рис. 7.4 Содержание и компоновка иллюстративных материалов курсовой работы

Общая часть и исходные данные для проектирования

Здесь приводятся все материалы, полученные в результате выполнения раздела 7.3, в т. ч.:

а) исходные данные варианта задания (наименование проектируемого здания, место строительства, краткое описание функционального назначения);

б) климатическая характеристика района строительства (расчетные зимние температуры наружного воздуха, зона по влажности, наличие вечной мерзлоты, сейсмичность и др.);

в) основные требования к данному типу здания, в частности противопожарные (входы и выходы), санитарно-гигиенические, (температура и влажность воздуха, естественное освещение) и т. п.;

г) краткое введение к чертежам проекта.

Объемно-планировочное решение здания

Здесь дается характеристика объемно-планировочного решения в соответствии с заданием на проектирование и функциональными особенностями здания, в частности:

а) форма и размеры здания в плане, этажность, высота помещений, наличие подземной части;

б) размещение помещений по этажам;

в) выполнение противопожарных и санитарных требований, в т. ч. обоснование количества и размеров путей эвакуации (лестницы, входы, коридоры и пр.);

г) архитектурное решение фасада с указанием наружной отделки;

д) внутренняя отделка помещений здания;

е) решение вопросов водоснабжения, канализации, газоснабжения, отопления и вентиляции.

Конструктивное решение здания:

а) конструктивная схема – тип несущего остова, размеры пролетов ,шагов и высоты этажей, типы привязок несущих конструкций к разбивочным осям;

б) материал несущих конструкций с учетом класса здания, природных условий, противопожарных требований, наличия местных строительных материалов и заданных конструкций и т. п.;

в) тип фундаментов под наружные и внутренние стены и отдельные опоры, их конструктивная характеристика, глубина заложения;

г) тип стен, их толщина из условий несущих способности и теплотехнических требований;

д) конструктивное решение крыши, тип кровли, ее уклон;

е) конструктивное решение перекрытий – цокольного, междуэтажного и чердачного, увязка конструкции чердачного перекрытия (или покрытия) с теплотехническим расчетом;

ж) конструктивные решения лестниц;

з) конструктивные решения перегородок, обеспечение требований звукоизоляции от воздушного шума;

и) характер заполнения перегородок и дверных проемов, обеспечение требований освещения и вентиляции;

к) материал и конструкция полов в зависимости от назначения помещения и условий эксплуатации, обеспечение требований звукоизоляции от ударного шума.

Теплотехнические расчеты

Обосновывается толщина наружной стены и слоя утеплителя в чердачном перекрытии. Определяется общее сопротивление теплопередаче исследуемой конструкции при установившемся потоке тепла и требуемое сопротивление теплопередаче этой же конструкции в заданных климатических и санитарно-гигиенических условиях.

Все расчеты должны показывать ход расчета, а не только готовые результаты. К формулам следует давать объяснения буквенных и других значений; указывается размерность всех величин.

Литература

В список литературы следует включить весь перечень источников, которыми пользовался студент, соблюдая следующую последовательность: порядковый номер, фамилия и инициалы автора (или авторов), наименование литературы, город, издательство и год издания.

8. ПОНЯТИЕ О СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

8.1. Основные нормативные положения проектирования

При проектировании конструкций, оснований зданий и сооружений следует соблюдать требования строительных норм и правил (СНиП), обеспечивающие необходимую надежность, капитальность, долговечность и заданные условия эксплуатации зданий в целом, а также отдельных элементов и соединений конструкций. При этом требуется предусматривать наиболее эффективное использование капитальных вложений путем применения соответствующих строительных материалов, рациональных конструктивных решений и максимального использования прочных свойств материалов и несущей способности оснований, а также соблюдать требования по экономному расходованию основных строительных материалов при максимальном сокращении трудовых затрат и сроков строительства.

Нормы проектирования строительных конструкций обязывают предусматривать при проектировании зданий и сооружений максимально возможное применение унифицированных типовых конструкций, более совершенную технологию изготовления конструкций и методов их возведения, широкую индустриализацию строительства с использованием современных средств комплексной механизации.

Особое внимание конструктора должно быть обращено на обеспечение прочности и долговечности сооружения в целом и отдельных его частей, а также соединений сборных элементов, которые должны обеспечивать пространственную жесткость и устойчивость конструкций на всех стадиях их возведения и при эксплуатации. Если в принятом конструктивном решении на прочность и устойчивость конструкций влияет способ возведения, то в проектах зданий должны содержаться указания о порядке их возведения. Эти указания необходимо учитывать в последующем при разработке проекта производства работ.

В проектах зданий и сооружений должны предусматриваться мероприятия:

а) обеспечивающие требуемую долговечность конструкций и оснований (соответствующий выбор материалов, конструктивные и специальные защитные меры в целях повышения огнестойкости, морозостойкости, коррозионной стойкости, защиты от конденсационного увлажнения и гниения, для отвода воды, проветривания и т. п.);

б) снижающие возможное отрицательное влияние дополнительных местных и внутренних напряжений (например, сварочных, усадочных, температурных напряжений, концентрации напряжений в местах резкого изменения размеров сечений элементов конструкций, в т. ч. вблизи отверстий, а также в местах резкого изменения характеристик грунтов основания и т. п.).

Строительные конструкции и основания следует рассчитывать на силовые воздействия по методу предельных состояний, при которых конструкция, основание, здание или сооружение перестают удовлетворять заданным эксплуатационным требованиям при силовых или других возможных воздействиях.

***Предельные состояния разделяются на две группы*:** по потере несущей способности или непригодности к нормальной эксплуатации.

***К предельным состояниям первой группы относятся*:**

- общая потеря устойчивости формы;
- потеря устойчивости положения;
- хрупкое, вязкое, усталостное или иного характера разрушение;
- разрушение под совместным воздействием силовых факторов и неблагоприятных влияний внешней среды;
- качественное изменение конфигурации;
- резонансные колебания;
- состояния, при которых возникает необходимость прекращения эксплуатации в результате текучести материала, сдвигов в соединениях, ползучести или чрезмерного раскрытия трещин.

***К предельным состояниям второй группы относятся*:** состояния, затрудняющие нормальную эксплуатацию

конструкций и оснований или снижающие долговечность из-за появления недопустимых перемещений (прогибов, осадок, углов поворота), колебаний трещин и т. п.

Цель метода расчета по предельным состояниям не допустить наступления предельных состояний при эксплуатации в течение всего срока службы конструкций, здания или сооружения, а также при их возведении.

Нормы расчета регламентируют усилия, напряжения, деформации, перемещения, величины раскрытия трещин и др., которые не должны превышать предельных значений, устанавливаемых нормами проектирования.

Надежность конструкций и оснований обеспечивается расчетом, которым учитываются возможные неблагоприятные характеристики материалов и возможные невыгодные нагрузки и сочетания нагрузок и воздействий, а также условия эксплуатации и особенности работы конструкций и оснований. При этом должны быть соблюдены все требования нормативных документов и государственных стандартов (или технических условий), предъявляемые к качеству материалов, изделий и производству работ, а также к эксплуатации зданий и сооружений.

Расчетные схемы и основные предпосылки расчета конструкций и оснований должны учитывать факторы, определяющие напряженное и деформированное состояние, а также особенности взаимодействия элементе конструкций между собой и с основанием. В необходимых случаях учитываются пространственная работа, геометрическая и физическая нелинейность, пластические свойства материалов и грунтов. Расчетные схемы должны отражать действительные условия работы сооружений и ориентировать на использование электронно-вычислительных машин.

Основными параметрами сопротивления материалов силовым воздействиям являются нормативные сопротивления $R^{н}$, устанавливаемые нормами проектирования строительных конструкций с учетом условий контроля и статической изменчивости сопротивлений. Значение нормативного сопротивления материала может равняться значению контрольной или браковочной характеристики, устанавливаемой

соответствующими государственными стандартами на материалы.

Возможные отклонения сопротивлений (и других характеристик) материалов и грунтов в неблагоприятную сторону от нормативных значений учитываются коэффициентами безопасности по материалу и грунту k, вводимыми в виде делителя к нормативным значениям. Численные значения коэффициентов k устанавливаются нормами проектирования конструкций и оснований в зависимости от свойств материалов и грунтов, их статистической изменчивости. Коэффициент k учитывает: возможное отклонение сопротивлений материала от нормативных сопротивлений вследствие случайного разброса прочностью; отличия сопротивлений материала в конструкциях от контролируемой на малых образцах прочности; отклонения в размерах сечений прокатных профилей (с учетом допусков на прокат); отсутствие площадки текучести у высокопрочных металлов и необходимость введения дополнительных запасов при назначении расчетных сопротивлений этих материалов и т. п. В расчетах по несущей способности значения k для материалов принимаются не менее 1,1.

Расчетным сопротивлением материала R (или расчетной характеристикой грунта) называется сопротивление, принимаемое при расчетах конструкций или оснований и получаемое делением нормативного сопротивления $R^н$ (характеристики) на коэффициент безопасности по материалу (грунта) k.

Особенности действительной работы (и предельных состояний) материалов, элементов соединений конструкций, оснований, а также конструкций зданий и сооружений, имеющие систематический характер, но не отражаемые в расчетах прямым путем, учитываются в необходимых случаях коэффициентом условий работы m: влияние температуры, влажности, агрессивности среды и т. д.:

- приближенность расчетных схем и принятых в расчете предпосылок;
- перераспределение силовых факторов и деформаций.

Численные значения коэффициентов m устанавливаются нормативными документами на основе теоретических и

экспериментальных данных о действительной работе материалов, конструкций и оснований в условиях эксплуатации и строительства.

Степень ответственности и капитальности зданий и сооружений, а также значимость последствий наступления тех или иных предельных состояний учитываются в необходимых случаях коэффициентом надежности $k_н$. Коэффициент $k_н$ может вводиться в расчет также при недостаточной изученности действительной работы и предельных состояний отдельных видов конструкций и оснований. Численные значения коэффициента $k_н$ устанавливаются соответствующими нормативными документами. На коэффициент $k_н$ следует делить предельные значения несущей способности, расчетные сопротивления, предельные деформации, величины раскрытия трещин либо умножать значения расчетных нагрузок, усилий или иных воздействий.

Нормативные значения нагрузок и воздействий, а также их классификация устанавливаются СНиП «Нагрузки и воздействия». Возможное отклонение нагрузок в неблагоприятную (большую или меньшую) сторону от их нормативных значений вследствие изменчивости нагрузок или отступлений от условий нормальной эксплуатации учитывается коэффициентом надежности по нагрузке γ_f, устанавливаемым с учетом назначения зданий и условий их эксплуатации.

Нагрузки и воздействия, принимаемые в расчетах конструкций или оснований и получаемые умножением их нормативных значений на соответствующий коэффициент γ_f называются расчетными.

Конструкции и основания рассчитывают с учетом возможных (для сечений элементов, конструкций и их соединений либо для всего здания) неблагоприятных сочетаний нагрузок и воздействий по СНиП «Нагрузки и воздействия».

8.2. Рекомендации по выбору конструктивных схем зданий

При выборе конструктивной схемы здания необходимо учитывать:

- архитектурно-планировочные требования;
- наличия индустриальной базы промышленности строительных материалов и изделий;
- наличие местных материалов;
- природные условия района строительства (сейсмические районы, районы вечной мерзлоты, просадочные грунты, подрабатываемые территории и т. п.);
- этажность (высоту) здания.

При проектировании кирпичных зданий или зданий из местных материалов высотой до девяти этажей возможны конструктивные схемы с тремя продольными несущими стенами или с несущими поперечными стенами, расположенными с большим шагом (6 м и более), которые принимаются на основании технико-экономических сравнений указанных вариантов. Пространственная жесткость обеспечивается совместной работой поперечных и продольных стен. Перекрытия выполняются из железобетонных настилов или плит.

При наличии соответствующей индустриальной базы жилые дома следует проектировать крупнопанельными, а общественные здания – каркасными сборными железобетонными с навесными панелями. Наиболее рациональными конструктивными схемами панельных домов являются:

- при этажности 9–16 этажей с поперечными несущими стенами из панелей, расположенными с узким шагом (до 3,6 и 4,2 м) или с широким шагом (6 м и более), пространственная жесткость зданий обеспечивается системой поперечных и продольных внутренних стен в сочетании с перекрытиями, которые принимаются из сплошных железобетонных плит, раздельных плит размером на конструктивный модуль или из железобетонных настилов;
- при этажности 16–25 этажей – крупнопанельные с узким шагом поперечных несущих стен (до 4,2 м) или при расположении в первых этажах помещений общественного назначения – каркасно-панельные сборные железобетонные;
- пространственная жесткость обеспечивается связевыми железобетонными диафрагмами и перекрытиями;

- при этажности 25 и более этажей – каркасные решения, пространственная жесткость обеспечивается каркасом, диафрагмами жесткости и железобетонными перекрытиями;

- для многоэтажных каркасных зданий целесообразна связевая система в виде пространственного ядра жесткости, что освобождает план здания от часто расположенных вертикальных диафрагм жесткости. В пределах ядра жесткости следует сосредоточивать лестничные клетки, лифтовые шахты и холлы, вертикальные коммуникации инженерного оборудования.

При необходимости устройства в панельных домах встроенных помещений на первом этаже целесообразно, как правило, первый этаж использовать для подсобных помещений, не меняя конструктивного решения дома, а торговые помещения делать пристроенными к основному объему здания.

Наружные ограждающие конструкции рекомендуется проектировать несущими в панельных домах до 9 этажей и навесными – для зданий большей этажности.

Для технико-экономической целесообразности рекомендуется возводить многоэтажные жилые и общественные здания с несущими конструкциями из монолитного железобетона с применением инвентарной скользящей или переставной опалубки.

Для зданий, возводимых способом подъема этажей или перекрытий, целесообразно применять сборный железобетонный каркас и монолитные железобетонные перекрытия.

Несущие конструкции покрытий залов больших пролетов в общественных зданиях следует выполнять с учетом архитектурно-планировочного решения и технико-экономических обоснований предпочтительно в виде пространственных конструкций.

8.3. Рекомендации по выбору материалов конструкций

Для фундаментов на естественном основании, стен подвалов и технических подполий в целях снижения трудоемкости возведения подземных частей зданий, целесообразно применять сборные железобетонные и бетонные изделия.

Для стен в зданиях до 9 этажей могут применяться кирпич, блоки из местных материалов, бетонные или железобетонные многослойные панели, панели из легких бетонов: керамзибетона, пемзобетона, перлитобетона, газо или пенобетона, газошлакобетона, пеносиликатобетона.

Для зданий выше 9 этажей рекомендуются стены панельные или в виде кирпичного заполнения. Наружные стены следует проектировать с долговечной отделкой.

Перекрытия выполняются преимущественно из сборных железобетонных изделий.

При наличии местных легких наполнителей и соответствующих технико-экономических обоснование, целесообразно применение легких бетонов и для стен и для перекрытий.

Для районов, где имеются природные пористые заполнители, обеспечивающие получение бетонов класса В25 и выше, сборные железобетонные, в т. ч. предварительно напряженные, несущие конструкции зданий и сооружений целесообразно проектировать из легкого бетона.

При изготовлении сборных железобетонных предварительно-напряженных конструкций широкое применение находят эффективные виды арматуры: высокопрочная арматурная проволока периодического профиля класса Вр-II и гладкая класса В-II, проволочные пряди и канаты, а также стержневая горячекатаная арматурная сталь периодического профиля классов А-V и А-IV.

При проектировании и возведении монолитных бетонных и железобетонных конструкций, к бетону которых предъявляются только требования по прочности, проектный класс бетона назначают с учетом возможного реального срока загружения конструкций нагрузками, принятыми в проекте. В частности, если известно, что конструкция будет загружена принятыми в проекте нагрузками не ранее чем через два месяца, проектную марку бетона и соответственно состав бетонной смеси следует назначать с учетом прироста прочности бетона во времени и фактических сроков загружения конструкции.

Для покрытий общественных зданий применяют легкие эффективные металлические конструкций, в частности в виде

трубчатых конструкций, из стального профилированного оцинкованного настила или асбестоцементных панелей с эффективным утеплителем, а также алюминиевые конструкций.

При проектировании стальных конструкций следует предусматривать применение:

- высокопрочных сталей с пределом текучести 450МПа (45 кгс/мм^2) и более, низколегированных с пределом текучести 400МПа (40 кгс/мм^2), а также углеродистых термических упрочненных с пределом текучести 300 МПа (30 кгс/мм^2);
- эффективных профилей, в т. ч. тонкостенных электросварных труб, открытых гнутых и замкнутых гнутосварных профилей, профилированного настила, широкополочных двутавров, широкополосной универсальной стали;
- пространственных предварительно напряженных конструкций и висячих покрытий и др.

Для зданий и сооружений, возводимых в многолесных районах, целесообразно применение несущих и ограждающих деревянных конструкций, преимущественно клееных.

В качестве несущих деревянных конструкций покрытий целесообразно применять клееные, а также клеефанерные конструкции из водостойкой фанеры.

8.4. Нагрузки и воздействия для расчета конструкций

При проектировании здания и расчете его конструктивных элементов учитываются постоянные и временные нагрузки в соответствии с главой СНиП «Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования».

К постоянным нагрузкам относят собственный вес строительных конструкций, как несущих, так и ограждающих. Временными нагрузками являются такие, которые в отдельные периоды строительства и эксплуатации здания могут отсутствовать. Временные нагрузки в свою очередь делятся на длительные и кратковременно действующие.

