

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

---

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Пензенский государственный университет  
архитектуры и строительства»  
(ПГУАС)

**А.П. Михеев, А.В. Гречишкин**

# **ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ЗДАНИЯ**

Рекомендовано Редсоветом университета  
в качестве учебного пособия для студентов,  
обучающихся по направлению 08.03.01 «Строительство»

Пенза 2014

УДК 725.1:62(075.8)

ББК 38.72я73

М69

Рецензенты: Заслуженный строитель РФ, профессор,  
кандидат технических наук В.С. Абраш-  
шитов;  
генеральный директор ОАО «Гипро-  
маш», почетный строитель России  
С.И. Коровянский

**Михеев А.П.**

М69 Производственные здания: учеб. пособие / А.П. Михеев,  
А.В. Гречишкин. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 156 с.

Изложены общие принципы проектирования производственных зданий в составе промышленных предприятий. Рассмотрены вопросы влияния производственно-технологического процесса и внутренней среды на объемно-планировочные и конструктивные решения зданий с учетом органического единства технических, художественно-эстетических, экономических и экологических требований. Даны рекомендации по улучшению бытового и управленческого обслуживания работающих.

Подготовлено на кафедре «Городское строительство и архитектура» и предназначено для студентов, обучающихся по направлению 08.03.01 «Строительство».

© Пензенский государственный университет  
архитектуры и строительства, 2014

© Михеев А.П. Гречишкин А.В., 2014

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящее учебное пособие рассчитано на подготовку бакалавров по направлению «Строительство» в области проектирования производственных зданий.

Содержание и последовательность изложенного материала в учебном пособии соответствует программе специальной дисциплины «Архитектура промышленных зданий» и требованиям Федерального Государственного стандарта высшего профессионального образования.

На современном этапе возрождения промышленности на новом технологическом уровне весьма актуальна проблема создания производственных зданий наилучшим образом соответствующих требованиям производственно-технологических процессов, надежности, безопасности, энерго- и материалосбережения и художественной выразительности. С учетом такого комплексного подхода к проектированию производственных зданий построено все содержание книги.

Особое внимание уделено конструктивному решению производственных зданий с использованием индустриальных элементов каркасов и ограждающих конструкций. Использование материалов пособия позволит студентам более качественно выполнить курсовые проекты и разделы выпускных квалификационных работ.

Учебное пособие включает предисловие, введение, 8 разделов, заключение и список литературы.

Во введении подчеркиваются особенности производственных зданий, требующие владения определенными навыками их проектирования.

Первый раздел пособия посвящен основам разработки объемно-планировочных решений и видов производственных зданий с учетом особенностей производственно-технологических процессов, размещаемых в них, требований унификации и др.

Последующие разделы (2–5-й включают рекомендации по конструированию зданий различного вида (одноэтажные, многоэтажные, двухэтажные) с использованием современных индустриальных конструкций.

Шестой раздел посвящен проектированию ограждающих конструкций, заметно влияющих на материало- и энергосбережение при строительстве и эксплуатации зданий.

Конструкциям, обеспечивающим требуемый микроклимат, чистоту, удобство, коммуникационные связи и др., посвящен 7-й раздел.

Заключительный раздел (глава 8) содержит рекомендации по расчету и разработке планировочных решений зданий и помещений административно-бытового назначения.

В заключении пособия подчеркивается необходимость комплексного подхода к проектированию производственных зданий на основе единства функциональных (технологических), технических, экономических, экологических и архитектурно-художественных задач.

Учебное пособие подготовлено авторами профессором А.П. Михеевым (предисловие, введение, разделы 1–7, заключение) доцентом, кандидатом технических наук А.В. Гречишкиным (раздел 8), компьютерный набор Н.И. Худяковой.

Авторы благодарны рецензентам: ген. директору ОАО «Гипромаш» С.И. Коровянскому и профессору ПГУАС В.С. Абрашитову за ценные замечания и пожелания по содержанию рукописи.

## ВВЕДЕНИЕ

К производственным зданиям в составе промышленных предприятий относят здания, в которых выполняются основные или подсобно-производственные технологические процессы, в результате которых производится готовая продукция или полуфабрикат (изделие) для дальнейшего использования.

В отличие от гражданских зданий производственные здания имеют значительные особенности.

Во-первых, их отличает многообразие размещаемых в них производственно-технологических процессов. Каждый из них требует соответствующих объемно-планировочных решений, сопровождается различными нагрузками и воздействиями на здания и воздушную среду. Вследствие этого возникает ответственная задача по обеспечению надежности и безопасности зданий.

Во-вторых, в производственных зданиях работают люди, находящиеся в самых разнообразных условиях производства. Это могут быть повышенные тепловыделения или уровни шума, влажности в процессе производства, наличие агрессивных компонентов и т.п. Заметное влияние на микроклимат в производственных помещениях оказывают местные климатические особенности.

Некоторые производства относятся к числу взрыво- и особо пожарных и представляют угрозу для работающих и окружающей среды. Есть производства, которые требуют постоянных и строго заданных параметров воздуха.

Эти обстоятельства требуют создания таких зданий, которые наилучшим образом соответствуют размещению и организации в них технологических процессов при обеспечении безопасных условий труда.

Сами по себе производственные здания непосредственно не участвуют в производственно-технологическом процессе. Однако стоимость их возведения и содержания заметно сказывается на себестоимости выпускаемой продукции. Вследствие этого они должны быть максимально экономичны по расходу материалов на их возведение, сводить к минимуму энергозатраты на отопление, освещение, воздухообмен, водоснабжение и др.

Производственные здания в составе промышленного предприятия связаны между собой единой технологической последовательностью. Вместе с другими зданиями они образуют его комплексное архитектурное решение, которое во многом определяет культуру производства, отношение работающих к своему предприятию. Вследствие этого своим художествен-

ным внешним видом и архитектурой интерьеров они способствуют повышению производительности труда и качеству выпускаемой продукции.

В процессе изучения дисциплины «Архитектура промышленных зданий» студент должен получить навыки комплексного подхода к проектированию производственных зданий различного назначения.

Такой подход предусматривает умение объединено решать функциональные (производственно-технологические), технические (надежность, безопасность), экономические и архитектурно-художественные задачи, соответствующие нормативным требованиям.

Настоящее учебное пособие поможет студентам на основе заданного производственно-технологического процесса и климатического района строительства приобрести навыки архитектурно-строительного проектирования производственных зданий.

# 1. ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ И ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ЗДАНИЙ

Производственно-технологические процессы в зависимости от особенностей и специфики размещают в одноэтажных, многоэтажных или в зданиях смешанной этажности.

*Одноэтажные здания* наиболее удобны для производственно-технологических процессов, развернутых по горизонтали и связанных с использованием массивного технологического оборудования, подъемно-транспортных средств высокой грузоподъемности, напольного транспорта. В этом случае представляются лучшие возможности организации технологического процесса (связь между собой производственных участков, перемещение сырья и продукции и др.) и передачи всех видов нагрузок от здания и технологического оборудования непосредственно на грунты основания.

Простейшим объемно-планировочным решением одноэтажного здания является однопролетное. Такие здания, как правило, используют для сравнительно небольших производств с использованием подвесных или опорных мостовых кранов (рис. 1, а, б).

Для более мощных производств характерны многопролетные здания (рис. 1, в–ж). Они могут быть с разновысокими пролетами (рис. 1, г), а в целях улучшения естественного освещения и воздухообмена оборудованы фонарями (рис. 1, д–ж).

Производственно-технологические процессы в одноэтажных зданиях могут быть размещены в пролетах одного направления (рис. 2, а) или наряду с ними и в поперечных пролетах (рис. 2, б).

По размерам пролетов здания могут быть мелкопролетными (пролеты до 12 м), крупнопролетными (пролеты более 12 м) и большепролетными (пролеты более 36 м). В современной практике строительства наметилась устойчивая тенденция использования крупно- и большепролетных зданий, наилучшим образом соответствующих техническому перевооружению технологических процессов, перепрофилированию производств и др. С этой же целью стремятся увеличивать и шаг колонн.

Высоту пролетов определяют габариты технологического оборудования, подъемно-транспортных средств и санитарно-гигиенические условия.

На рис. 3 показана схема формирования высоты пролета, оборудованного мостовым краном. Она суммируется из высоты наибольшего технологического оборудования (как правило,  $a \geq 2,3$  м), просвета между верхом технологического оборудования и низом перемещаемого груза ( $b \geq 0,5$  м), высоты перемещаемых грузов ( $v$ ), расстояния от верха транспортируемого изделия до центра крюка ( $a \geq 1$  м), расстояния от центра крюка до головки подкранового рельса ( $d = 0,05 \dots 4,8$  м), высоты крана ( $A = 0,5 \dots 5,9$  м), про-

света между верхом крана и низом несущих конструкций покрытия ( $c \geq 0,2$  м).

В таких пролетах выделяют полезную высоту от уровня пола до верха кранового рельса ( $H_1$ ) и расстояние от верха рельса до низа несущих конструкций покрытия ( $H_2$ ).

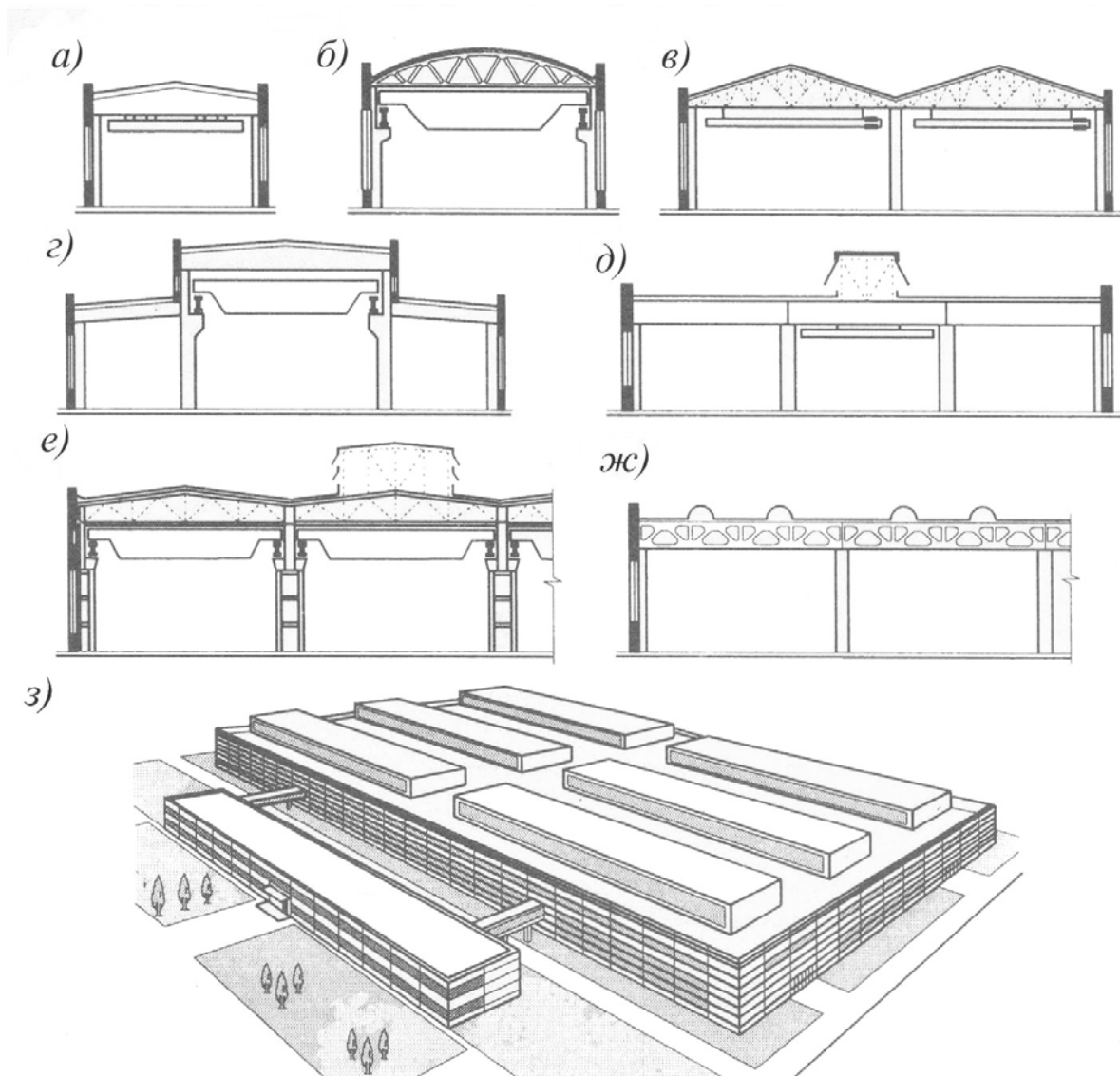


Рис. 1. Основные типы одноэтажных производственных зданий:  
 а – однопролетное с полвесным краном; б – то же с мостовым краном;  
 в – двухпролетное с полвесными кранами без фонарей;  
 г – трехпролетное с повышенным средним пролетом;  
 д – трехпролетное с фонарем бескрановое;  
 е – многопролетное с мостовыми кранами и фонарем-настройкой;  
 ж – то же бескрановое со встроенными фонарями зенитного типа;  
 з – общий вид одноэтажного здания и связанного с ним административно-бытовым корпусом