К длительным нагрузкам относится вес установленного в здании стационарного оборудования, нагрузки на перекрытия в помещениях архивов, книгохранилищ, библиотек и т. п. Кратковременно действующими нагрузками и воздействиями

являются нагрузки от мебели и легкого оборудования, от веса людей, веса снегового покрова, давления ветра, а также температурные климатические воздействия.

К постоянным нагрузкам относятся:

а) вес частей здания, в т. ч. вес несущих и ограждающих строительных конструкций;

б) вес и давление грунтов (насыпей, засыпок);

в) воздействия предварительного напряжения конструкций.

К временным длительным нагрузкам относятся:

а) вес временных перегородок;

б) вес стационарного оборудования;

в) нагрузки на перекрытия в складских помещениях, архивах, библиотеках и подобных помещениях;

г) вес слоя воды на водонаполненных плоских покрытиях;

д) нагрузки в помещениях жилых и общественных зданий, где преобладает вес оборудования и материалов (технические этажи, помещения счетно-вычислительных станций и другие специальные помещения);

е) нагрузки на перекрытия зданий, в размере 500 Н/м^2 (50 кгс/м^2);

ж) вес снегового покрова для V-III районов, уменьшенный на 700 Н/м^2 (70 кгс/м^2);

з) воздействия неравномерных деформаций оснований;

и) температурные климатические воздействия;

к) воздействия усадки и ползучести;

Значения нагрузок по пункам «е», «ж», «и» составляют только часть полного их значения и вводятся в расчет, если необходимо учитывать влияние длительности их действия на деформации и образование трещин в случаях, предусмотренных соответствующими нормативными документами, например нормами проектирования железобетонных конструкций. Полные значения нагрузок этих видов относятся к кратковременным.

К кратковременным нагрузкам относятся:

а) вес людей, деталей; ремонтных материалов в зонах обслуживания
оборудования (проходах, проездах и других свободных от оборудования участках);

б) нагрузки, возникающие при изготовлении, перевозке и возведении строительных конструкций, при монтаже и перестановке оборудования, а также от веса временно складируемых на строительстве изделий и материалов (за исключением мест, специально предназначенных для их складирования), веса не полностью смонтированных конструкций, насыпного грунта и т. п.;

в) снеговые нагрузки;

г) ветровые нагрузки;

д) температурные климатические воздействия.

К особым нагрузкам и воздействиям относятся: сейсмические и взрывные воздействия; воздействия неравномерных осадок основания, обусловленных коренным изменением структуры грунта (например, уплотнением просадочных грунтов при замачивании, просадками грунтов в районах горных выработок и т. п.).

8.5. Достоинства и недостатки строительных материалов и конструкций

Для изготовления архитектурных конструкций в основном применяются: металл, бетон, дерево и пластмасса.

Металлические конструкции

Основной особенностью конструкций из металла является то, что, во-первых, для всех конструкций и конструктивных форм исходным материалом является выпускаемый по единому сортаменту прокатный металл; во-вторых, все конструкции подчинены единому технологическому процессу изготовления (обработка металла, соединения, монтаж).

Достоинства

1. Надежность. В основе ее совпадение действительной работы конструкций с расчетными предпосылками. Обеспечивается такое совпадение в сравнении с другими материалами высокой однородностью внутренней структуры металла.

2. Легкость С. Определяется из отношения плотности γ материала к его прочности R. Например, для высокопрочной

стали: C=1,70x10^{-4} м$^{-1}$; для бетона класса В30: C=1,80x10^{-4} м$^{-1}$, для дерева: C=5,40x10^{-4} м$^{-1}$.

3. Индустриальность и технологичность – изготовление металлических конструкций на заводах, оснащенных современным оборудованием, монтаж специализированными организациями.

4. Плотность основного металла и соединений (сварка) предопределяет применение стали для конструкций, эксплуатирующихся в условиях высоких и низких давлений.

Недостатки

1. Коррозия. При неблагоприятных условиях коррозия через два–три года полностью выводит из строя металлические конструкции. Повышение коррозионной стойкости металлических конструкций увеличивает стоимость и эксплуатационные расходы.

2. Огнестойкость. При повышении температуры до 200 °С у стали сильно снижается модуль упругости, что приводит к чрезмерным деформациям. При температуре 600 °С сталь переходит в пластическое состояние.

3. Металлические конструкции выполняют из дефицитных материалов, необходимых во многих других отраслях промышленности.

Железобетонные конструкции

Основной особенностью конструкций из бетона и железобетона является то, что в настоящее время этот материал нашел самое широкое применение во всех областях строительства.

Достоинства

1. Высокая прочность при любом воздействии внешних нагрузок.

2. Долговечность железобетона оказывается значительно выше, чем у конструкций из других материалов.

3. Применение железобетона в строительстве дает возможность экономить металл как наиболее дефицитный материал.

4. Из железобетона можно создавать самые разнообразные конструктивные формы.

5. Железобетон не требует больших эксплуатационных расходов.

6. Огнестойкость железобетона на несколько порядков выше, чем у конструкций из металла, дерева, пластмасс.

7. Различные виды бетона позволяют получить железобетон жаростойкий, кислотостойкий и др.

Недостатки

1. Железобетонные конструкции тяжелы. В связи с этим в зданиях и сооружениях имеют место значительные нагрузки от собственных масс. Путь снижения нагрузок от собственных масс – применение легких бетонов.

2. Часто в железобетонных конструкциях возникают трещины, что приводит к коррозии арматуры. Выход – усложнение технологии изготовления конструкций, применение более высококачественных материалов.

3. Для изготовления конструкций нужны формы, в которых изделия выдерживаются до набора бетоном необходимой прочности. Процесс твердения требует затрат времени. Выход – заводское изготовление, совершенствование конструктивных форм.

Деревянные и пластмассовые конструкции

Достоинства

1. Технологичность и простота обработки и изготовления конструкций, особенно в заводских условиях.

2. Стойкость к воздействию химически агрессивных сред.

3. Возможность создания любых конструктивных форм.

4. Эстетичность.

Недостатки

1. Недолговечность, конструкции подвержены гниению.

2. Низкая огнестойкость.

Каменные и армокаменные конструкции

Достоинства

1. Обладают хорошими теплофизическими и эксплуатационными свойствами.

2. Высокая прочность, огнестойкость, долговечность.

Недостатки

1. Низкая технологичность при изготовлении на месте.

2. Применяются в основном для малоэтажного

строительства.

Свойства материалов.

Прочность – свойство материала или конструкции воспринимать, не разрушаясь на различные виды нагрузок и воздействий.

Морозостойкость – материала определяется максимальным числом циклов замораживания и оттаивания в водонасыщенном состоянии (Мрз), при котором материал не получает никаких трещин, выкрашиваний и теряет прочность не более 25 % против первоначального значения в воздушно-сухом состоянии.

Влагостойкость – материала понимается, как способность сопротивляться разрушающемуся действию влаги, вызывающей набухание, коробление, расслоение с последующим растрескиванием и потерей прочности материала.

Коррозиестойкостью – называется способность материала сопротивляться разрушению под действием водяных паров, газов или химических веществ, содержащихся в окружающей среде.

Биостойкость – материала заключается в его способности сопротивляться разрушающемуся действию микроорганизмов.

8.6. Особенности проектирования железобетонных конструкций для работы в условиях высоких и низких температур

В условиях систематического воздействия повышенных и высоких технологических температур работают железобетонные конструкции промышленных зданий горячих производств (литейные, электроплавильные цеха и т. п.), а также железобетонные дымовые трубы, фундаменты доменных печей, ограждения тепловых агрегатов и др. Повышенными называют технологические температуры в диапазоне 50...200 °С, высокими – свыше 200 °С.

Бетонные и железобетонные конструкции, подвергающиеся действуют повышенных температур, проектируют из обычного бетона, высоких температур – из специального жаростойкого бетона. Применяемые классы по прочности на сжатие обычных

тяжелых бетонов В15...В50, жаростойких В15...В40. Для жаростойких бетонов установлена нормами предельно допустимая температура применения, составляющая в зависимости от состава бетона 700...1400 °С. При более высоких температурах необходимо устраивать специальный защитный слой (футеровку). При нагреве более чем на 50 °С происходить снижение прочности бетона; оно тем больше, чем выше температура и чем длительнее нагрев.

Для обеспечения надежной работы железобетонных конструкций, работающих в условиях повышенных и высоких температур, наряду с общими конструктивными требованиями необходимо выполнение некоторых дополнительных. Например, толщина защитного слоя в конструкциях из обычного бетона, эксплуатируемых при t – 100 °С, увеличивается на 5 мм и должна быть не менее 1,5d арматуры, диаметр продольной растянутой и сжатой арматуры не должен превышать при температуре арматуры до 100 °С – 28 мм, 100...200 °С – 25 мм, 200...300 °С – 20 мм. При температурах выше 400 °С рабочую арматуру устанавливают с ненагреваемой стороны.

Низкотемпературные воздействия на железобетонные конструкции подразделяются на климатические и технологические.

- Климатическим воздействиям подвергаются здания и сооружения в суровых климатических районах. При этом расчетная зимняя температура наружного воздуха применяется как средняя температура наиболее холодной пятидневки в зависимости от района строительства.
- В условиях низких технологических температур (–90...196 °С) работают резервуары для хранения сниженных газов и т. п.
- Проведенные исследования показали, что при первоначальном замораживании прочность бетона повышается. При повторных замораживаниях и оттаиваниях его прочность снижается. Это объясняется тем, что находящаяся в порах бетона влага превращается в лед, который, расширяясь, вызывает деструктивные процессы в бетоне.
- Для уменьшения отрицательного влияния низких температур необходимо принимать все меры для снижения

количества влаги в бетоне: применять бетоны плотной структуры, использовать суперпластификаторы и т. п.

Арматура железобетонных конструкций в условиях низких температур становится хладноломкой и ее деформативность резко снижается, вследствие чего может произойти обрыв стержней и хрупкое разрушение железобетонных конструкций. Степь хладноломкости зависит от класса и марки стали, наличия сварных соединений, а также повреждений и характера нагрузки.

8.7. Железобетонные конструкции, находящиеся в условиях жаркого климата и агрессивных сред

В промышленности и сельском хозяйстве имеются предприятия, на которых производятся или используются химически агрессивные вещества, вызывающие коррозию железобетона. Это предприятия по производству кислот, минеральных удобрений, цветных и черных металлов, а также очистные сооружения и т. п.

• Агрессивные среды по характеру воздействия на бетон разделяются на три вида. К первому виду относятся мягкие воды (дождевые и т. п.), которые, фильтруя через бетон, растворяют и выносят гидроксид кальция. Ко второму виду относятся кислоты, их растворы, конденсаты паров, содержащих кислы газы (CO_2, SO_3 и т. д.), растворяющие компоненты цементного камня и образующие соединения, не обладающие прочностью. К третьему виду относятся вещества, содержащие сульфаты и т. п., которые при взаимодействии с цементным камнем увеличиваются в объеме и разрыхляют бетон.

Для южной части республики, с сухим и жарким климатом возникла необходимость возведения зданий и сооружений из железобетона в районах.

• Под сухим и жарким климатом понимают метеорологические условия, характеризующиеся знойным летом продолжительностью более 100 сут в году со средней максимальной температурой наружного воздуха наиболее

жаркого месяца 29 °С и более при средней месячной относительной влажности наружного воздуха менее 40 %.

В отличие от рассмотренных ранее условий работы конструкций, изготовляемых в нормальных условиях, влияние сухого и жаркого климата должно быть учтено уже на стадии приготовления, укладки и ухода за бетоном. Это вызвано тем, что температура воды, вяжущего и заполнителей существенно выше, чем в нормальных условиях, вследствие чего обезвоженные заполнители отсасывают воду в процессе укладки и уплотнения бетона. В контактной зоне цементного камня происходит обезвоживание и неполная гидратация вяжущего, полученная таким образом бетонная смесь насыщена значительным количеством воздуха. Указанные факторы приводят к значительному снижению прочности бетона. Поэтому при производстве работ в жаркий период должны быть приняты меры по защите составляющих бетона от чрезмерного нагрева, например, путем хранения их под навесом в увлажненном состоянии.

Весьма важен уход за свежеуложенным бетоном, имеющие целью создание условий для протекания реакции гидратации вяжущего и предохранения бетонных элементов от возникновения и развития в них опасных величин собственных напряжений. Обычно в условиях сухого и жаркого климата начальный уход за свежеуложенным бетоном осуществляется покрытием из мокрого брезента или парусины, соломенных матов, установкой защитных щитов.

Для железобетонных конструкций, возводимых в условиях сухого и жаркого климата, применяют тяжелый бетон и бетон на пористых заполнителях. В качестве вяжущего для бетонов наиболее эффективными являются быстротвердеющие портландцементы, марка которых должна превышать класс бетона не мене чем в 1,5 раза в целях снижения усадочных и температурных деформаций твердеющего бетона и экономного расходования цемента. Бетоны на таких цементах имеют более высокую скорость начального твердения и меньшую способность к влагоотдаче, чем при применении обычных портландцементов. Это позволяет сократить продолжительность влажностного ухода за бетоном после его укладки в формы или

в конструкцию. Кроме того, применение быстротвердеющих высокоактивных портландцементов дает возможность уменьшить начальную усадку бетона.

8.8. Каменные конструкции, возводимые в зимнее время

В соответствии с нормами допускается возведение каменных зданий в зимних условиях. Зимнюю кладку выполняют: на растворах марки 50 и выше с химическими добавками; способом замораживания на растворе не ниже марки 10, без химических добавок с замерзанием раствора в кладке и последующим оттаиванием в естественных условиях и т. д.

При возведении кладки методом замораживания должны быть предусмотрены специальные мероприятия по ее укреплению, так как при осадке в период оттаивания кладка может отклониться от вертикали и получить дополнительные напряжения. Для этой цели на уровне междуэтажных перекрытий устраивают стальные связи из арматуры в углах и в местах примыкания и пересечения стен. Связи должны заходить в каждую из примыкающих стен на 1...1,5 м и заканчиваться на концах анкерами.

8.9. Технико-экономическая оценка железобетонных конструкций

Одной из важнейших задач, стоящих перед инженерами-проектировщиками, является умение выбрать наиболее экономичную конструкцию, требующую минимального расхода материалов и трудовых затрат при высоких эксплуатационных качествах.

При выборе конструктивных решений зданий и сооружений чаще всего применяют вариантный метол. Этим методом оценку экономичности железобетонных конструкций производят сопоставлением технико-экономических показателей нескольких вариантов конструктивных решений. Показатели определяются на основе чертежей конструкций, разработанных на той стадии проектирования, на который производится сравнения вариантов. Критерием наибольшей

экономической эффективности при сопоставлении взаимозаменяемых конструкций (отвечающих требуемым эксплуатационным качествам, имеющим соизмеримые сроки службы и равную огнестойкость) является минимум приведенных затрат, состоящих из себестоимости строительно-монтажных работ или эксплуатационных расходов C_i и капитальных вложений или стоимости фондов K_i, приведенных к годовым с учетом установленного нормативного коэффициента капитальных вложений в строительство $E_н = 0{,}08 \div 0{,}12$.

$$(C_i + E_n K_i) \to min\,. \qquad (8.1)$$

При решении задачи по выбору наиболее экономичных железобетонных конструкций одного вида (балка, плита, колонна и т. п.), отличающихся между собой геометрическими размерами, насыщением арматурой, видом и классом бетона, технологией изготовления и т. д., для первичной оценки можно ограничиться сравнением расчетной себестоимости конструкций в деле (в законченном здании) на стадии проектирования – C_{cs}, которая слагается из расчетной стоимости ее заводского изготовления – C_p, транспортных расходов по ее доставке от завода – изготовителя до стройплощадки – C_{del}, затрат на монтаж – C_e и укрупнительную сборку – C_a, а также изменяющиеся части накладных расходов строительства H. При этом заготовительно-складские расходы строительства учитываются с коэффициентом 1,02, а удорожание работ, вызванных зимним периодом – коэффициентом $r_v = 1{,}025$

$$C_{cs} = (C_p + C_{del})1{,}02 + (C_e + C_a)r_v + \Delta H\,, \qquad (8.2)$$

где $C_p = C_{cp}\ 1{,}145 k_{reg}$; C_{cp} – расчетная производственная себестоимость конструкций, тенге; 1,145 – коэффициент, учитывающий среднеотраслевую рентабельность и расходы по реализации изделия; k_{reg} – коэффициент, учитывающий территориальное удорожание материалов и т. п.; для центральных районов $k_{reg}=1$;

$$C_{c.p} = C_c + C_{st} + C_m + C_{ps} + C_d + C_{mn} + C_{pr} + C_{ml} + C_{em} + C_{stm} + C_{im}, \quad (8.3)$$

здесь C_c – суммарная стоимость бетонной смеси; C_{st} – суммарная стоимость всех видов стали с учетом закладных деталей; C_m – суммарные затраты на изготовление арматурных изделий из ненапрягаемой арматуры (сеток, каркасов); $C_{p.s}$ – то же, из предварительно напрягаемой арматуры (стержней, канатов); C_d – затраты на изготовления закладных деталей; C_{mn} – стоимость укладки ненапрягаемой арматуры и закладных деталей в форму; C_{pr} – стоимость работ по натяжению напрягаемой арматуры; C_{ml} – стоимость формования изделия; C_{em} – затраты на содержание и эксплуатацию форм для данного изделия; C_{stm} – стоимость пара для тепловой обработки изделия; C_{im} – стоимость (суммарная) операций по повышению заводской готовности (укрупненная сборка, отделка и т. п.)