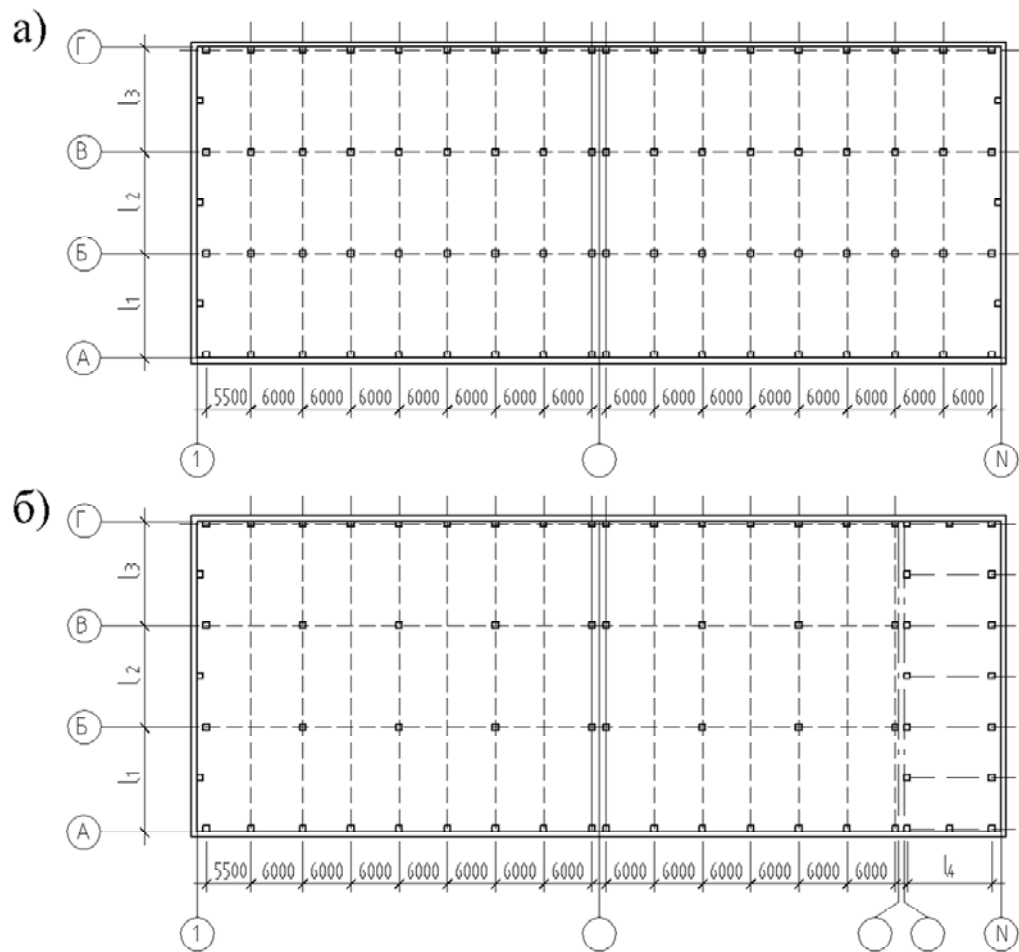


Рис. 2. Виды планировочных решений одноэтажных зданий:  
 а – с пролетами одного направления и равным шагом колонн по крайним и средним рядам; б – с продольными пролетами и разным в них шагом колонн по крайним и средним рядам и примыкающим поперечным пролетом

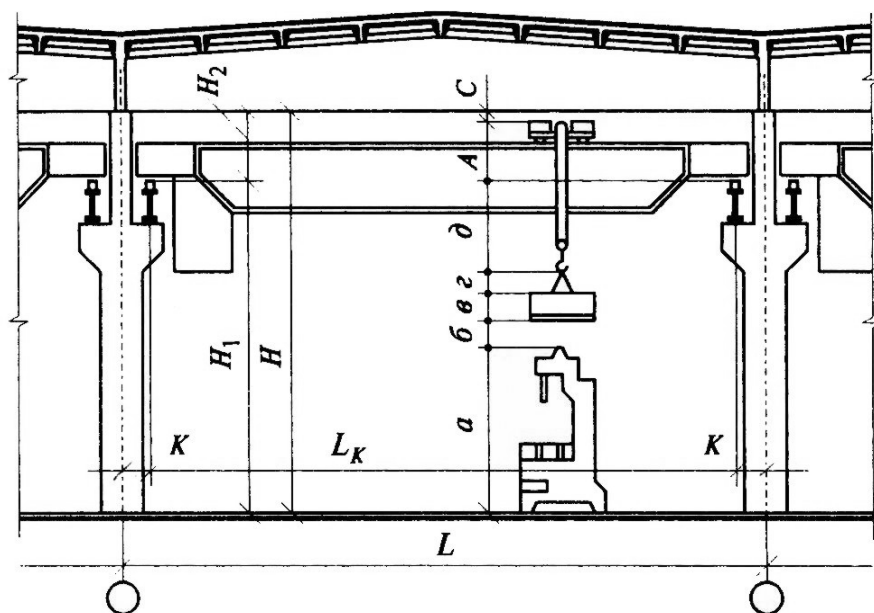


Рис. 3. К определению параметров ширины и высоты пролетов

Здания с использованием мостовых кранов, по сравнению с бескрановыми или оборудованными подвесными кранами требуют значительного дополнительного объема, что приводит к их удорожанию.

Длина пролетов должна соответствовать полному или промежуточному выполнению технологических операций и определяется специалистами – технологами в зависимости от требуемой мощности производства.

В целях сокращения многообразия объемно-планировочных и конструктивных решений одноэтажных производственных зданий их параметры (пролеты, высоты, шаг колонн) унифицируют, т.е. подчиняют кратным определенным модулям. Это позволяет сократить число типоразмеров конструктивных элементов и их взаимозаменяемость. Согласно единой модульной системе (ЕМС), принятой в России, для одноэтажных производственных зданий установлены основные и принимаемые укрупненные модули (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Укрупненные модули объемно-планировочных элементов зданий

Предельные величины, мм	Укрупненный модуль, мм	
	Основной	Принимаемый
Пролетов и шага до 18000 свыше 18000	3000 6000	1500 3000
Высот этажей до 3600 свыше 3600	300 600	– 300

Унификация зданий предусматривает обязательное соблюдение единых правил привязки конструктивных элементов к разбивочным осям. Под размером привязки понимают расстояние от разбивочной оси до грани или геометрической оси сечения конструктивного элемента.

В одноэтажных зданиях в основном используют привязки «0» и «250». Возможны и другие привязки.

Вид привязки зависит от высоты и ширины пролета, грузоподъемности подвесных или опорных мостовых кранов, шага колонн и материала каркаса.

Привязка «0» (нулевая) характерна для бескрановых пролетов высотой до 14,4 м включительно и с шагом колонн 6 и 12 м (12 м – только при железобетонных каркасах), а также для пролетов с опорными мостовыми кранами грузоподъемностью до 32 т и высотой пролетов до 14,4 м.