8.10. Определение терминов основных конструктивных элементов

Основными конструктивными элементами являются:

фундамент – подземная или подводная конструкция, предназначенная для восприятия нагрузок и передачи их на основание (грунт);

фундаментные балки – несущие элементы, на которые устанавливают наружные стены;

верхняя часть фундамента, на которую опирается стены здания, называется **обрезом**, а нижняя поверхность, непосредственно опирающаяся на основание – **подошвой** фундамента;

основание – массив грунта, воспринимающий передаваемую на него нагрузку от сооружения:

грунт – наименование всех видов горных пород;

ленточные фундаменты представляют собой непрерывную конструкцию равномерно загруженную вышележащими несущими или самонесущими стенами или же колоннами каркаса;

столбчатые фундаменты делают под отдельные опоры;

сплошные фундаменты представляют собой сплошную ребристую плиту под всей площадью зданий;

свайные фундаменты представляют собой опорную конструкцию глубокого заложения и состоят из отдельных свай, объединенных сверху ростверком (ж/б. плиты);

забивные сваи погружают в грунт вибрированием, ударами или завинчиванием;

набивные сваи устраивают на строительной площадке путем заполнения бетоном заранее подготовленных скважин;

стены – вертикальные (наружные и внутренние) ограждающие конструкции, которые могут быть несущими, самонесущими и висячими:

наружные стены подразделяются на:

несущие, воспринимающие, кроме нагрузок от нагрузок от собственного веса и давления ветра, также нагрузки от покрытия (крыши), перекрытий и др.;

самонесущие, воспринимающие нагрузку только от собственного веса на всю высоту здания и от давления ветра;

ненесущие, или навесные, воспринимающие нагрузки только от собственного веса и давления ветра в пределах одного этажа или одной панели;

стена подпорная – сооружение, удерживающее от обрушений находящийся за ней массив грунта;

стены бывают сгораемые (деревянные) и несгораемые (каменные). Если деревянные стены покрыть с двух сторон слоем штукатурки (оштукатурить), то они становятся трудносгораемыми, так как штукатурка защищает древесину от непосредственного воздействия огня во время пожара.

балка – протяженный конструкционный элемент, работающий главным образом на изгиб;

неразрезная балка – длинное пролетное строение, лежащее одновременно на многих опорах, но представляющее собой единое тело, не имеющее разрывов над опорами. Как правило, у него по всей длине сохраняется одно и то же поперечное сечение;

прогон – балка, поддерживающая кровлю покрытия;

парапет – часть стены выше карниза, закрывающая выступающие за плоскость крыши вентиляционные шахты, трубы и пр.;

простенки – части стены между оконными и дверными проемами;

перемычки – конструктивные элементы балочного или арочного типа, которые перекрывают проемы в стене и воспринимают нагрузки от вышележащего участка стены, передавая ее простенкам;

пилястры – представляют собой вертикальное утолщение стены (имитация колонны). Их устраивают в местах опирания элементов покрытия (перекрытия) для увеличения устойчивости стен большой протяженности;

опоры – несущие вертикальные элементы (колонны, столбы, стойки), выполняющие вместо стен несущие функции;

колонна – опора, предназначенная для восприятия вертикальных нагрузок;

фахверковые колонны – торцовые колонны, устанавливаемые между несущими колоннами;

стойка – вертикальный стержень в раме;

ригель – главная балка, опирающаяся на стены, колонны или стойки и соединяющая их в единый каркас;

перекрытия – горизонтальные ограждения, делящие внутреннее пространство на этажи и несущие нагрузку от собственной массы предметов и оборудования, размещаемого на этажах;

плита – горизонтальный плоскостной элемент, ширина сечения которого преобладает над его высотой или толщиной;

крыша – ограждающая конструкция, защищающая здание сверху от окружающей среды; крышу здания со стоком воды на две стороны называют *двускатной.*

Торец двускатной крыши может быть решен в виде *фронтона*.

Фронтон – верхняя треугольная часть стены, ограниченная с боков двумя скатами крыши и снизу – карнизом.

Ребра двускатного угла, образуемого в вершине крыши и двумя скатами, называется **коньком**;

шатровая крыша квадратного или многогранного в плане здания имеет четыре треугольных ската – **вальмы;**

шипцом называют торцовую стену здания, поднимающуюся выше поверхностей скатов крыши;

наслонные стропила применяют в тех случаях, когда в здании имеются внутренние стены или колонны, которые могут служить опорами;

висячие стропила – представляют собой простейший тип стропильных ферм, опирающихся на две наружные стены;

мауэрлат – настенный брус наружной стены для закрепления ноги стропила;

покрытие – верхняя ограждающая конструкция, отделяющая помещение здания от наружной;

бесшовные кровли – покрытий выполняют из битумных, полимерцементных и других мастик.

карниз – горизонтальный, профилированный выступ стены, венчающий здание, устраиваемый для предохранения плоскости стен от увлажнения атмосферными осадками;

перегородки – внутренние вертикальные плоскости, опирающиеся на перекрытия и делящие пространства между стенами на отдельные помещения;

противопожарные преграды – несгораемые стены (брандмауэры);

лестницы – конструкции, служащие для сообщения между этажами;

лестничная клетка – ограждение капитальными стенами помещение лестницы;

лестничный марш – наклонный элемент лестницы со ступенями (в одном марше должно быть не более 18 ступеней);

лестничная площадка – горизонтальный элемент лестницы между маршами. Различают основные лестничные площадки на уровнях этажей и промежуточные – для перехода с одного марша на другой;

косоуры – наклонные железобетонные или стальные балки, опирающиеся на площадки; на эти балки укладывают ступени лестницы;

лифты – относятся к механическим устройствам для организации сообщения между этажами, устраивают в жилых домах и в других зданиях высотой более 5 этажей;

эскалаторы – движущиеся лестницы из отдельных ступеней на бесконечной цепи с электроприводом. Они удобны для перемещения большого числа людей на станциях метрополитенов, в крупных вокзалах, универмагах;

пандусы – пологие плоскости для перемещения людей, грузов и транспортных средств в многоэтажных складах и гаражах. Благодаря малым уклонам (5–12º) и отсутствию ступеней пандусы обладают большой пропускной способностью, но занимают много места в плане;

окна – для освещения и проветривания помещений; переплеты могут быть раздельными или спаренными.

двери – для сообщения между помещениями и между зданием и окружающей средой;

Верхние и боковые полости, ограничивающие проемы, называют **откосами**;

щитовые двери – выполняют в виде столярной рамки заполненной двумя слоями древесноволокнистой плиты (фанеры);

филенчатые двери – состоят из обвязки, собранной из деревянных брусков, заполненной филенками, т. е. щитами из склеенных отфугованных досок или заполняются стеклом;

полом – называется многослойная конструкция, состоящая из верхней одежды, подверженной эксплуатационным воздействиям (чистый пол –верхний слой);

веранда – открытая площадка с крышей или неотапливаемое помещение, пристроенное к зданию;

балкон – представляет собой открытую площадку, выступающую за плоскость наружной стены. Ограждением балкона служат перила, укрепленные на стойках по всему периметру железобетонной плиты;

эркер – представляет собой выступающий по отношению к стене здания объем. Эркер увеличивает площадь расположенного за ним помещения и значительно улучшает освещенность;

лоджии – представляют собой закрытое с трех сторон, кроме фасадной, помещение, образованное за счет объема здания;

стеклом – называют изотропный, хрупкий, прозрачный материал, который получают из переохлажденных жидких минеральных расплавов кремнезема, сульфата натрия и других компонентов;

ферма – стержневая несущая конструкция для перекрытия пролетов;

рама – стержневая система, элементы которой (стойки и ригели) во всех или некоторых узлах жестко соединены между собой;

консольная конструкция – такой тип конструкции, когда один ее конец жестко закреплен в стене или опоре, а другой свободно висит в воздухе;

арка – несущая конструкция в виде кривого бруса, работающая главным образом на сжатие;

эстакада – наземное открытое протяженное сооружение, состоящее из ряда опор и пролетных строений и предназначенное для прокладки коммуникаций, для погрузочно-загрузочных работ и др.;

кладка – это конструкция, выполняемая из отдельных камней, швы между которыми заполняют строительными растворами.

В строительстве применяют две системы кладки стен из кирпича: **цепную и многорядную.**

При **цепной перевязке** каждый ложковый ряд кладки чередуется с одним тычковым (двухрядная кладка).

По **многорядной** (ложковой) **перевязке** несколько ложковых рядов перекрываются одним тычковым (пяти и шестирядные).

Эффективный глиняный кирпич – выпускают пустотелым и легковесным. Объемная масса пустотелого кирпича 1300–1450 кг/м^3, легковесного 700–1000 кг/м^3 и более;

аэрация – естественное проветривание помещений;

оболочка – тонкостенная пространственная конструкция, ограниченная двумя криволинейными поверхностями. Оболочки

разделяют на цилиндрические, складчатые и оболочки двоякой кривизны;

своды – криволинейные конструкций, создающие распор, погашаемый затяжками, массивными стенами и т. п.;

сегментный свод (арка) – такой тип свода (арки), когда очерчивающая его кривая линия представляет собой отрезок (сегмент) окружности, диаметр которой значительно больше величины пролета;

коробовый свод (арка) – такой тип свода (арки), когда очерчивающая его кривая линия представляет собой лежащую половину овала. Эту линию можно вычертить не меньше чем из трех центров, потому иногда такие линии называют трех- или многоцентровыми. Длинная ось овала в данном случае равна величине пролета;

кружала – временная, обычно деревянная, конструкция, возводимая под будущим сводом и точно очерчивающая его поверхность. По кружалам выкладывается свод из камня или кирпича, а когда он затвердеет, то кружала убирают;

опалубка – временная емкость с внутренней поверхностью из досок, фанеры или металла. Туда помещают каркас из железной арматуры и заливают бетон, который специальными вибраторами сотрясают, чтобы он затек во все части и углы внутреннего объема опалубки. Очертания внутренней поверхности точно соответствуют очертаниям будущей железобетонной конструкции, так что, когда бетон полностью затвердеет, опалубку разбирают и получают готовую конструкцию. Если нужны одинаковые конструкции, то одну и ту же опалубку используют много раз;

деформационный шов – шов, разделяющий конструкции здания или сооружения на отдельные части и допускающий их свободные деформации;

температурные швы разрезают здание по высоте за исключением фундамента;

осадочные швы устраивают в зданиях сложной конструкции, при разных высотах и нагрузках. Разрезают здания по всей высоте, включая фундамент;

Мансардным считается **этаж,** расположенный в пределах чердака.

Техническим этажом считается этаж, где размещены санитарно- техническое оборудование и коммуникации.

Подвальный этаж заглублен ниже поверхности земли, тротуара или отмостки.

Цокольный этаж – заглублен в землю не более ½ высоты помещения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Маклакова Т. Г. Конструкции гражданских зданий. –М.: АСВ, 2004.

2. Маклакова Т. Г., Нанасова С. М. и др. Архитектура. –М.: АСВ, 2004.

3. Конструкции гражданских зданий. /Под ред. проф. *М. С. Туполева.* –М.: Стройиздат, 1973. –225 с.

4. Архитектура, строительство, дизайн: Учебник для студентов высших архитектурно-строительных ученых заведений. /Под общ. ред. *А. Г. Лазарева* / Сер. «Строительство и дизайн». – Р-на-Д.: Феникс, 2005. – 320 с.

5. Маклакова Т. Г. Архитектура гражданских и промышленных зданий. –М.: Стройиздат, 1984. –367 с.

6. Нанасова С. М. Конструкции малоэтажных жилых домов. –М.: АСВ, 2004.

7. Вольнов В. А., Кикнадзе З. А. Типизация и оптимизация проектных решений гражданских зданий. –М.: Стройиздат 1975. –105 с.

8. Байнатов Ж. Б. Архитектура. Архитектурные конструкции зданий и искусственных сооружений. –Алматы: КазАТК, 2010. –294 с.

9. Шевцов К. К. Проектирование зданий для районов с особыми природно-климатическими условиями. –М.: Высш. шк., 1986.

10. Глаудинов Б. А., Сейдалин М. Г., Карпиков А. С. Архитектура советского Казахстана. –М.: Стройиздат, 1987. – 320 с.

11. Гуляницкий Н. Ф. История архитектуры. Т.1, 3-е изд. – М.: Стройиздат, 1984.

12. Основы проектирования. Т 2. /Под ред. *В. М. Предтеченского*, 2-е изд. –М.: Стройиздат, 1976.

13. Жилые здания. Т.3. /Под ред. *К. К. Шевцова*. 2-е изд. –М.: Стройиздат. 1983.

14. Великовский Л. Б. Общественные здания. Т. 4. –М.: Стройиздат, 1977.

15. МС Н 2.04-02-2004. Тепловая защита и зданий. Астана: комитет по делам строительства и ЖКХ МИИТ РК, 2005, 24с.

16. Шубин Л. Ф. Промышленные здания. Т. 5. 3-е изд. –М.: Стройиздат, 1986.

17. Зайцев Ю. В., Хохлова Л. П., Шубин Л. Ф. Основы архитектуры и строительные конструкции. –М.: Высш. шк., 1984. –390 с.

18. Байнатов Ж. Б., Тулебаев К. Р., Базанова И. А. Конструкции зданий и сооружений на железнодорожном транспорте. –Астана: Фолиант, 2009. –240 .

19. СНиП РК 2.04-03-2002. Строительная теплотехника. Взамен СНиП II-3-79. –М.: Стройиздат, 1989.

20. Байнатов Ж. Б. Основы инженерного дело. –Астана: Фолиант, 2010. –384 с.

21. Великовский Л.В., Гуляницкий Н.Ф. и др. Архитектура гражданских и промышленных зданий. Т.2. Основы проектирования. –М.: Стройиздат, 1976.

22. Чигогидзе Г. Г., Цибадзе О. В. Метод определения оптимальных габаритов жилых секций. Тр. ГПИ, № 4. – Тбилиси, 1958.

23. Михайлов В. В. Предварительно напряженные комбинированные и вантовые конструкции АСВ. –М.: 2002. – 256 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение
1. Архитектура
1.1. Общие понятия об архитектуре
1.2. Архитектура Древнего Египета
1.3. Архитектура Античной Греции
1.4. Римская архитектура
1.5. Архитектура Востока
1.6. Русская архитектура
1.7. Архитектура Казахстана в эпохи средневековья
1.8. Современная архитектура Казахстана
1.9. Архитектура - визитная карточка и знаковые сооружения страны
1.10. Шеренга замечательных архитекторов и инженеров
1.11. Композиция и пропорция в архитектуре
1.12. Единая модульная система (ЕМС) в строительстве
1.13. Математические модели типизации и унификации
1.14. Этапы архитектурно-строительного проектирования
1.15. Классификация гражданских, промышленных и сельскохозяйственных зданий и сооружений
1.16. Конструктивные элементы здания
2. Архитектурные конструкции гражданских зданий.
2.1. Несущий остов здания.
2.2. Несущий остов тонкостенных и гибких сооружений
2.3. Основания и фундаменты
2.4. Глубина заложения фундаментов
2.5. Стены
2.6. Перегородки
2.7. Покрытия и кровля
2.8. Перекрытия
2.9. Полы
2.10. Окна и двери
2.11. Конструкции балконов, эркеров и лоджий
2.12. Лестницы
2.13. Пандусы, лифты и эскалаторы
2.14. Объемно-планировочные решения жилых домов

2.15. Объемно-планировочные решения общественных зданий
2.16. Теплотехнический расчет ограждающих конструкций жилых домов
3. Архитектурные конструкции промышленных зданий
3.1. Несущие конструкции одноэтажных зданий
3.2. Несущие конструкции многоэтажных зданий
3.3. Вспомогательные здания и помещения промышленных предприятий
3.4. Инженерные системы оборудования
3.5. Размещения промышленных районов и роза ветров
4. Строительство в районах с особыми природными условиями
4.1 Строительство в сейсмических районах
4.2 Землетрясения и сейсмостойкие здания в Казахстане
4.3 Строительство в вечномерзлых грунтах
4.4. Строительство в районах с просадочными грунтами
4.5. Строительство на подрабатываемых территориях
4.6. Строительство в районах с холодным и жарким климатом
4.7. Физический и моральный износ зданий и его элементов
5. Экономические показатели конструктивных и объемно-планировочных решений зданий
5.1. Относительные стоимости и приведенные затраты по конструкциям зданий
5.2. Технико-экономические показатель объемно-планировочных решений
5.3. Оптимизация геометрических параметров зданий
6. Комфортные условия в помещениях
7. Методические указания по выполнению курсовой работы
7.1. Содержание и объем курсовой работы «Малоэтажные задания»
7.2.Общие указания по разработке эскизов плана, фасада, разреза и узлов заданий
7.3. Разработка архитектурно-конструктивных решений и характерных деталей и узлов

7.4. Составление расчетно-пояснительной записки
8. Понятия о строительных конструкциях
8.1. Основные нормативные положения проектирования
8.2. Рекомендации по выбору конструктивных схем зданий
8.3. Рекомендации по выбору материалов конструкции
8.4. Нагрузки и воздействия для расчета конструкций
8.5. Достоинства и недостатки строительных материалов и конструкций
8.6. Особенности проектирования железобетонных конструкций для работы в условиях высоких и низких температур
8.7. Железобетонные конструкции, находящиеся в условиях жаркого климата и агрессивных сред
8.8. Каменные конструкции, возводимые в зимнее время
8.9. Технико - экономическая оценка железобетонных конструкций.
8.10. Определение терминов основных конструктивных элементов
Библиографический список
Приложения
А – Исходные данные для теплотехнического расчета ограждающих конструкции
Б – Варианты и исходные данные курсовой работы «Двухэтажное здание»
В – Архитектурные конструкции, детали, узлы и разрезы

Приложение А

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Таблица А1

Требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций R_0^{TP}, $K \cdot м^2 / Вт(^0C \cdot м^2 \cdot ч / ккал)$ жилых и общественных зданий

$t_B, ^0C; \varphi, \%$	Конструкции	Расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления $t_н, ^0C$							
		-40	-35	-30	-25	-20	-15	-10	-5
Жилые здания +18 (+20 при $t_в$<-30^0); m=1	Стены	1,15 (1,34)	1,06 (1,23)	0,92 (1,07)	0,82 (0,96)	0,72 (0,84)	0,63 (0,73)	0,53 (0,62)	0,44 (0,51)
	Бесчердачные покрытия	1,71 (1,99)	1,57 (1,83)	1,38 (1,6)	1,23 (1,43)	1,08 (1,26)	0,95 (1,1)	0,8 (0,98)	0,66 (0,77)
	Чердачные перекрытия	1,54 (1,79)	1,42 (1,65)	1,24 (1,44)	1,11 (1,29)	0,98 (1,14)	0,85 (0,99)	0,72 (0,84)	0,59 (0,69)
	Перекрытия над проездами	3,44 (4)	3,16 (3,67)	2,75 (3,2)	2,47 (2,87)	2,17 (2,52)	1,89 (2,2)	1,61 (1,87	1,32 (1,53)
	Перекрытия подпольями	2,58 (3)	2,36 (2,75)	2,06 (2,4)	1,85 (2,15)	1,63 (1,9)	1,42 (1,65)	1,2 (1,4)	0,98 (1,14)
Общественные здания +18; 60	Стены	0,95 (1,1)	0,87 (1,01)	0,78 (0,91)	0,7 (0,82)	0,62 (0,72)	0,54 (0,63)	0,46 (0,53)	0,38 (0,44)
	Бесчердачные покрытия	1,2 (1,4)	1,1 (1,28)	1 (1,16)	0,89 (1,04)	0,79 (0,92)	0,69 (0,8)	0,59 (0,68)	0,48 (0,56)
	Чердачные перекрытия	1,08 (1,26)	0,99 (1,15)	0,9 (1,05)	0,81 (0,94)	0,72 (0,83)	0,62 (0,72)	0,53 (0,61)	0,43 (0,5)
	Перекрытия над проездами	2,66 (3,09)	2,43 (2,82)	2,2 (2,55)	1,97 (2,29)	1,74 (202)	1,51 (1,75)	1,28 (1,49)	1,05 (1,22)
	Перекрытия над отапливаемым и подвалами с окнами	1,59 (1,85)	1,45 (1,69)	1,32 (1,53)	1,13 (1,37)	1,04 (1,21)	0,9 (1,05)	0,77 (0,59)	0,63 (0,73)

Таблица А2

Единицы измерения теплотехнических расчетов

Наименование величины	Единица				Соотношение единиц
	технической ситемы		СИ		
	наименование	обозначение	наименование	обозначение	
Количество теплоты	калория килакалория	кал ккал	Джоуль	Дж	1 кал ≈ 4,2Дж1 ккал ≈ 4,2 кДж
Удельная теполоемкость	калория на грамм-градус Цельсия килокалория на кологрмм-градус Цельсия	кал/ с(г·^{0}C) ккал/ (кг·^{0}C)	Джоуль на килограмм - кельвин	Дж/ $(кг \cdot К)$	1 кал/ с(г·^{0}C) ≈ 4,2 · 10^3 Дж/ (кг · К) 1 ккал (кг х ^{0}C) ≈ 4,2 кДж / (кг · К)
теплопроводность	калория в секунду на сантиметр-градус Цельсия килакалория в час на метр градус Цельсия	кал/ (с·см .^{0}C) ккал/ (ч·м .^{0}C)	Ватт на метр -кельвин	Вт/ (м·К)	1 кал / (с· см х·^{0}C) ≈ 420 Вт/(м·К) 1 ккал/ (ч·м х^{0}C) ≈ 1,16 Вт/(м·К)
Коэффициент теплообмена (теплоотдачи), коэффициент теплопередачи	калория в секунду на квадратный сантиметр –градус Цельсия килакалория в часна квадратный метр-градус Цельсия	кал/ (с·см^2 .^{0}C) ккал/ (ч·м^2 .^{0}C)	Ватт на квадратный метр - кельвин	Вт/ (м^2 · К)	1 кал / (с· см^2 х·^{0}C) ≈ 42 кВт/(м^2·К) 1 ккал/ (ч·м^2 х^{0}C) ≈ 1,16 Вт/(м^2·К)

Таблица А3

Температура наружного воздуха

Наименование	Температура воздуха, ^{0}C			
	Абсол миним	сред. наиб. холод пятидневка	сред. наиб.холод суток	Абсол максим
1	2	3	4	5
Актюбинск	-48	-31	-37	43
Алматы	-38	-25	-28	42
Атырау	-38	-24	-30	45
Актау	-26	-14	-18	43
Аягуз	-45	-36	-39	41
Актогай	-56	-36	-40	38
Атбасар	-57	-36	-41	42
Астана	-52	-35	-39	42
Арысь	-36	-17	-21	46
Баканас	-45	-32	-35	44

Продолжение табл. А3

Балхаш	-46	-32	-35	41
Тараз	-41	-24	-31	44
Джезказган	-50	-33	-36	43
Зайсан	-46	-34	-36	40
Зыряновск	-51	-41	-44	40
Иссык	-35	-23	-26	41
Караганда	-49	-32	-35	40
Казалинск	-40	-24	-30	44
Кзыл-Орда	-38	-24	-29	46
Кокчетав	-51	-25	-39	42
Кустанай	-51	-35	-40	42
Лениногорск	-47	-29	-35	35
Кулан	-43	-25	-28	45
Ленинск	-35	-19	-23	43
Моинты	-51	-33	-37	44
Отар	-44	-29	-31	43
Павлодар	-47	-37	-40	42
Петропавловск	-53	-35	-40	41
Семипалатинска	-4	-38	-39	42
Талды-Курган	-43	-30	-33	43
Туркестан	-38	-19	-26	46
Усть-Каменогорск	-49	-33	-39	41
Уральск	-43	-30	-33	42
Челкар	-45	-29	-35	42
Чилик	-37	-20	-24	44
Шымкент	-34	-17	-22	44
Щучинск	-51	-33	-37	39
Эмба	-42	-29	-34	43

Таблица А4

Расчетная температура внутреннего воздуха

Расчетная температура внутреннего воздуха $t_{в,0}C$, применяемая при теплотехнических расчетах наружных ограждений зданий:

Жилые дома квартирного типа, общежития, гостиницы, санаторий:

Жилая комната[1].....18
Номер и коридор гостиницы.....20
Ванная,душевая,совмещенныйсанитарный.....25
Административно-контроские здание:
Рабочая комната, кабинет, архив.....18
То же, при кондиционировании воздуха.....21
Вестибюль, зал собраний.....16
Конструкторское бюро, библиотека.....20
Лечебно-профилактические учреждения:
Палата для взрослых, кабинет, уборная.....20
Палата для детей, операционная.....22
Предродовая, ванна, бассейн.....25
Детские ясли и сады:
Игральная-столовая, приемная-ясли.....21-23
Детская комната, туалетная для детей.....20
Медицинская комната, туалетная в яслях.....22

[1]В районах с температурой наиболее холодной пятидневки -31^{0}С и ниже расчетная температура воздуха в жилой комнате должна быть +20^{0}С

Расчетные параметры коэффициентов для теплотехнического расчета

Таблица А5

Нормативные коэффициенты -n теплотехнического расчета

Ограждающие конструкции	Коэффициент n (рис.1)
1. Наружные стены и покрытия, перекрытия чердачные (с кровлей из штучных материалов)	1
2. Перекрытия над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом, перекрытия чердачные (с кровлей из рулонных материалов)	0,9
3. Перекрытия над неотаплеваемыми подвалами со световыми проемами в стенах.	0,75
4. Перекрытия над неотаплеваемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенные выше уровня земли.	0,6
5. Перекрытия над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах,	0,4

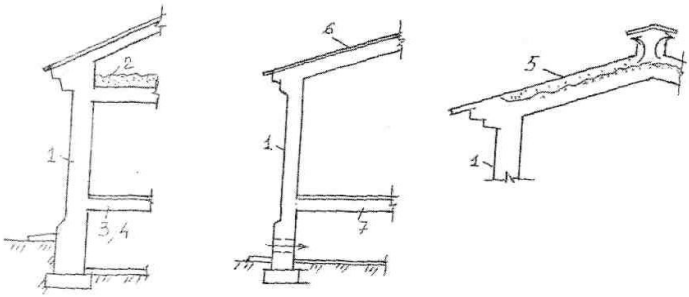


Рис. А.1. Значения коэффициента n, характеризующего расположение наружной поверхности ограждения по отношению к наружному воздуху:
1- наружная стена- n =1; 2 – чердачное перекрытие – n=0,9; 3 – перекрытие над неотапливаемым подвалом – n=0,6; 4 – перекрытие над проездом - n=1; 5 – совмещенная вентилируемая крыша – n = 0,9; 6 – совмещенная невентилируемая крыша – n = 1; 7 – перекрытие над холодным подпольем - n=0,75

Таблица А6

Величина нормируемого температурного перепада.

Здания и помещения	Нормативный температурный перепад Δt^H, ^0C, для		
	наружных стен	покрытий и чердачных перекрытий	покрытий над подвалами и подпольями
1. Здания жилые, больничных учреждений, детских садов, яслей.	6	4	2
2. Учебные здания общеобразовательных школ.	6	4,6	2,5
3. Общественные здания, кроме п.п. I и 2 и вспомогательные здания и помещения промышленных предприятий.		5,6	2,5
4. Производственные здания с сухим режимом.	0	8	2,5
5. Производстенные здания с нормальным режимом.	1	7	2,5
6. Производственные здания с влажным или мокрым режимом, если а) не допускается конденсация влаги на внутренней поверхности стен или потолков. б) не допускается конденсация влаги на внутренней поверхности только потолков.	$t_b - t_p$ 7	$0.8(t_b - t_p)$ $0.9(t_b - t_p)$	2,5 2,5

где t_p – температура точки росы внутреннего воздуха, ^{0}C;

$\alpha_в$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих контрукций, принимаемый по табл. А7.

Таблица А7

Коэффициент теплообмена α и сопротивление теплообмену k у внутренней и наружней поверхности ограждений. (рис. А2)

Поверхности ограждений	α		R	
	$\frac{Вт}{(м^3 К)}$	$\frac{ккал}{(ч \cdot м^2 \cdot {}^0 С)}$	$К \cdot м^2 / Вт$	${}^0 С \cdot м^2 \cdot ч / кка.$
Внутренние поверхности $\alpha_в, R_в$ Стен, полов, а также потолков гладких или с выступающими редко расположенными ребрами, отношение высоты h которых к расстоянию а между гранями соседних ребер $h/a <= 0.3$	8,72	7,5	0,115	0,133
Потолок кессонами с отношением $h/a > 0.3$ (где а – меньшая сторона кессона)	6,98	6	0,113	0,167
Заполнений световых проемов	10,47	9	0,096	0,111
Наружные поверхности $(\alpha_Н, R_Н)$				
Стен, бесчердачных покрытий, заполнений световых проемов и пр	23,26	20	0,043	0,05
Поверхности, выходящие на чердак	11,63	10	0,086	0,1
Над холодными подвалами, и пр.	5,82	5	0,172	0,2
Вентелируемых воздушных прослоек и холодных (проветриваемых) подполий зданий	17,45	15	0,057	0,057

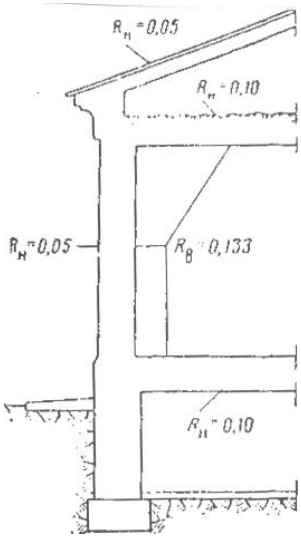


Рис. А.2 Значения сопротивлений теплопереходу у внутренней и наружной поверхностей ограждения ($R_в$ *и* $R_н$); для ребристых потолков $R_в = 0,143 – 0,154 м^2 ч$ град/ккал

Таблица А8

Тепловая инерция стены

Тепловая инерция Д ограждающих контрукций	Расчетная зимняя температура наружного воздуха $t_H, ^0 C$
До 1,5 (безинерционная)	Абсолютная минимальная температура
Са. 1,5 до 4 (малая инерционность)	Средняя температура наиболее холодных суток
Св. 4 до 7 (средняя инерционность)	Средняя температура наиболее холодных трех суток (среднее арифметическое из температур наиболее холодных суток и наиболее холодной пятидневки)
Св.7 (большая инерционность)	Средняя температура наиболее холодной пятидневки

Таблица А9

Сопротивление теплопередаче замкнутых воздушных прослоек $R_{В.П}$, $К \cdot м^2 / Вт(^0 С \cdot м^2 \cdot ч / ккал)$

Толщина прослойки, мм	Пролойки вертикальные и горизонтальные при потоке тепла снизу вверх		Прослойки горизонтальные при потоке тепла сверху вниз	
	При температуре воздуха в прослойке			
	Положительной	Отрицательной	Положительной	Отрицательной
10	0,129 (0,15)	0,146 (0,17)	0,129(0,15)	0,155(0,18)
20	0,137 (0,16)	0,155 (0,18)	0,155(0,18)	0,189(0,22)
30	0,137 (0,16)	0,163 (0,19)	0,163(0,19)	0,206(0,24)
50	0,137 (0,16)	0,172 (0,2)	0172(0,2)	0,223(0,26)
100	0,146 (0,17)	0,18 (0,21)	0,18(0,21)	0,232(0,27)
150	0,155 (0,18)	0,18 (0,21)	0,189(0,22)	0,241(0,28)
200-300	0,155 (0,18)	0,189 (0,22)	0,189(0,22)	0,241(0,28)

Таблица А10

Теплотехнические характеристики строительных материалов, изделий и конструктивных элементов

Наименование материалов, изделий, элементов и массовая влажность	Средняя плотность ρ_w, $кг/м^3$	Теплопроводность λ, $Вт/(м \cdot К)$ $ккал/(ч \cdot м^0 С)$	Удельная теплоемкость c_w, $Дж/(кг \cdot К)$ $ккал/(кг \cdot ^0 С)$	Коэффициент теплоусвоения (при периоде 24 ч) S, $Вт/(м^2 \cdot К)$ $ккал/(ч \cdot м^2 \cdot ^0 С)$	Коэффициент паропроницаемости μ, $кг/(ч \cdot м^2 \cdot МПа)$ $г/(ч \cdot м \cdot мм \cdot рт \cdot ст)$
1	2	3	4	5	6
Асбестоцементные теплоизоляционные плиты (3)……	515	0,13 (0,11)	0,92 (0,22)	2,1 (1,8)	0,39 (0,052)
Асфальт в полах и стяжках (0)……	1800	0,76 (0,65)	1,7 (0,4)	12,8 (11)	0,0075 (0,001)
Бетоны					
Асфальтобетон (0)	2100	1,05 (0,9)	1,7 (0,4)	12,4 (10,7)	0,0075 (0,001)
Железобетон (3)….	2575	2,03 (1,75)	0,92 (0,22)	16,3 (14)	0,03 (0,004)
Бетон с гравием или щебнем (3)……	2470	1,86 (1,6)	0,92(0,22)	17,4(15)	0,03(0,004)
Бетон силикатный (3)	2060	1,4(1,2)	0,92(0,22)	13,8(11,9)	
Шлакобетоны на котельных шлаках (8)	1730	0,76(0,65)	1,1(0,26)	10,1(8,7)	0,0825(0,011)
Бетоны ячейстые (газобетон, пенобетон, пеносиликат) (15)….	1150	0,41(0,35)	1,25(0,3)	6,5(5,6)	0,113(0,015)
То же (12)……	670	0,21(0,18)	1,2(0,3)	3,5(3)	0,173(0,023)
Газозолобетон (22)….	1220	0,41(0,35)	1,4(0,34)	7,1(6,1)	0,098(0,013)
Керамзитобетон (10)..	1320	0,47(0,4)	1,17(0,28)	7,2(6,2)	0,105(0,014)
То же (10)……..	880	0,29(0,25)	1,17(0,28)	4,7(4)	0,188(0,028)
Гипсовые изделия					
Плиты гипсовые (3)…	1135	0,41(0,35)	0,92(0,22)	5,5(4,75)	0,105(0,014)
Листы гипсовые (сухая штукатурка)(3)	825	0,21(0,18)	1,1(0,26)	3,7(3,2)	
Засыпка					
Грунт под зданием (10)	1980	1,16(1)	1,13(0,27)	13,7(11,8)	-
Засыпка из сухого песка (2)	1735	0,58(0,5)	0,84(0,2)	7,8(6,7)	0,165(0,022)
Засыпка из керамзитового гравния (5)	630	0,2(0,17)	1(0,24)	3(2,6)	0,3(0,01)
Шлак топливный (4)	1040	0,29(0,25)	0,96(0,23)	4,6(3,95)	0,195(0,026)
Изделия из дерева					
Сосна и ель поперек волокон (20)	660	0,175(0,15)	2,8(0,67)	4,8(4,15)	0,0615(0,0082)
Опилки древесные (20)……	360	0,13(0,11)	2,6(0,62)	2,9(2,5)	0,262(0,035)
Плиты древесноволокнистые (12)……	670	0,16(0,14)	2,3(0,56)	4,25(3,65)	0,113(0,015)
Плиты фибролитовые (15)……	575	0,23(0,2)	2,4(0,57)	4,75(4,1)	0,105(0,014)
Фанера клееная (13)	680	0,175(0,15)	2,7(0,65)	4,8(4,15)	0,0225(0,003)
Органические материалы					
Плиты пробковые	250	0,07(0,06)	2,1(0,5)	1,6(1,4)	0,375(0,005)
Войлок строительный (10)	165	0,058(0,05)	2,1(0,5)	1,2(1,04)	0,34(0,045)