При превышении этих параметров необходимо применять привязку «250». Она используется также в бескрановых зданиях с металлическим каркасом при шаге колонн 12 м. При использовании этого вида привязки несколько усложняется конструктивное решение зданий, т.к. в местах сопряжения отдельных элементов каркаса и ограждающих конструкций возникает необходимость использования доборных элементов.

Основные положения по применению привязок и примеры по их решению представлены в [3, 4].

Одноэтажные производственные здания, обладая многими достоинствами (технологические, конструктивные, условия естественной освещен-

ности и воздухообмена, использование напольного транспорта и др.), требуют большой площади застройки и вследствие этого значительно большей протяженности инженерных сетей (тепло-, водоснабжение и др.), имеют по сравнению с многоэтажными зданиями большую площадь наружных ограждений (стены, покрытия), через которые происходят наибольшие теплопотери.

*Многоэтажные здания.* Их объемно-планировочное решение формируют, используя ячейковую сетку колонн, в которых параметры пролетов и шага колонн по сравнению с одноэтажными зданиями ограничены. Наибольшее применение имеют ячейки  $6 \times 6$ ;  $9 \times 6$  и  $12 \times 6$  м. Из таких ячеек (сеток колонн) создают здания необходимой ширины, длины и этажности (рис. 4, а, б). Для некоторых производств эффективны здания с применением сетки колонн  $(6 + 3 + 6) \times 6$  м (рис. 4, в) или с укрупненной сеткой колонн верхнего этажа (рис. 4, г).

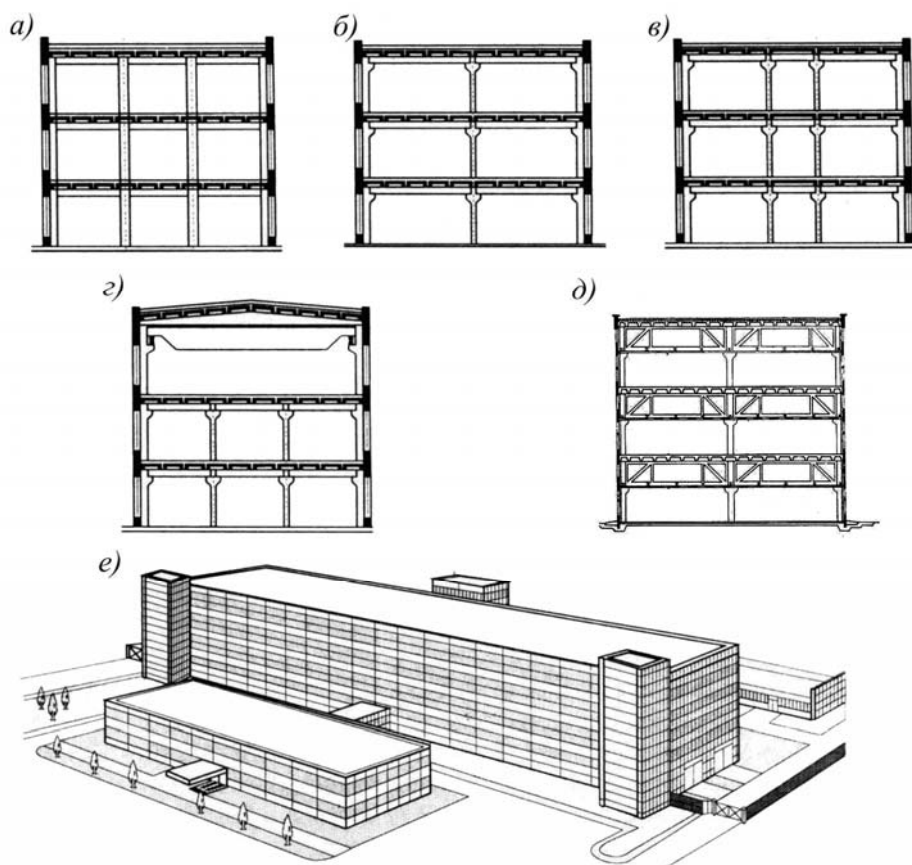


Рис. 4. Основные виды многоэтажных зданий:  
а – с сеткой колонн  $(6 + 6 + 6) \times 6$  м; б – с сеткой колонн  $(12 + 12) \times 6$  м;  
в – с сеткой колонн  $(6 + 3 + 6) \times 6$  м; г – с укрупненной сеткой верхнего этажа;  
д – здания с техническими этажами; е – общий вид многоэтажного здания  
и связанного с ним административно-бытовым корпусом

Ограниченные размеры сеток колонн позволяют создавать перекрытия, обладающие достаточно большой несущей способностью.

Ширину многоэтажных зданий из-за соображений естественного освещения и воздухообмена ограничивают (в пределах 24 м).

Количество этажей для большинства производств достаточна в пределах 5–9 этажей. Высоту этажей назначают от 3,6 м и далее кратно модулю 600 мм. Отдельные этажи могут иметь высоту 6,0 и 7,2 м, а верхний этаж с укрупненной сеткой колонн – до 10,8 м. Форму планов многоэтажных зданий, как правило, принимают прямоугольной. В случае необходимости здания могут иметь Г или Ш – образные формы.

Для некоторых производств, в частности, требующих повышенной чистоты, следствием чего является нецелесообразность размещения инженерных сетей и коммуникаций непосредственно в производственных помещениях, предусматривают здания с техническими этажами (рис. 4, д). Это позволяет освободить основные производственные этажи от всякого рода устройств и вспомогательных операций. Высота технических этажей может составлять (в чистоте) от 1 до 2,5 м.

Здания смешанной этажности эффективны для сблокированных производств, когда организация отдельных операций целесообразна в одноэтажных частях здания, другие – в многоэтажных (рис. 5). Примыкающие друг к другу разные по высоте части здания должны работать самостоятельно и разделяться осадочными швами.

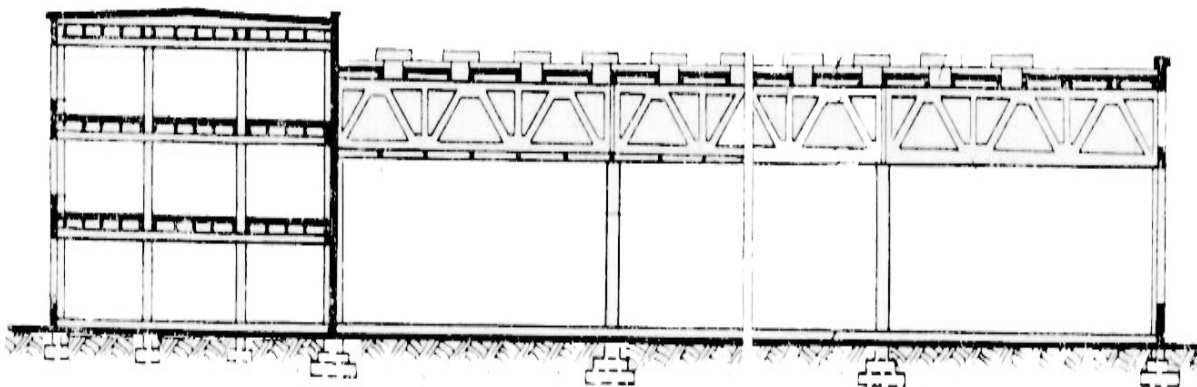


Рис. 5. Производственные здания смешанной этажности

Двухэтажные здания составляют особую группу, когда первый этаж решают по многоэтажной схеме, а второй – по одноэтажной с укрупненной сеткой колонн (рис. 6).