Продолжение табл. А10

Стекло и изделия из него Стекло оконное (0) Маты из стеклянного волокна (5)	 2600 53	 0,82(0,7) 0,052(0,045)	 0,84(0,2) 1(0,24)	 11,3(9,7) 0,44(0,38)	 0 -
Изделия из минеральной ваты					
Маты минераловатные (5)	210	0,06 (0,052)	0,92 (0,22)	0,92 (0,79)	0,45 (0,06)
Плиты минераловатные полужесткие (5)	315	0,082 (0,07)	1,1 (0,26)	1,42 (1,22)	0,413 (0,058)
То же, жесткие (5)	420	0,087 (0,075)	1,1 (0,26)	1,7 (1,46)	0,84 (0,045)
Пористые полимерные материалы					
Поропласт (3)	50	0,049 (0,042)	1,55 (0,37)	0,52 (0,45)	0,06 (0,008)
Пенопласт ПХВ-1 (10)	140	0,052 (0,053)	1,5 (0,30)	0,97 (0,83)	-
Рулонные материалы					
Картон строительный (10)	715	0,175 (0,15)	1,6 (0,38)	3,8 (3,25)	-
Линолеум поливинихлоридный (0)	1800	0,38 (0,175)	1,46 (0,35)	8,55 (7,35)	0,0015 (0,0002)
Рубероид, пергамин, толь (5)	630	0,175 (0,15)	1,6 (0,35)	3,55 (3,05)	-
Кладка					
Из глиняного кирпича (2)	1835	0,82 (0,7)	0,96 (0,23)	10,2 (8,75)	0,105 (0,014)
Из силикатного кирпича (4)	1870	0,87 (0,75)	1 (0,24)	10,9 (9,35)	0,105 (0,014)
Из дырчатого кирпича (при 60% отверстиях) (4)	1350	0,58 (0,5)	1 (0,24)	7,6 (6,5)	0,15 (0,02)
Из семищелевых камней (4)	11455	0,64 (0,55)	1 (0,24)	8,25 (7,1)	0,135 (0,018)
Растворы строительные и штукатурные					
Цементно-песчаный раствор (4)	1870	0,93(0,8)	0,96(0,23)	11(9,45)	0,09(0,012)
Сложный раствор или штукатурка на него (4)	1770	0,87(0,75)	0,96(0,23)	10,35(8,9)	0,098(0,013)
Цементно-шлаковый раствор (4)	1455	0,64(0,55)	0,88(0,21)	7,7(6,6)	0,113(0,015)

Примечание:

1. Значение телотехнических характеристик относятся к нормальному влажностному режиму помещений в зданиях, находящихся в зонах нормальной влажности и влажной, а также во всех случаях к стенам подвалов и подземных сооружений и к перекрытиям над неотапливаемыми подвалами.

2. Теплопроводность и коэфициент теплоусвоения для ограждений, выполняемых немедленно высыхающих материалов (например, для стен из силикатного кирпича, шлакобетона, газозолобетона, перлитобетона), во влажных и мокрых помещениях, а также во влажном климате следует повышать на 10%.

3. В скобках указана массовая влажность $w_Б$ % для условий эксплуатации Б (см. СНиП 11А.7-71).

4. Табличные значения теплопроводности следует увеличивать на 20% для материалов, подверженных уплотнению, деформации или усадке (например, для изделий из минеральной ваты, войлока и т.п.) независимо от их средней плотности.

Формы задания на разработку курсовой работы

Министерство образования и науки Республики Казахстан
Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева
Кафедра «Строительство».

Задание

На курсовую работу по дисциплине «Архитектурные конструкции»

Студенту_____группы_____

Тема: «Двухэтажное здание»

Исходные данные к варианту:

Район строительства_____
Стены_____
Фундаменты_____
Перекрытия_____
Крыша (покрытия)_____
Длина и ширина_____

Содержание работы:

На основании исходных данных разрабатываются следующие архитектурно-конструктивные чертежи (80 %):

1.План этажей в масштабе 1:100

2.Разрез здания по лестнице в масштабе 1:50 или 1:100

3.Главный фасад в масштабе 1:100

4. Монтажные планы несущих элементов перекрытия, покрытия и фундамента на половину здания в М1:100

5.Конструктивные детали (узлы карниза, фундамента и лестницы) в масштабе 1:10 или 1:20

6. Расчетно-пояснительная записка с описанием и обоснованием принятых в работе решений, состоящая из разделов (20%):

а) общая часть и исходные данные для проектирования;

б) архитектурно-планировочное решение здания;

в) конструктивные решения здания;

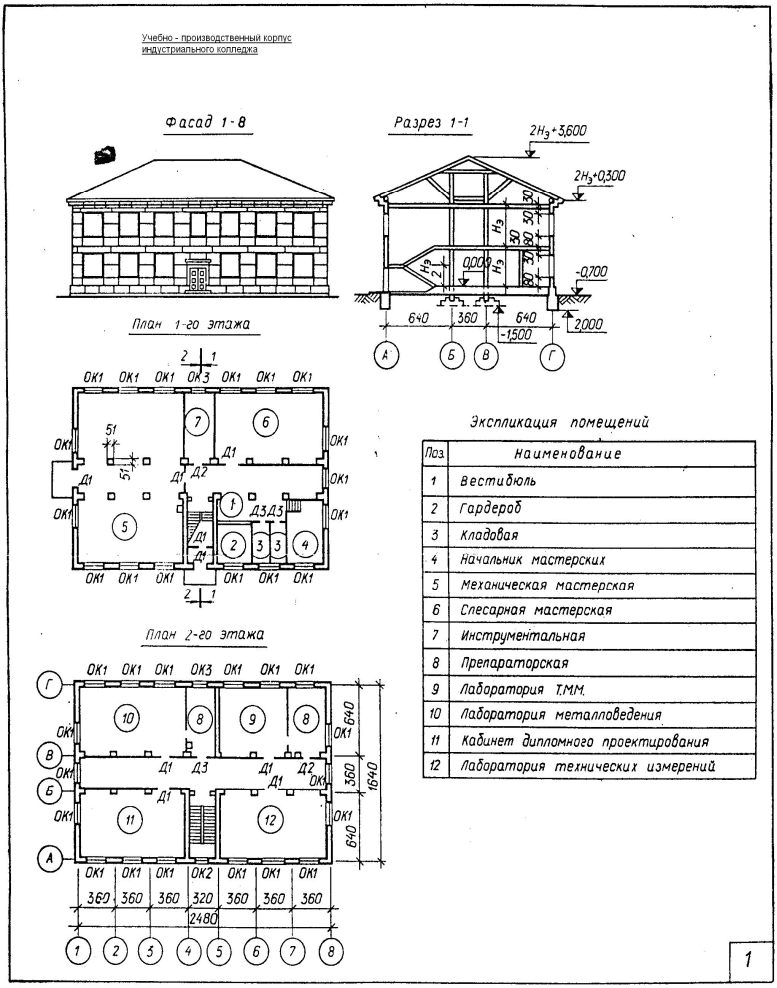
г) теплотехнический расчет наружной стены;

д) технико-экономические показатели.

Объем графической части – один лист (А1) стандартного размера (594 х 846 мм), пояснительной записки 15 – 20 страниц рукописного текста с необходимыми схемами.

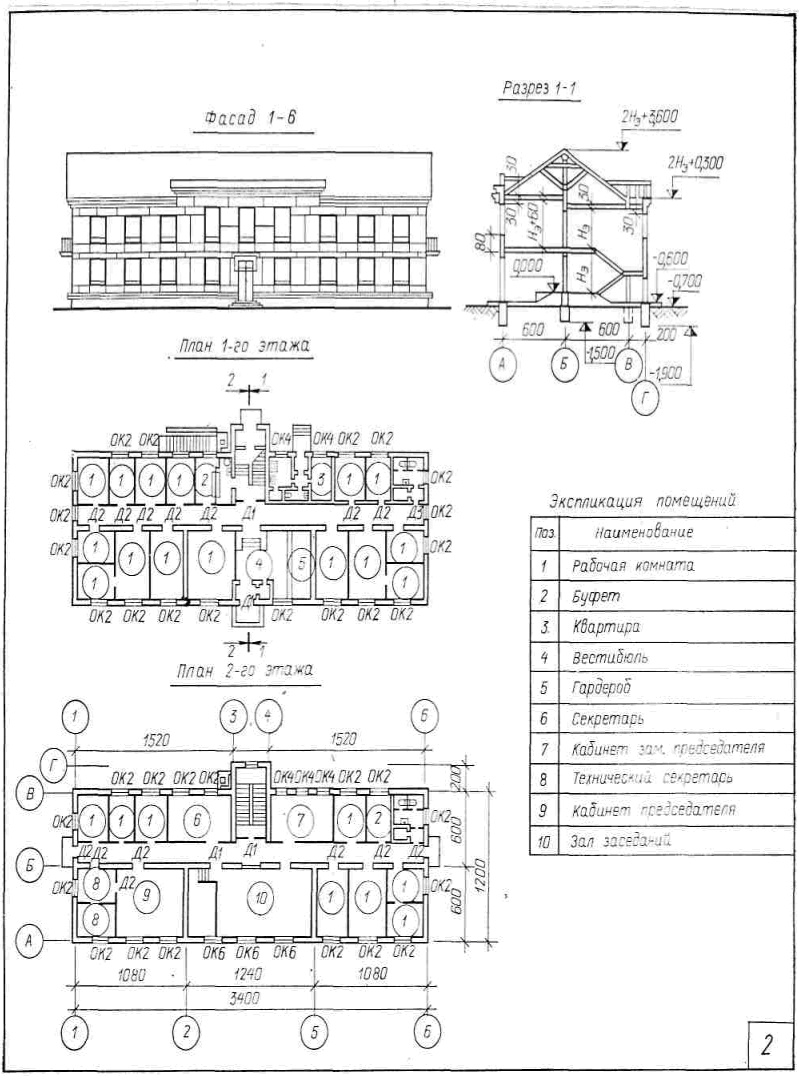
Приложение Б

Варианты и исходные данные курсовой работы
«Двухэтажные здания»
Вариант 1

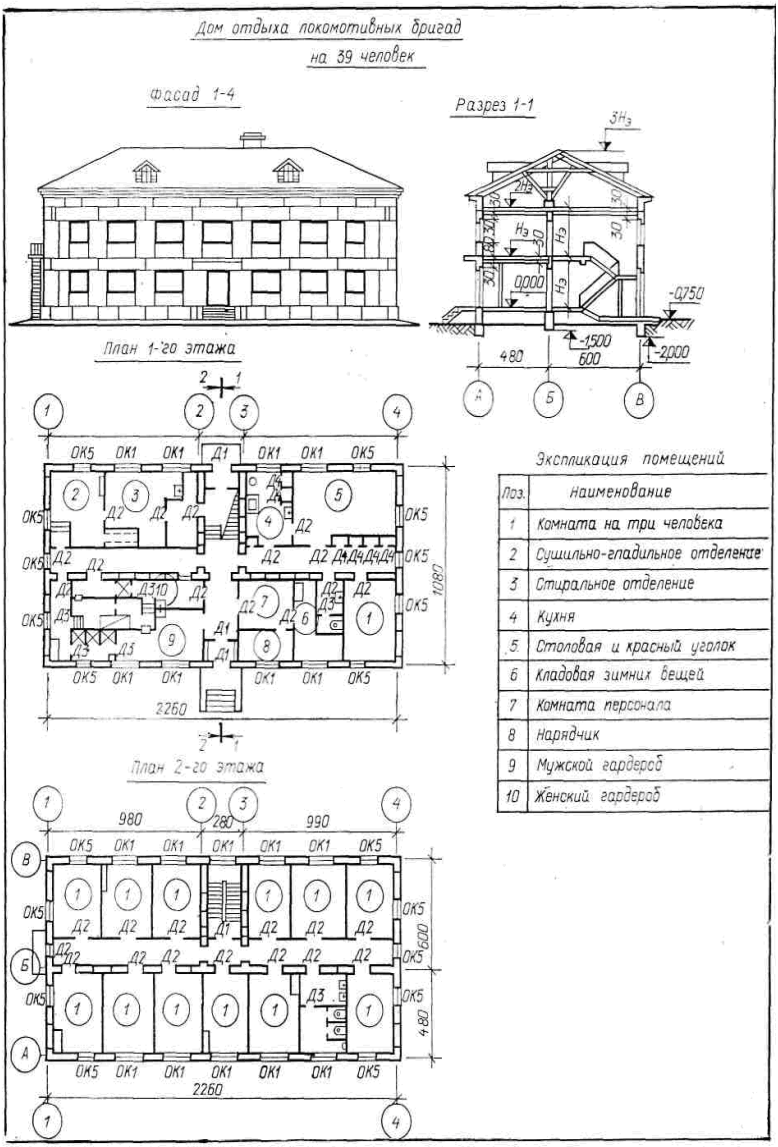


Поз.	Наименование
1	Вестибюль
2	Гардероб
3	Кладовая
4	Начальник мастерских
5	Механическая мастерская
6	Слесарная мастерская
7	Инструментальная
8	Препараторская
9	Лаборатория ТММ
10	Лаборатория металловедения
11	Кабинет дипломного проектирования
12	Лаборатория технических измерений

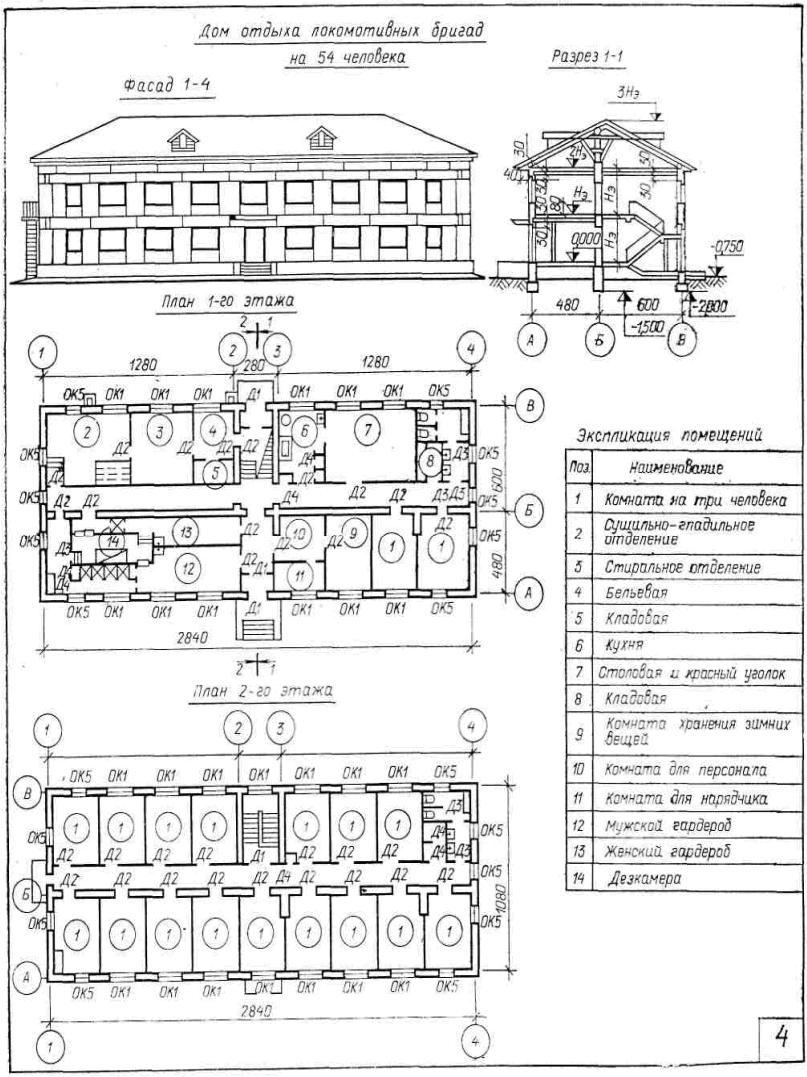
Вариант 2



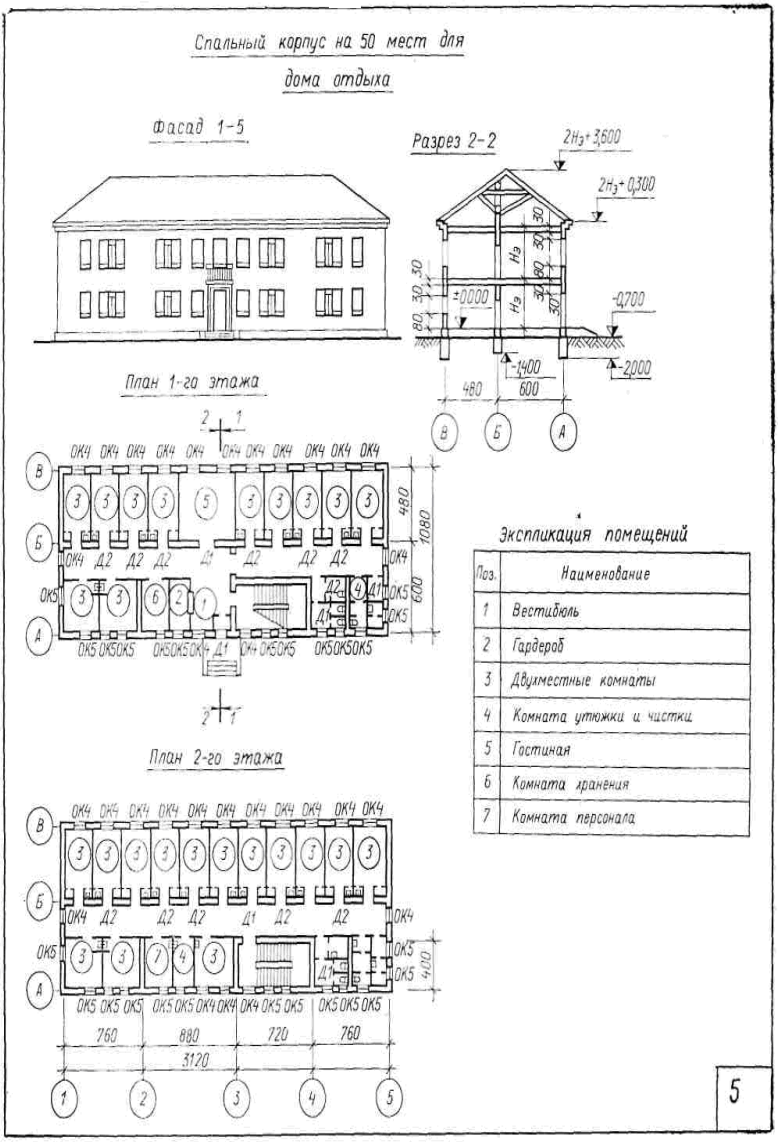
Вариант 3


Дом отдыха локомотивных бригад
на 39 человек
Фасад 1-4
Разрез 1-1
План 1-го этажа
План 2-го этажа
Экспликация помещений
Поз. Наименование
1 Комната на три человека
2 Сушильно-гладильное отделение
3 Стиральное отделение
4 Кухня
5 Столовая и красный уголок
6 Кладовая зимних вещей
7 Комната персонала
8 Нарядчик
9 Мужской гардероб
10 Женский гардероб

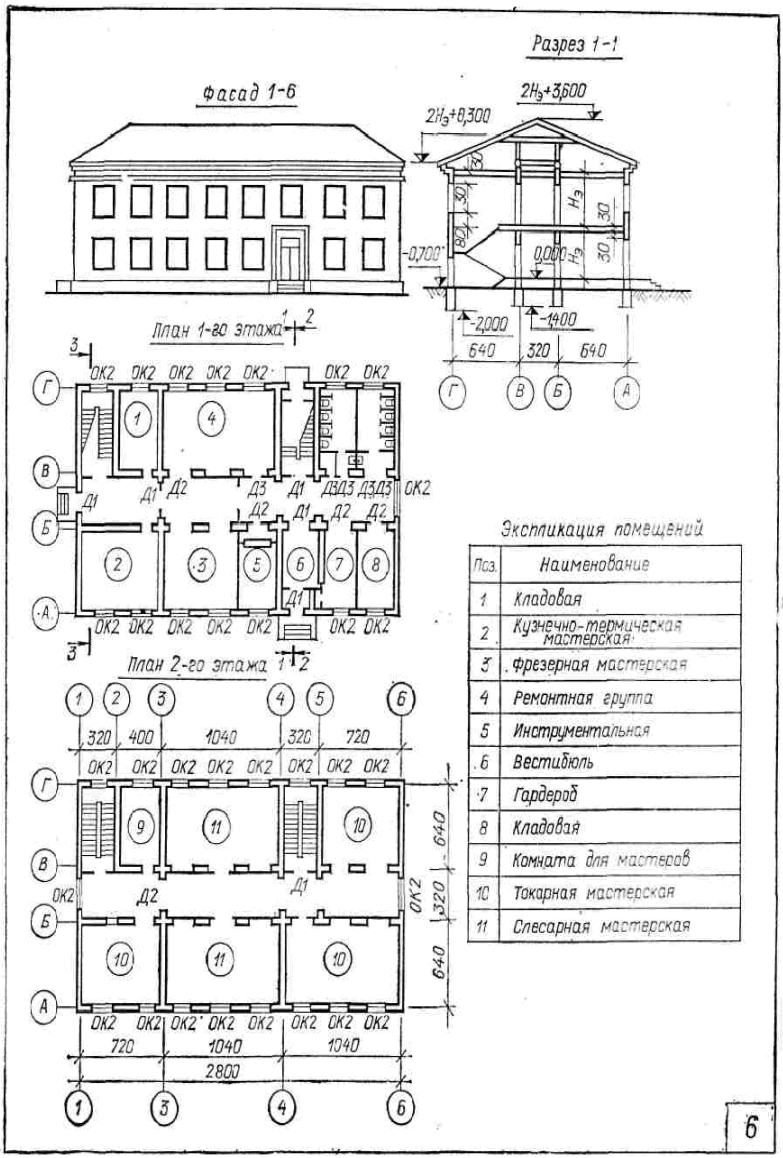
Вариант 4


Дом отдыха локомотивных бригад
на 54 человека
Фасад 1-4
Разрез 1-1
План 1-го этажа
План 2-го этажа
Экспликация помещений
Поз. Наименование
1 Комната на три человека
2 Сушильно-гладильное отделение
3 Стиральное отделение
4 Бельевая
5 Кладовая
6 Кухня
7 Столовая и красный уголок
8 Кладовая
9 Комната хранения зимних вещей
10 Комната для персонала
11 Комната для наряд чика
12 Мужской гардероб
13 Женский гардероб
14 Дезкамера
2840
4

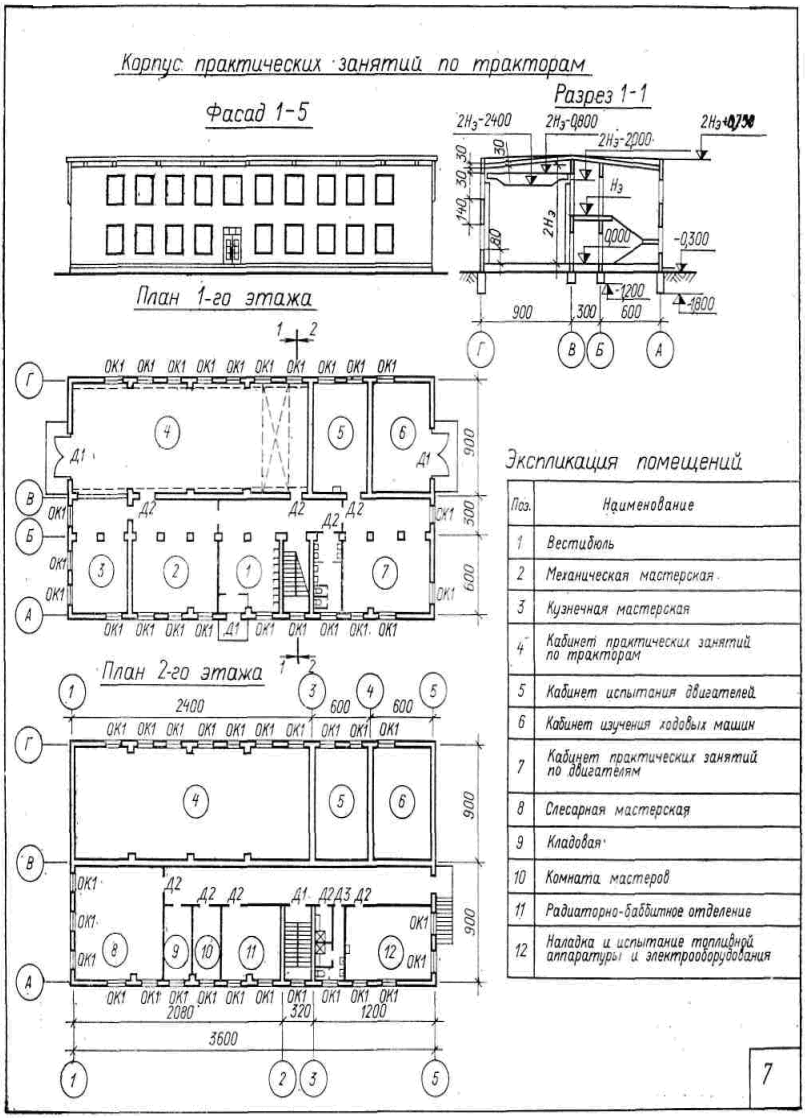
Вариант 5



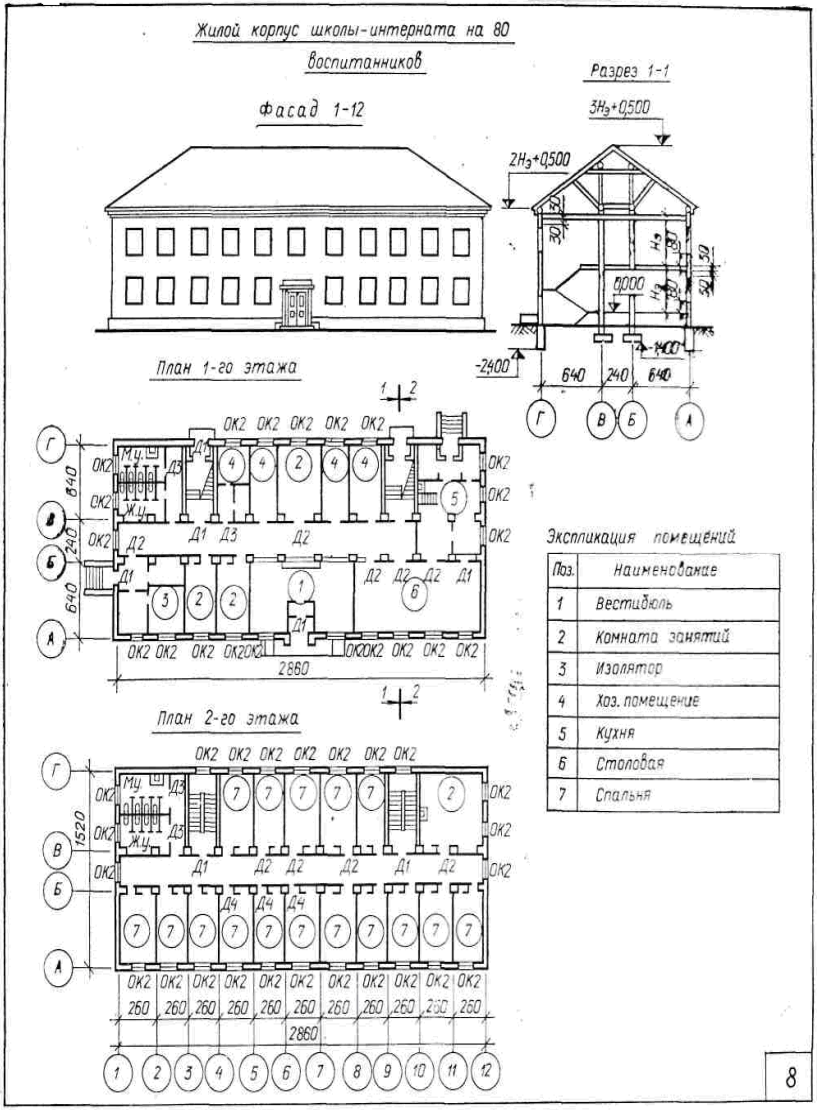
Технический колледж
Вариант 6



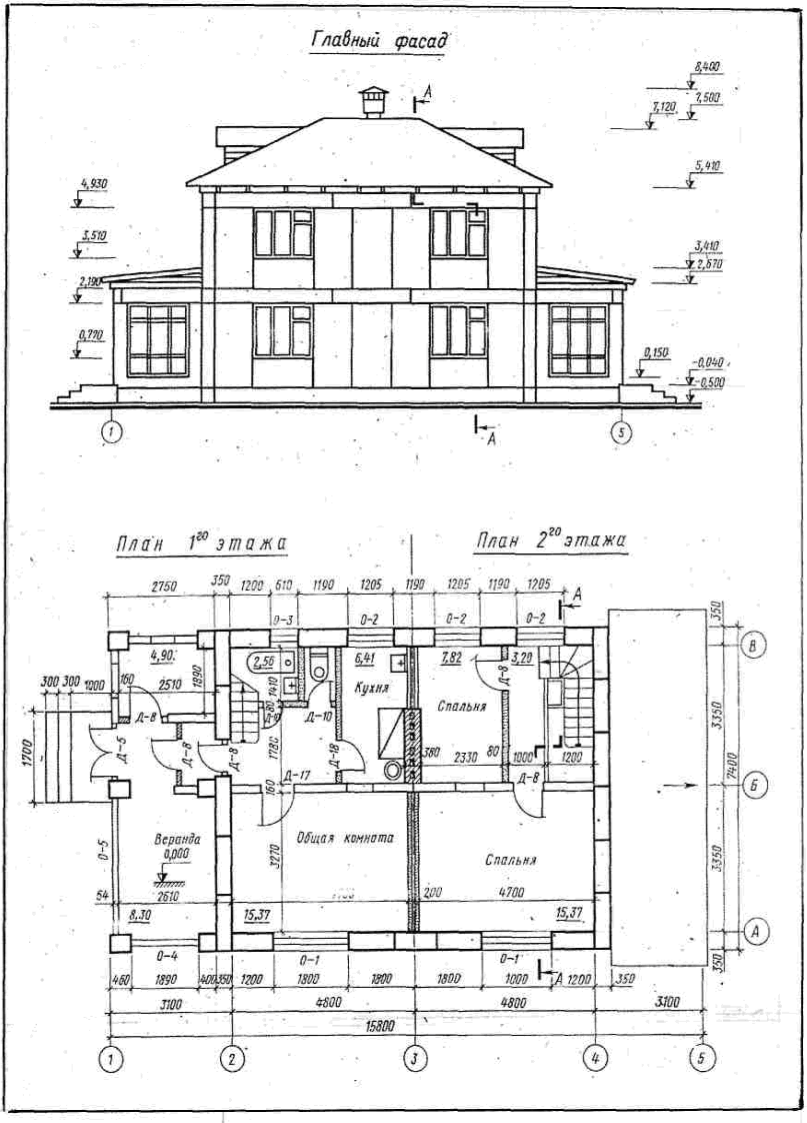
Аграрно-механический колледж на 240 учащихся
Вариант 7


Корпус практических занятий по тракторам
Фасад 1-5
Разрез 1-1
План 1-го этажа
План 2-го этажа
Экспликация помещений
Поз.
Наименование
1 Вестибюль
2 Механическая мастерская
3 Кузнечная мастерская
4 Кабинет практических занятий по тракторам
5 Кабинет испытания двигателей
6 Кабинет изучения годовых машин
7 Кабинет практических занятий по двигателям
8 Слесарная мастерская
9 Кладовая
10 Комната мастеров
11 Радиаторно-баббитное отделение
12 Наладка и испытание топливной аппаратуры и электрооборудования
7