На верхнем этаже могут быть использованы сетки колонн: 18×6; 18×12; 24×6; 24×12; 30×6; 30×12; 36×6 и 36×12 м. Нижний этаж решают с использованием сеток колонн: 6×6; 9×6; 12×6; 12×12 м.

Высота верхних этажей принимается в соответствии с унифицированным рядом высот: 6; 7,2; 8,4; 9,6; 10,8 и далее через 1,2 м до 18 м.

В верхнем этаже допускается применение подвесных кранов грузоподъемностью до 5 т или мостовых кранов грузоподъемностью до 10 т.

Высоту нижних этажей обычно принимают 4,8; 6,0 и 7,2 м.

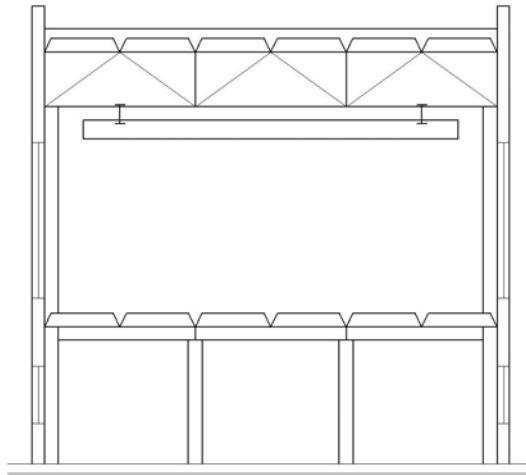


Рис. 6. Двухэтажное здание

По сравнению с одноэтажными зданиями для одних и тех же производств (химическая, пищевая, легкая, полиграфическая и др.) такие здания позволяют сократить площадь застройки на 30–40 %, уменьшить строительный объем здания на 10–20 %, сократить капитальные затраты на строительство в размере 5–10 %. Основное снижение стоимости строительно-монтажных работ происходит за счет ликвидации подвалов, каналов, уменьшения затрат на сооружение кровли, перегородок и других работ. В таких зданиях снижаются и эксплуатационные затраты за счет более рационального размещения основного технологического оборудования, сокращения межоперационных связей и улучшения условий для модернизации производства.

Все виды производственных зданий при отсутствии в них выраженной агрессивной среды допускают в своем объемно-планировочном решении размещение административных и бытовых помещений.

В одноэтажных зданиях такие помещения могут быть размещены во встройках и вставках или непосредственно в пролетах в многоэтажном исполнении (см. раздел 8).

### **Контрольные вопросы**

1. Основные требования, предъявляемые к производственным зданиям.
2. Классификация производственных зданий по различным признакам.
3. Одноэтажные здания, область их применения и основные виды.
4. Многоэтажные и двухэтажные здания, область применения, виды.
5. Основные положения унификации зданий. Модульная система. Правила привязки конструктивных элементов к разбивочным осям.
6. Особенности «нулевой» привязки и область ее применения.
7. Привязка «250», сущность и область ее применения.
8. Виды подъемно-транспортного оборудования, используемого в производственных зданиях.

## 2. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ОДНОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

**Конструктивные схемы и материалы каркасов.** В зависимости от объемно-планировочного решения, видов нагрузок и воздействий на производственные здания они могут быть решены по различным конструктивным схемам: каркасная, каркасно-ствольная, оболочково-ствольная, ствольно-стенная и др. Эти схемы предполагают различные способы восприятия вертикальных и горизонтальных нагрузок и передачу их на фундаменты и грунты основания.

В массовом строительстве наибольшее применение для всех видов производственных зданий получила каркасная схема с полным каркасом. В этом случае вертикальные, горизонтальные и особые виды нагрузок (сейсмические, ударные и др.) воспринимают каркасы, а стены и покрытия выполняют ограждающие функции.

Полный каркас одноэтажных производственных зданий решают в форме поперечных и продольных рам, объединенных в жесткую неизменяемую пространственную систему (рис. 7).

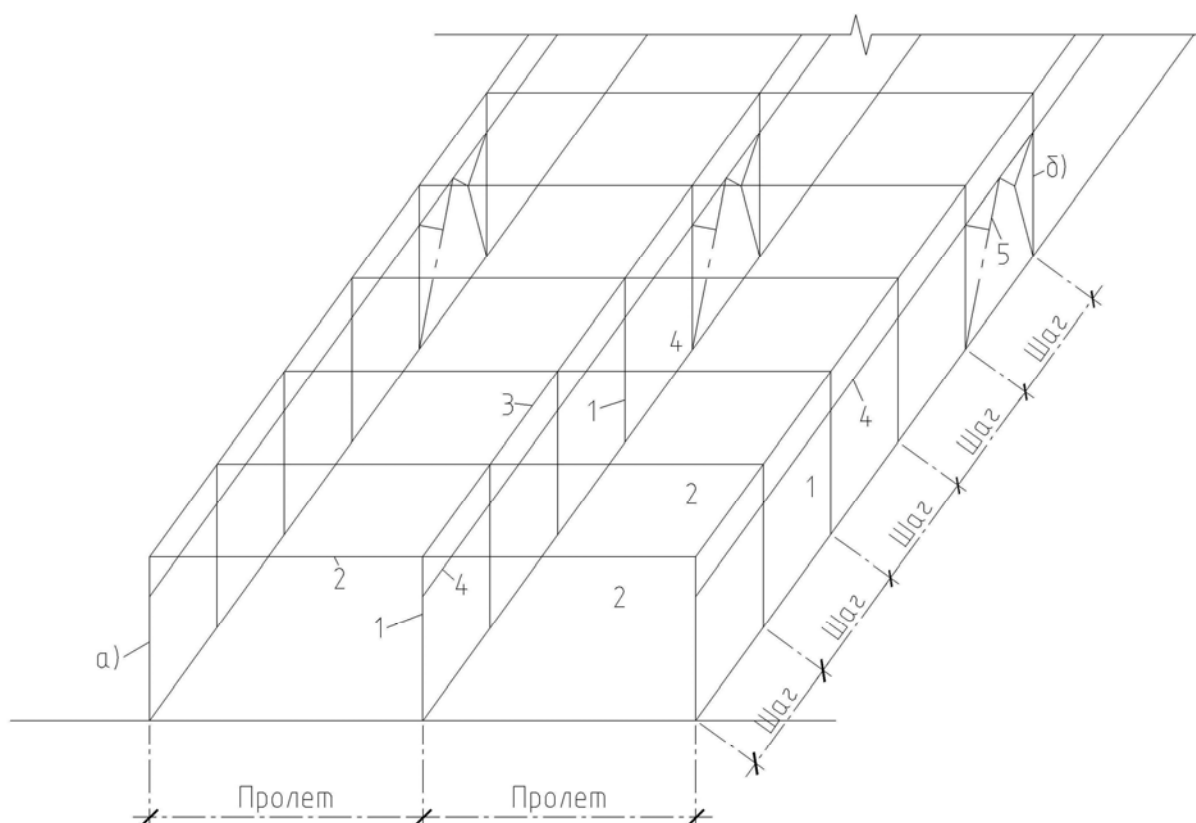


Рис. 7. Схема поперечных и продольных рам одноэтажных зданий:  
а – поперечные рамы (1 – колонны; 2 – ригели (стропильные конструкции));  
б – продольные рамы (1 – колонны; 3 – продольные ригели (подстропильные конструкции); 4 – подкрановые балки; 5 – связи по колоннам)

Поперечные рамы каркаса включают колонны и балки покрытий, располагаемые в направлении пролетов, а продольные рамы – колонны (они одновременно входят в поперечную систему), подстропильные конструкции, подкрановые балки и другие элементы (фундаментные и обвязочные балки и др.).

На рис. 7 показана система поперечных и продольных рам, обеспечивающая неизменяемость и устойчивость здания.

В целях унификации конструктивных решений шаг поперечных рам принимают кратным модулю согласно табл. 1. Чаще всего используют шаг рам 6 и 12 м, что позволяет использовать конструкции ограниченных типоразмеров.

Для создания в здании производственных площадей, менее ограниченных внутренними опорами (колоннами), в каркасах принимают различный шаг колонн по крайним и средним рядам. Чаще всего шаг крайних колонн по пристенному ряду принимают 6 м, а по среднему – 12 м и более. В этих случаях часть ригелей поперечных рам опирают на колонны продольных рам, другие – на подстропильные конструкции (см. рис. 7).

Соединение ригелей с колоннами может быть шарнирным или жестким.

При шарнирных сопряжениях поперечные нагрузки вызывают изгибающие моменты отдельно в колоннах и ригелях, что упрощает решение по применению унифицированных и типовых конструкций на случай их взаимозаменяемости.

Жесткие сопряжения применяют в тех случаях, когда нельзя обеспечить достаточную общую жесткость рамы шарнирными сопряжениями. Такие сопряжения, как правило, применяют в зданиях при наличии в них кранов с жестким подвесом или кранов, расположенных в два яруса, а также при пролетах более 36 м и отношением высоты к размеру пролета более 1,5 независимо от наличия или отсутствия кранов. Жесткие сопряжения обеспечивают заметное снижение расхода материалов на раму.

Колонны каркаса обычно проектируют жестко заделанными в фундаментах, что обеспечивает неизменяемость рам и придает им большую жесткость. Шарнирное сопряжение колонн с фундаментами применяют в тех случаях, когда каркас выполняют в виде цельных металлических или деревянных рам пролетом до 100 м.

При выборе материалов для каркасов учитывают: нагрузки и воздействия на каждый элемент каркаса, их свойства в процессе эксплуатации в различных средах, огнестойкость, ремонтоспособность, технологичность изготовления и монтажа, местные условия (наличие строительных материалов и базы для изготовления конструкций, климат и др.).

Этим требованиям наилучшим образом соответствуют железобетон и металл, в отдельных случаях – дерево.

*Конструкции из железобетона* хорошо работают на сжатие, более стойки к воздействиям влажности, химической агрессивности, огнестойки, менее затратны в условиях эксплуатации. При изготовлении железобетон-

ных конструкций могут быть использованы местные строительные материалы (песок, крупные и мелкие заполнители), что сказывается на снижении их стоимости, при этом расходуется в 2–3 раза меньше металла по сравнению с металлическими конструкциями.

В числе основных недостатков железобетонных конструкций: большая собственная масса, недостаточная стойкость при работе на растяжение, (появление трещин в растянутых зонах сечения с последующим возможным разрушением), сложная и затратная технология изготовления.

В целях снижения массы железобетонных конструкций в основном за счет уменьшения сечения их элементов следует использовать более высокопрочные бетоны и марки сталей для армирования, а для повышения стойкости при работе на растяжение использовать предварительное напряжение арматуры в растянутых зонах элементов.

По способу изготовления железобетонные конструкции могут быть монолитными и сборными.

Монолитные конструкции в каркасах эффективны при устройстве несложных и чаще всего нестандартных элементов (фундаменты под колонны, некоторые виды балок и др.). Вследствие сложности изготовления колонн, ферм и других элементов непосредственно в построечных условиях более эффективны сборные конструкции. Они становятся особо экономичными при массовом и серийном их изготовлении на специализированных заводах.

Применение сборных железобетонных конструкций значительно сокращают сроки монтажа и трудозатраты при возведении каркасов.

*Металлические конструкции каркасов* из сталей по сравнению с железобетонными характеризуются значительно меньшей массой при равной несущей способности, а также высокой технологичностью изготовления и монтажа. Из металла можно создавать более разнообразные по форме и параметрам элементы каркаса.

К недостаткам металлических конструкций следует отнести их коррозионность и снижение несущей способности в условиях резких изменений температур.

*Конструкции каркаса из дерева* в производственных зданиях используют редко вследствие их значительно меньшей несущей способности и долговечности. Они могут быть эффективны во временных, вспомогательных и складских зданиях. Чаще всего их выполняют в форме рам.

Нередко производственные здания решают с использованием каркасов, выполненных из железобетона и металла. Из железобетона выполняют в основном сжатые элементы (фундаменты, колонны) и некоторые элементы, работающие на изгиб (фундаментные, обвязочные балки), а из металла – несущие конструкции покрытий (фермы), подкрановые балки, связи, прогоны и др. Такое сочетание позволяет получать большепролетные покрытия при меньшей их массе.



**Конструкции каркаса.** Полный каркас одноэтажных зданий включает: колонны, фундаменты для них, фундаментные балки, несущие конструкции покрытий, подкрановые балки (при наличии мостовых кранов), обвязочные балки и связи (рис. 8).