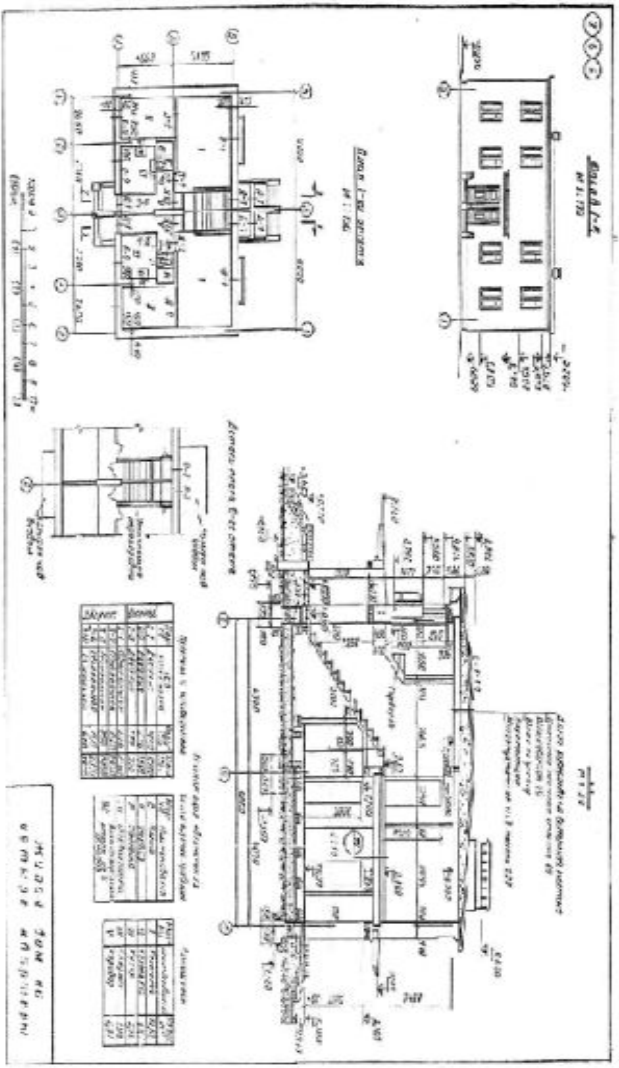
Вариант 8



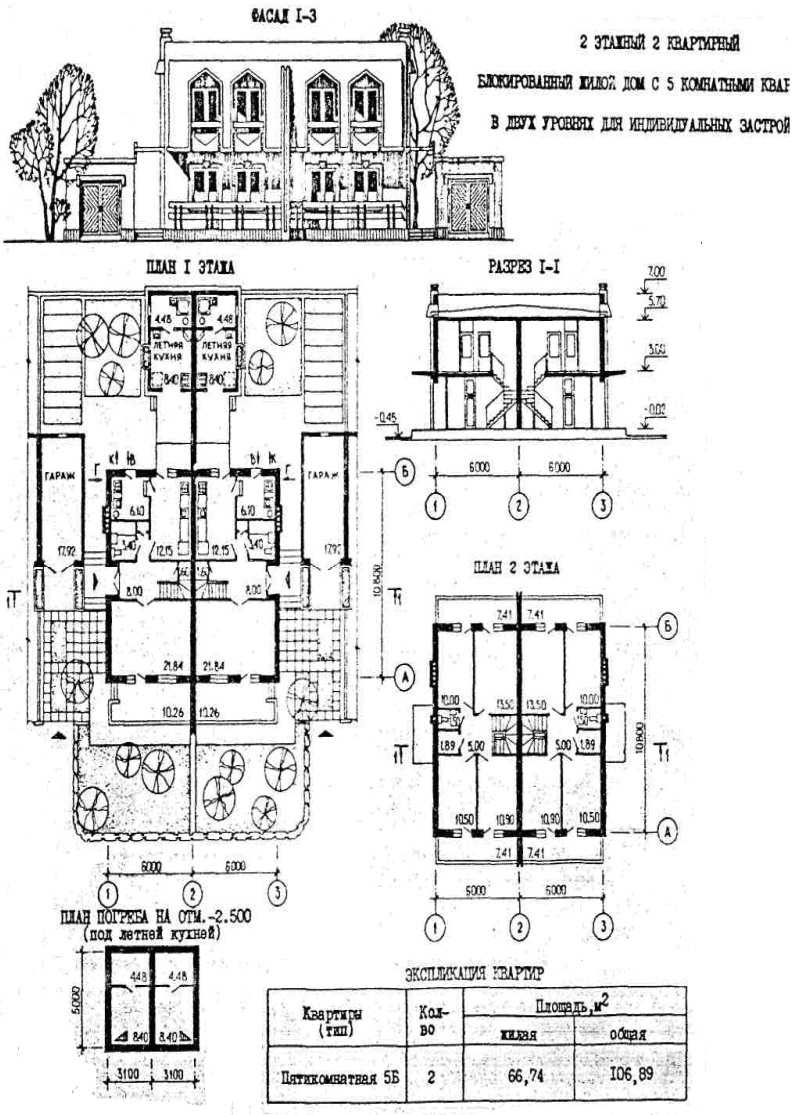
Жилой 2-х квартирный дом
Вариант 9


Главный фасад
План 1-го этажа
План 2-го этажа
Кухня
Спальня
Веранда
Общая комната
Спальня

Вариант 10

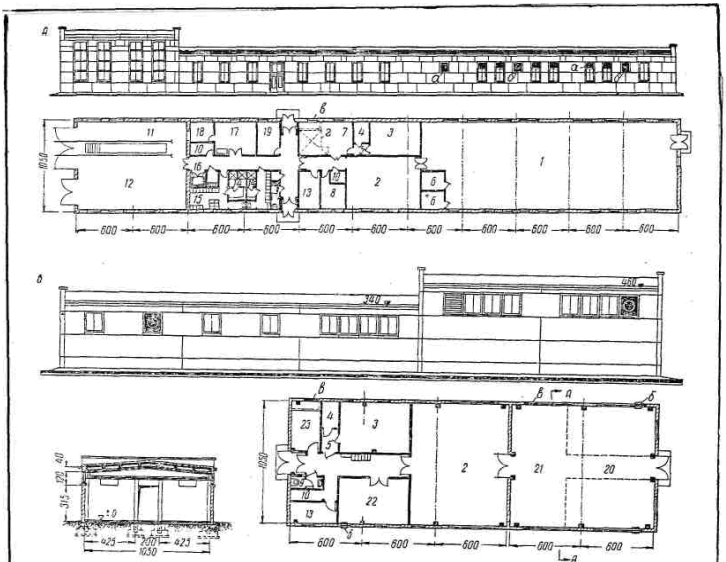


Вариант 11



Квартиры (тип)	Кол-во	Площадь, м²	
		жилая	общая
Пятикомнатная 5Б	2	66,74	106,89

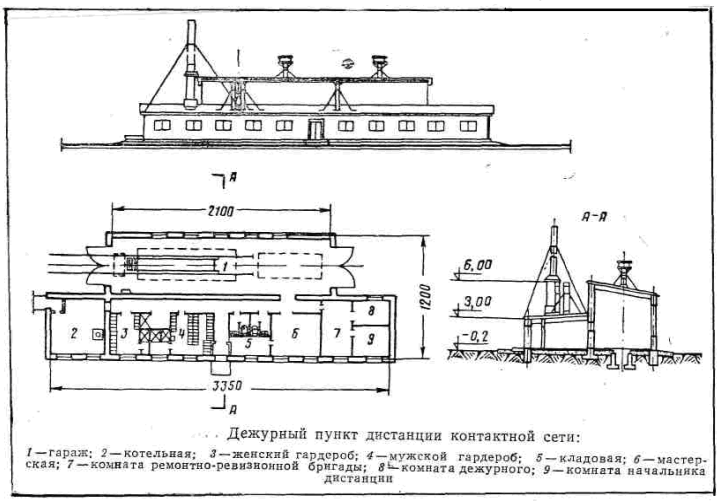
Вариант 12



Тяговые подстанции:

А — при постоянном токе; *Б* — при переменном токе; *1* — машинный зал; *2* — щитовая; *3* — аккумуляторная; *4* — кислотная; *5* — тамбур; *6* — помещение фильтрующего устройства; *7* — насосная; *8* — служебное помещение; *9* — санузел; *10* — кладовая; *11* — смотровая канава; *12* — гараж; *13* — начальник подстанции; *14* — душ; *15* — гардероб; *16* — электрический сушильный шкаф; *17* — помещение ревизионных бригад; *18* — дежурный по контактной сети; *19* — начальник дежурного пункта контактной сети; *20* — реакторная; *21* — распределительное устройство; *22* — генераторная; *23* — вентиляционная; *а* — проходная плита; *б* — вентилятор; *в* — жалюзи; *г* — сантехническая площадка на отметке 2,25

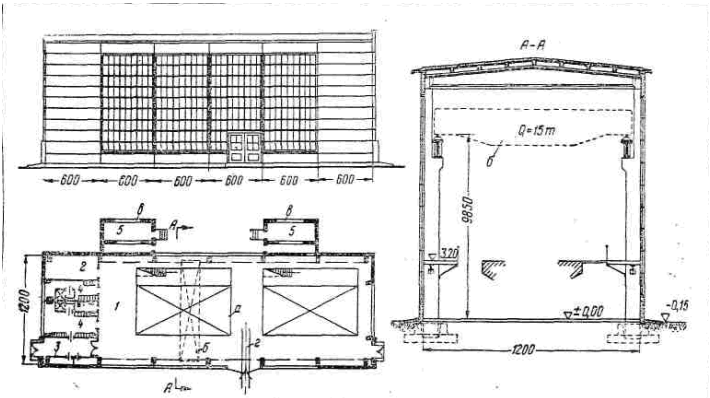
Вариант 13



Дежурный пункт дистанции контактной сети:

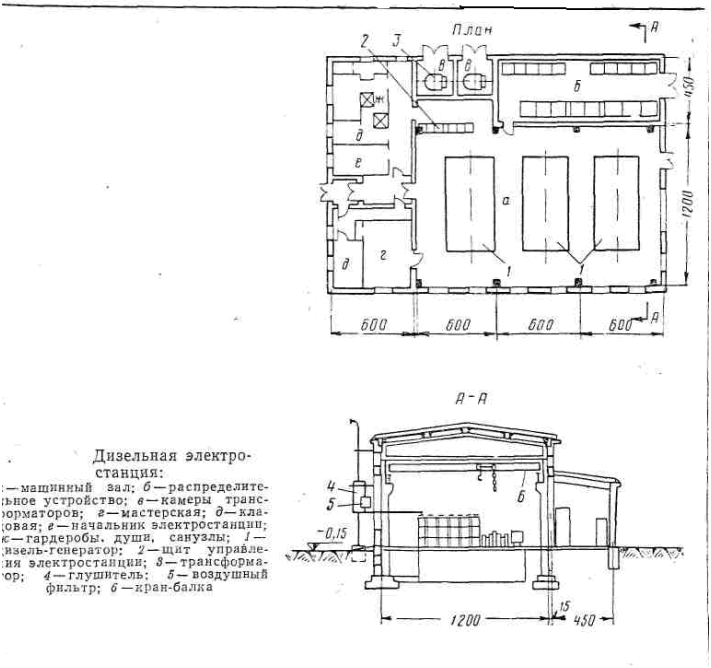
1 — гараж; *2* — котельная; *3* — женский гардероб; *4* — мужской гардероб; *5* — кладовая; *6* — мастерская; *7* — комната ремонтно-ревизионной бригады; *8* — комната дежурного; *9* — комната начальника дистанции

Вариант 14



Газотурбинная электростанция:
1—машинный зал; *2*—мастерская; *3*—кладовые; *4*—бытовые помещения; *5*—устройство для забора воздуха. На отметке 3.20—щитовая, вентиляционная; на отметке 6.80—контора, комната отдыха, начальник электростанции; *а*—турбогенератор; *б*—кран; *в*—жалюзи; *г*—железнодорожный путь

Вариант 15



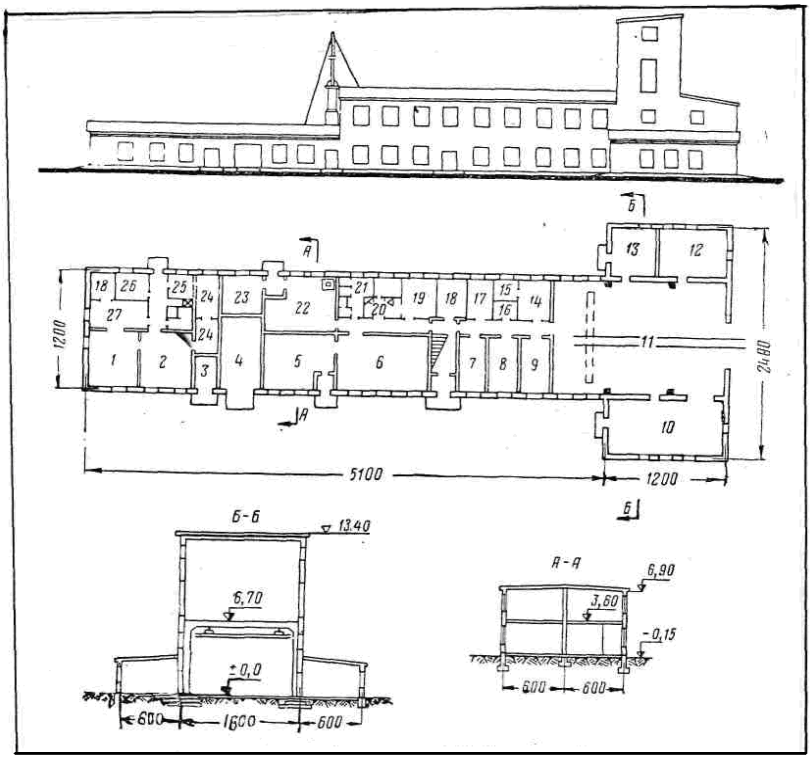
Дизельная электростанция:
1—машинный зал; *б*—распределительное устройство; *в*—камеры трансформаторов; *г*—мастерская; *д*—кладовая; *е*—начальник электростанции; *ж*—гардеробы, души, санузлы; *1*—дизель-генератор; *2*—щит управления электростанции; *3*—трансформатор; *4*—глушитель; *5*—воздушный фильтр; *б*—кран-балка

Вариант 16



Вариант 17

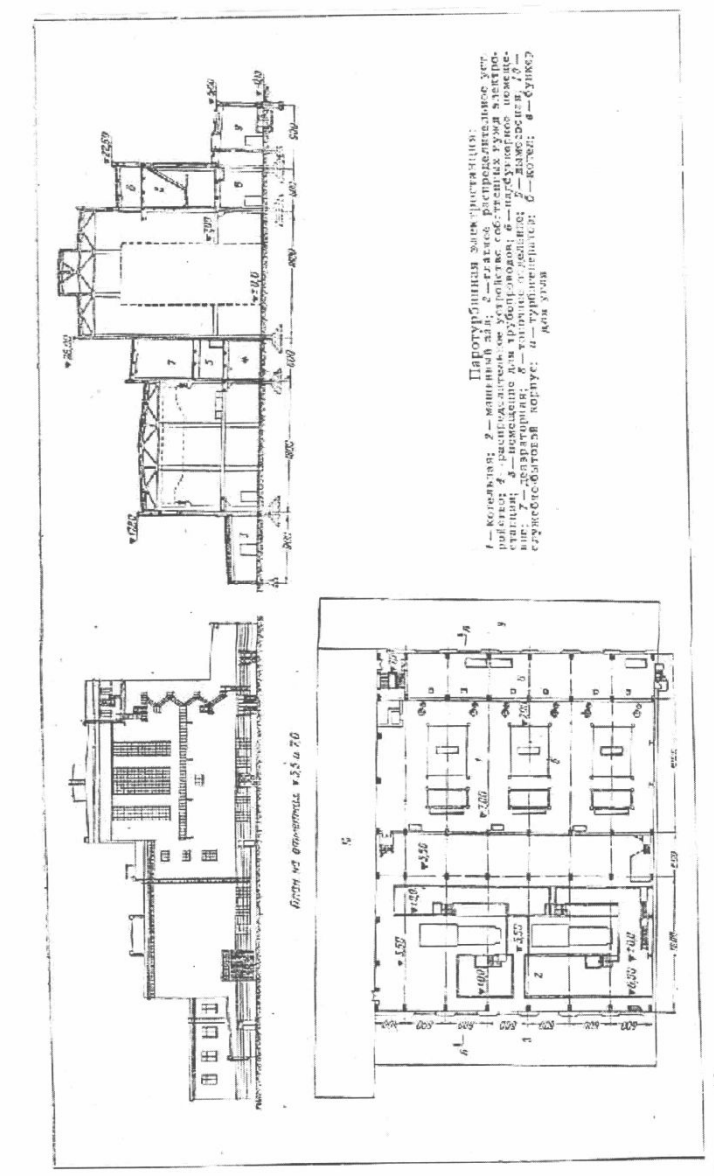
Вариант 18



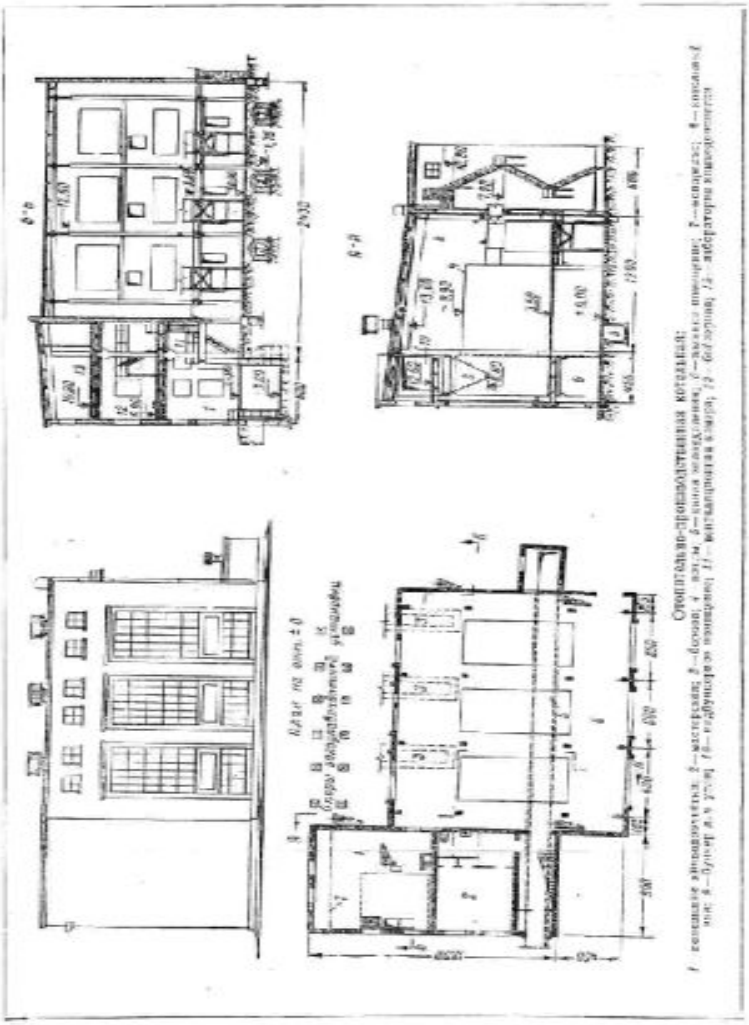
Ремонтно испытательное здание высоковольтной линий

1 – отделение очистки; 2 – отделение формовки; 3 – склад горючего; 4 – гараж спецмашины; 5 – кузница; 6 – механическая мастерская; 7 – комната приема пищи; 8 – электроремонтная мастерская; 9 – столярная мастерская; 10 – высоковольтная лаборатория; 11 – трансформаторная мастерская; 12 – аппаратная; 13 – регенерационная; 14 – химическая лаборатория; 15 – весовая; 16 – мастиковарка; 17 – начальник ремонтно-ревизионного цеха; 18 – кладовая; 19 – мужской гардероб; 20 – душевая; 21 – санузел; 22 – котельная; 23 – установка для восстановления силикагеля; 24 – вентиляционная камера; 25 — комната мастера; 26 – очистка ртути; 27 – отделение разборки, II этаж: мастерская по ремонту реле; испытательная станция; красный уголок; административные помещения