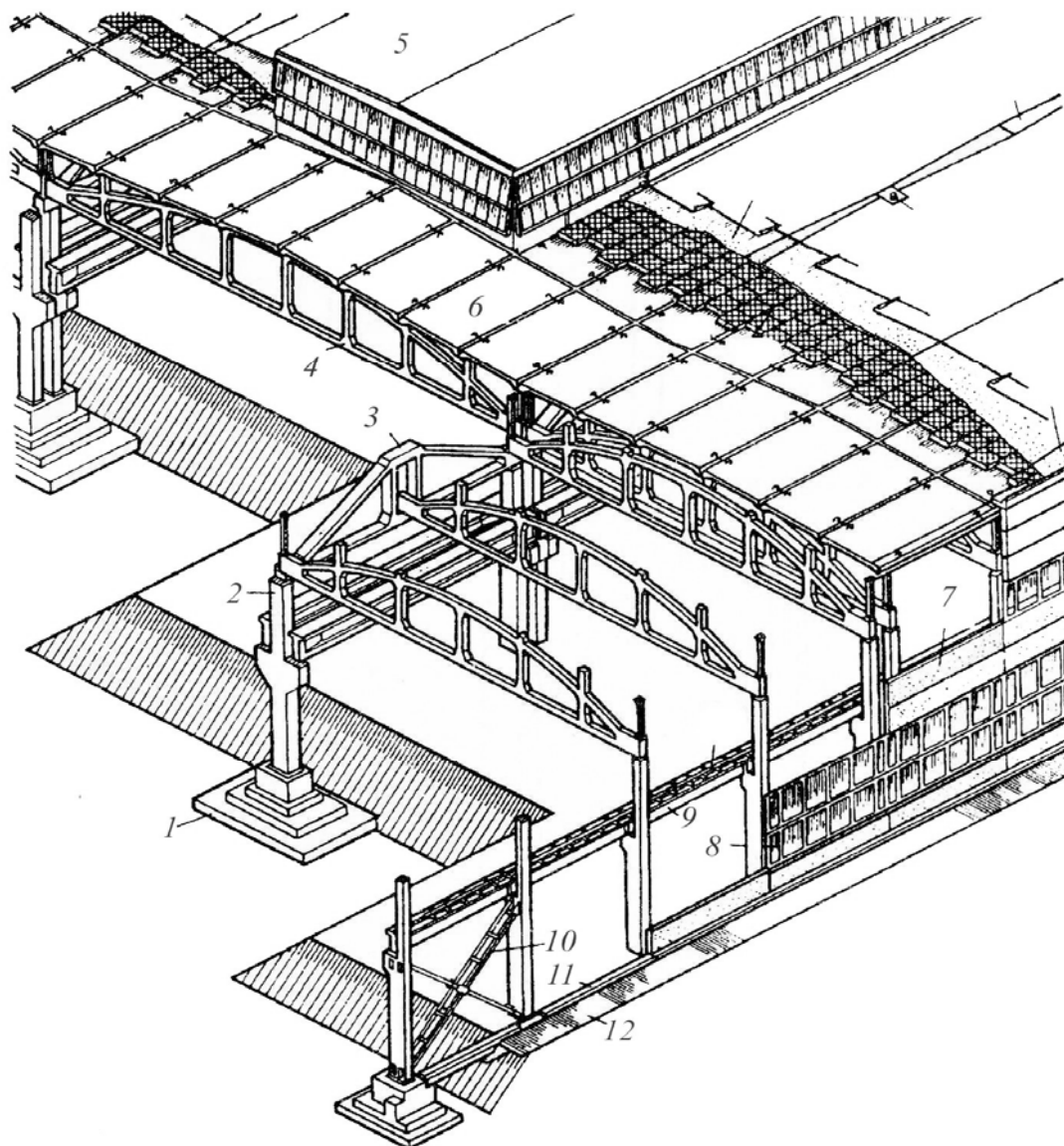


Рис. 8. Конструктивные элементы одноэтажного здания с железобетонным каркасом:

- 1 – фундамент; 2 – колонна; 3 – подстропильная ферма; 4 – стропильная ферма; 5 – светоаэрационный фонарь; 6 – плита покрытия; 7 – стеновая панель; 8 – оконная панель; 9 – подкрановая балка; 10 – вертикальные связи между колоннами; 11 – фундаментная балка; 12 – отводка

**Колонны** в системе каркаса воспринимают нагрузки от собственного веса и веса покрытий, подвесных и опорных мостовых кранов с учетом их грузоподъемности и режимов работы, стеновых конструкций, ветра и снеговых отложений. В сейсмоопасных районах они воспринимают сейсмические нагрузки.

В зависимости от этих нагрузок и условий эксплуатации колонны применяют чаще всего сборными железобетонными или стальными. В целях сокращения типоразмеров колонн все их параметры по длине и размерам сечений унифицируют, подчиняя модульной системе.

Сборные железобетонные колонны могут быть по длине со сплошным постоянным или переменным сечением и двухветвенными (рис. 9).