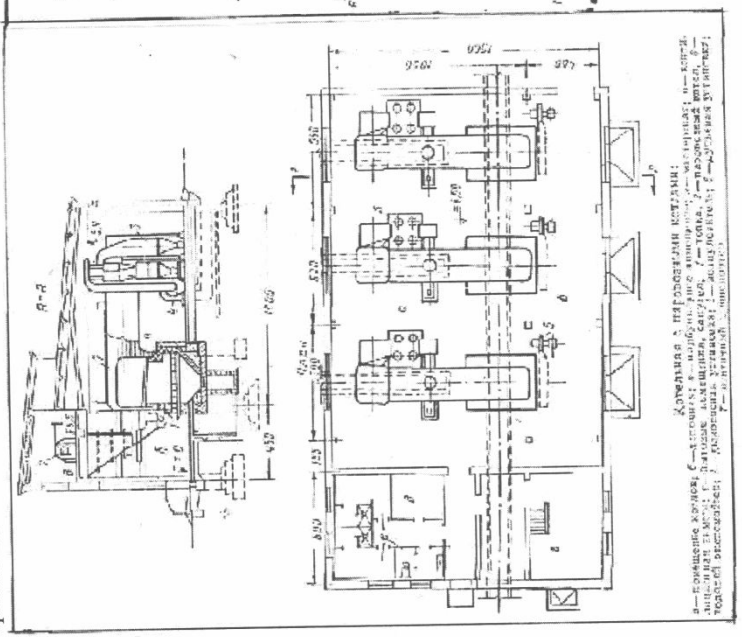
Вариант 19



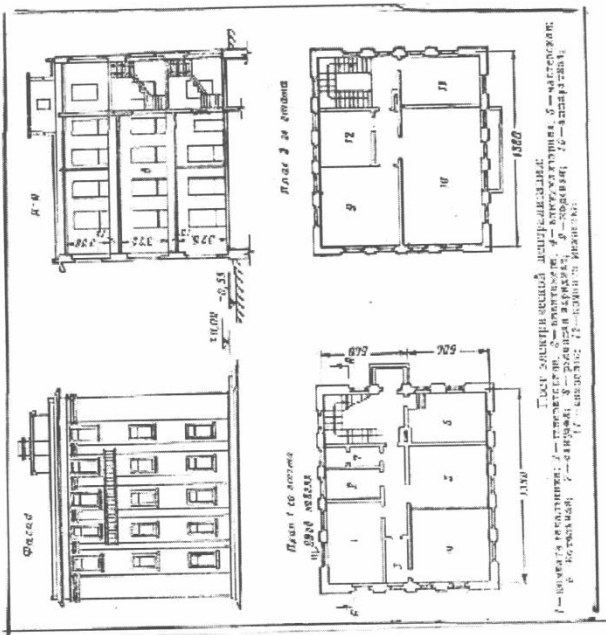
Вариант 20



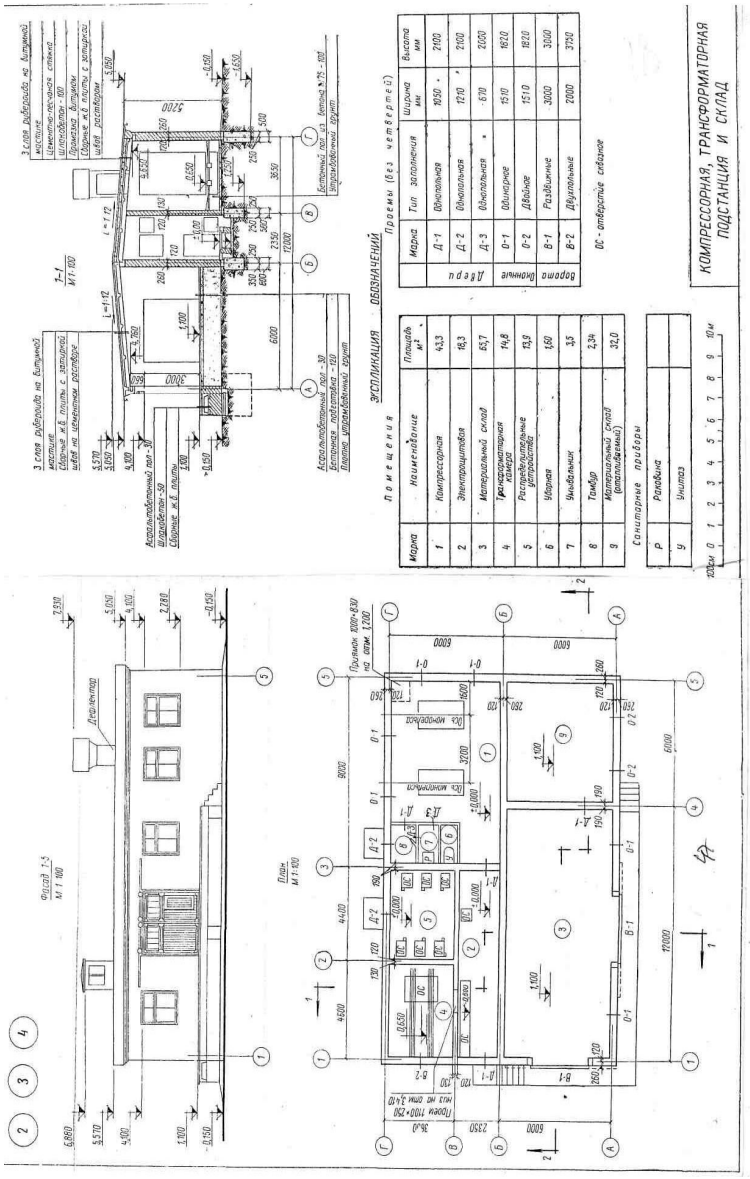
Вариант 21



Вариант 22

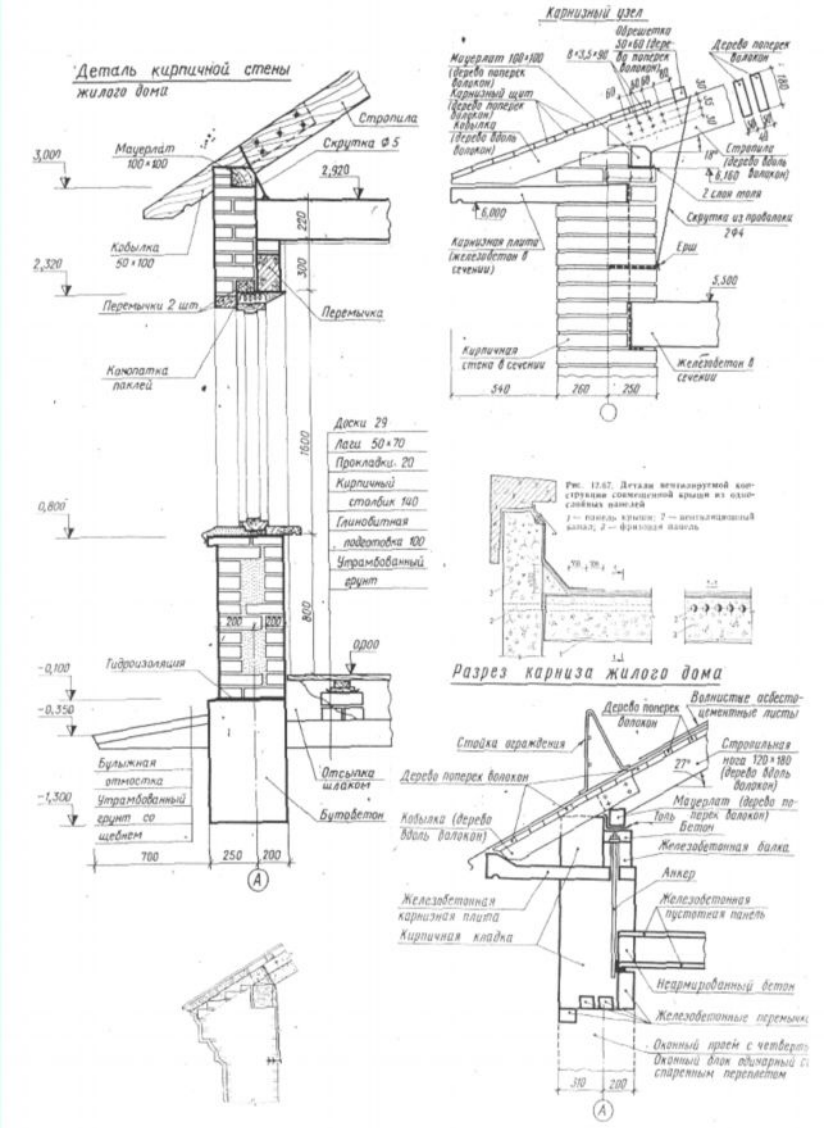


Вариант 23


КОМПРЕССОРНАЯ, ТРАНСФОРМАТОРНАЯ ПОДСТАНЦИЯ И СКЛАД
ЭКСПЛИКАЦИЯ ОБОЗНАЧЕНИЙ
Помещения
Проемы (без четвертей)
Фасад 1-3
План
Разрез 1-1

Приложение В

Конструктивные узлы зданий



Вход в здание

а — разрез; б — план; 1 — тамбур; 2 — мусоросборник; 3 — декоративная керамическая плитка; 4 — бортовой камень или кирпич на ребро; 5 — гравийная защита; 6 — основание из асфальтобетона; 7 — слив из оцинкованной кровельной стали; 8 — стальной уголок по всему периметру навеса; 9 — тканая сетка № 20; 10 — цементный раствор марки 150

Детали сборной железобетонной двухмаршевой лестницы

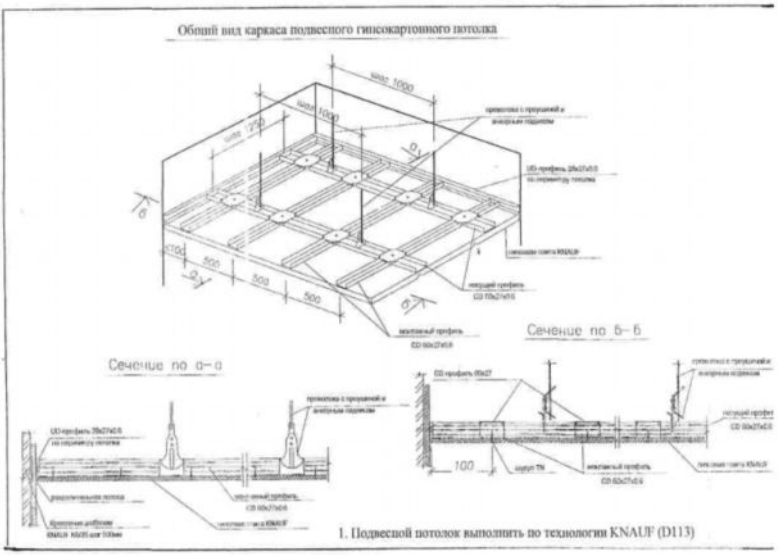
а — марши; б — детали узлов

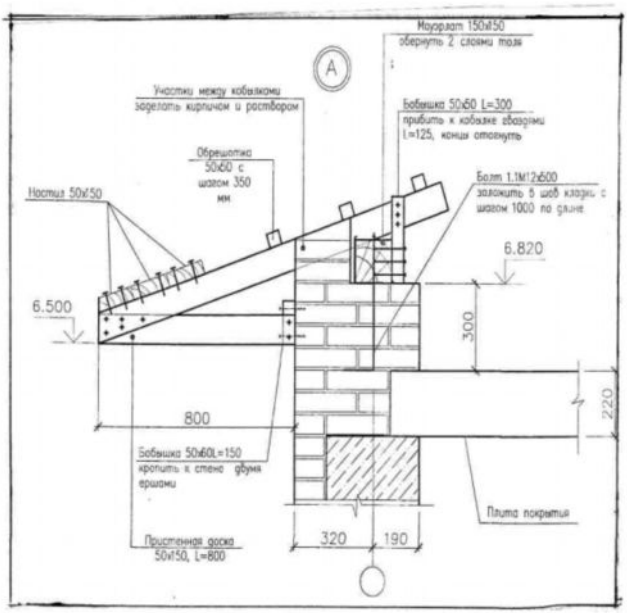
Узлы лестницы

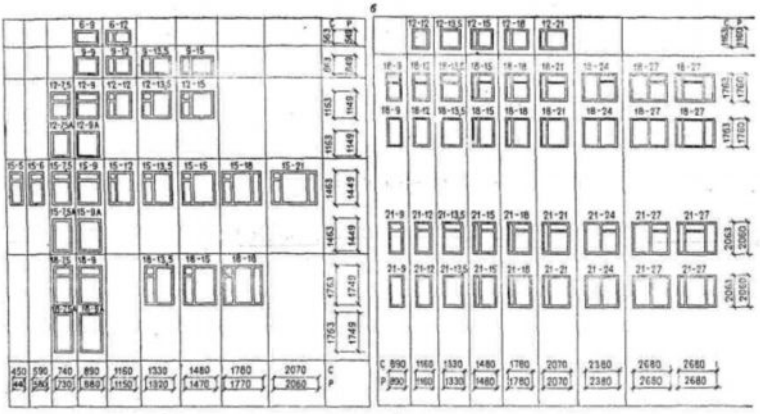
М1:5

Лестница из крупноразмерных элементов:

а — общий вид; б — узел опирания; 1 — лестничные площадки; 2 — лестничные марши; 3 — фрагмент ограждения

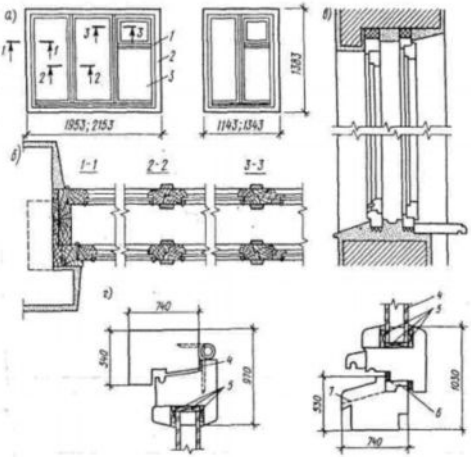

Общий вид каркаса подвесного гипсокартонного потолка
Сечение по а–а
Сечение по б–б
1. Подвесной потолок выполнить по технологии KNAUF (D113)


Мауэрлат 150х150
обернуть 2 слоями толя
Участки между кобылками
заделать кирпичом и раствором
Бобышка 50х60 L=300
прибить к кобылке саморезами
l=125, концы отогнуть
Обрешетка
50х60 с
шагом 350
мм
Болт 1.1М12х600
заложить в шов кладки с
шагом 1000 по скате
Настил 50х150
6.820
6.500
300
220
800
Бобышка 50х60L=150
крепить к стене двумя
гвоздями
Плита покрытия
Пристенная доска
50х150, L=800
320
190



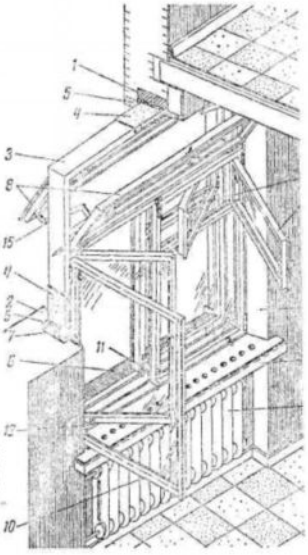
Номенклатура стандартных окон

а — для жилых; *б* — для общественных зданий; габариты с индексом С — для оконных блоков со спаренными переплетами, с индексом Р — для раздельных переплетов



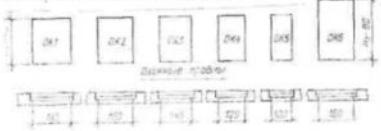
Элементы окон:

а — фасад двух- и трехстворчатого окна; *б* — разрез оконной коробки с двойным остеклением; *в* — то же, с совмещенным двойным остеклением; *г* — оконный блок с заполнением стеклопакетами; *1* — переплет; *2* — оконная коробка; *3* — стекло; *4* — уплотняющая прокладка; *5* — прокладки опорные, распорные и ветровые; *6* — опорная клиновидная прокладка; *7* — прорезь для отвода воды



Конструкция обычного оконного про

1 — железобетонная перемычка; *2* — оконная четверть; *3* — ная коробка; *4* — гидроизоляция оконной коробки; *5* — ка; *6* — подоконный наружный слив; *7* — накладная пр стене для крепления коробки; *8* — фрамуга; *9* — фор *10* — створка оконного переплета; *11* — шпингалет; *12* — в Termo; *13* — подоконная доска; *14* — плита подоконного тельного прибора; *15* — штанга фрамуги; *16* — оконный



Учебное издание

Жумабай Байнатович Байнатов

Архитектура. Архитектурные конструкции зданий и сооружений

Учебное пособие

Нач. РО УИЦ *З. А. Губайдулина*
Редактор *Г. М. Дюсенбаева*
Компьютерная верстка *С. Е. Орысбекова*

Подписано в печать
Тираж 100 экз. Формат 60х84х 1/16. Бумага типогр. № 1.
Уч.-изд.л. 21,8. Усл. п.л. 20,2. Заказ № 538. Цена договорная.

Издание Казахского национального исследовательского технического университета имени К.И. Сатпаева
Учебно-издательский центр КазНТУ,
г. Алматы, ул. Сатпаева, 22