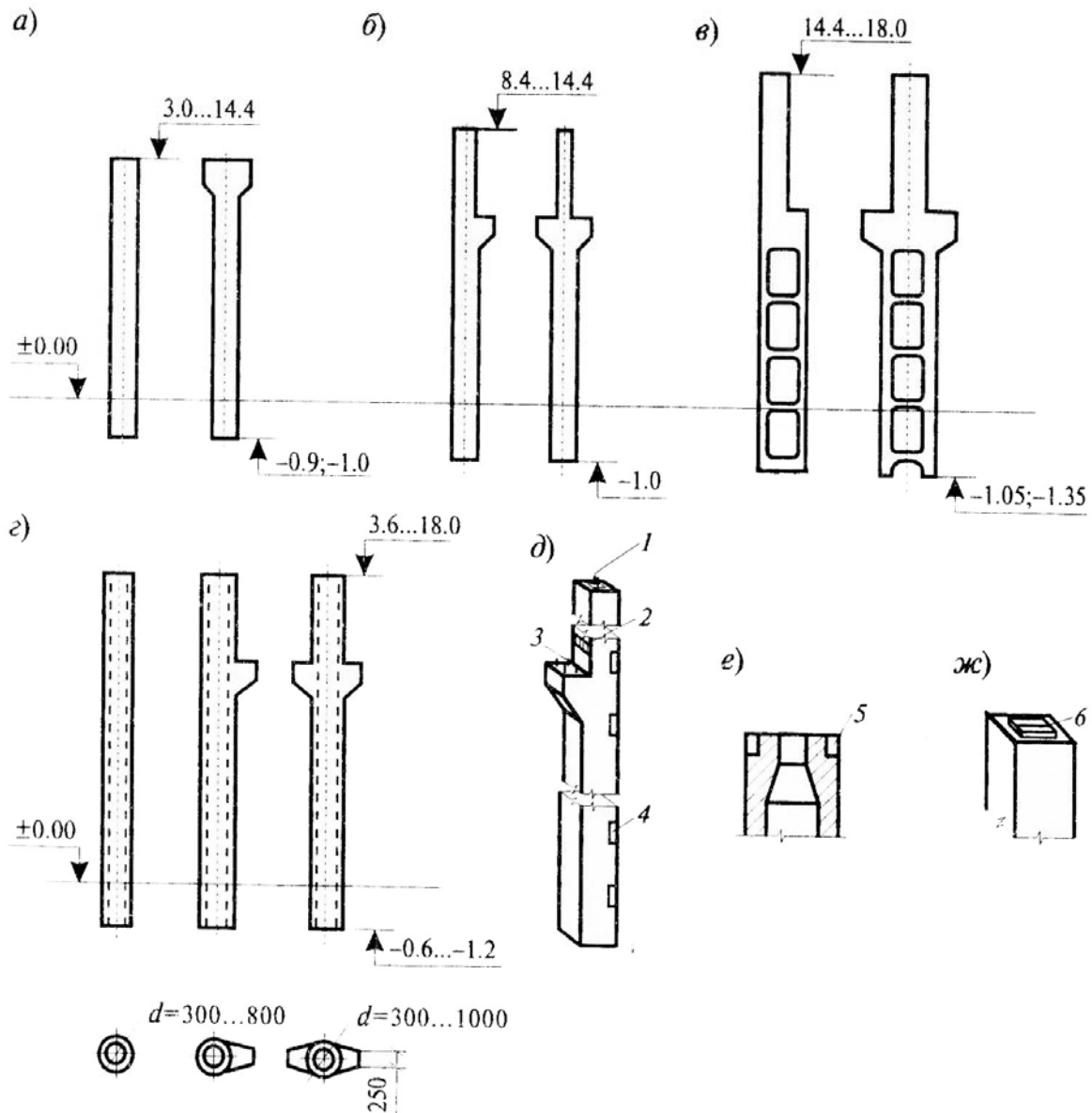


Рис. 9. Основные типы сборных железобетонных колонн:  
 а – для зданий высотой 3...14,4 м без опорных мостовых кранов;  
 б – с опорными мостовыми кранами грузоподъемностью до 32 т и высоте здания 8,4...14,4 м; в – то же с кранами до 50 т и высоте 14,4...18 м;  
 г – колонны кольцевого сечения; д – основные закладные элементы колонн;  
 е – оголовок колонны кольцевого сечения; ж – оголовок колонны при безанкерном креплении стропильных конструкций;  
 1 – закладная деталь для крепления фермы; 2, 3 – то же для крепления подкрановой балки; 4 – то же стеновых панелей; 5 – кольцо из полосовой стали; 6 – стальная пластина для крепления (сварки) стропильных конструкций из железобетона

Колонны сплошного постоянного сечения рассчитаны на применение в бескрановых зданиях высотой от 3 до 14,4 м (рис. 9, а). Их длина определяется высотой этажа (надземная часть) и глубиной заделки в фундамент (подземная часть).

В зданиях высотой от 3 до 9,6 м длина колонн может составлять от 3800 до 10500 мм, а в зданиях высотой от 10,8 до 14,4 м – от 11700 до 15450 мм.

Длина подземной части колонн составляет 900 мм (для зданий высотой до 9,6 м) и 1050 мм (для зданий высотой от 10,8 до 14,4 м). Она складывается из длины заделки в стакан фундамента и расстояния от уровня пола здания (отметка  $\pm 0.000$ ) до верха фундамента ( $-150$  мм).

Длину колонн средних рядов с шагом 12 м при железобетонных подстропильных конструкциях выполняют на 600 мм меньше длины колонн по крайнему ряду.

Размеры сечений колонн могут составлять от  $300 \times 300$  до  $600 \times 500$  мм в зданиях высотой до 9,6 м и от  $500 \times 400$  до  $800 \times 400$  мм в зданиях высотой от 10,8 до 14,4 м.

Для колонн, размеры сечений которых не обеспечивают опирание на них стропильных конструкций, в верхней их части предусматривают симметричные двухсторонние консоли. Колонны с консолями используют и в средних рядах зданий, когда покрытие решают с применением железобетонных подстропильных конструкций.

Колонны постоянного по высоте сечения рассчитаны на применение в зданиях с пролетами от 18 до 36 м без кранов или оборудованных подвесными кранами грузоподъемностью до 5 т.

Колонны сплошного переменного сечения применяют в зданиях высотой от 8,4 до 14,4 м, оборудованных мостовыми опорными кранами грузоподъемностью до 32 т (рис. 9, б).

Их длина складывается из подкрановой и надкрановой частей.

Подкрановая часть включает подземную заделку колонны в фундамент и расстояние от уровня пола до верха консоли.

Длина надкрановой части зависит от высоты сечений подкрановых балок, подкрановых путей, габаритов мостовых кранов и допустимого расстояния от верха крана до низа несущих конструкций покрытия (см. рис. 3). Унифицированные отметки головок подкрановых рельсов в зависимости от высоты пролетов и грузоподъемности кранов [3, 4].

Колонны имеют прямоугольное сечение, один из размеров которого (ширина) выдерживается равным 400 мм. Размеры длины сечения для подкрановой части принимают в зависимости от шага колонн, грузоподъемно-

сти и режима работы кранов и могут составлять от 600 до 900 мм; для надкрановой части – от 380 до 600 мм.

Колонны заделывают в фундамент (стаканы) до отметок  $-0.900$ ;  $-1.050$  и  $-1.200$ .

Для пролетов высотой от 14,4 до 18,0 м и при использовании кранов грузоподъемностью от 32 до 50 т могут быть рекомендованы колонны двухветвевое сечения (рис. 9, в). Такие колонны вследствие больших размеров сечений в подкрановой части (500×1400 и 500×1900 мм) и сложности изготовления не нашли широкого применения.

В целях снижения массы колонн и более экономного расхода материалов разработаны типовые колонны кольцевого сечения, изготавливаемые методом центрифугирования (рис. 9, г). Такие колонны могут быть использованы в зданиях с неагрессивной средой без мостовых кранов или с кранами грузоподъемностью до 32 т.

Диаметры сечения колонн могут составлять от 300 до 1000 мм (через 100 мм) при толщине стенок от 50 до 120 мм.

Во всех видах сборных железобетонных колонн помимо рабочей арматуры предусматривают закладные детали в местах сопряжения с несущими конструкциями покрытия, подкрановыми балками, стеновыми панелями, связями и др. (рис. 9, д, е, ж).

Все виды типовых сборных железобетонных колонн и их марки представлены в [5, том 1].

*Металлические колонны* выполняют из сталей различных марок в форме стандартного сортамента (двутавры, швеллеры, уголки) или сварными из этого сортамента.

Для массового применения разработаны типовые решения стальных колонн для бескрановых зданий и зданий с мостовыми опорными кранами [8].

Для бескрановых зданий разработаны колонны постоянного и двухветвевое сечения.

Колонны постоянного сечения (рис. 10, а) рассчитаны на применение в зданиях высотой от 6 до 8,4 м с пролетами шириной от 18 до 36 м с шагом колонн 6 и 12 м по крайним и средним рядам. При шаге колонн 12 м должна быть использована привязка «250».

Колонны выполняют сплошностенчатыми из двутавров с параллельными гранями полок (широкополочные двутавры) от №35 до №70. Базы колонн имеют опорные плиты, служащие для соединения с фундаментами на отметке  $-0.130$ . Колонны могут быть использованы и при применении подвесных кранов грузоподъемностью до 5 т.

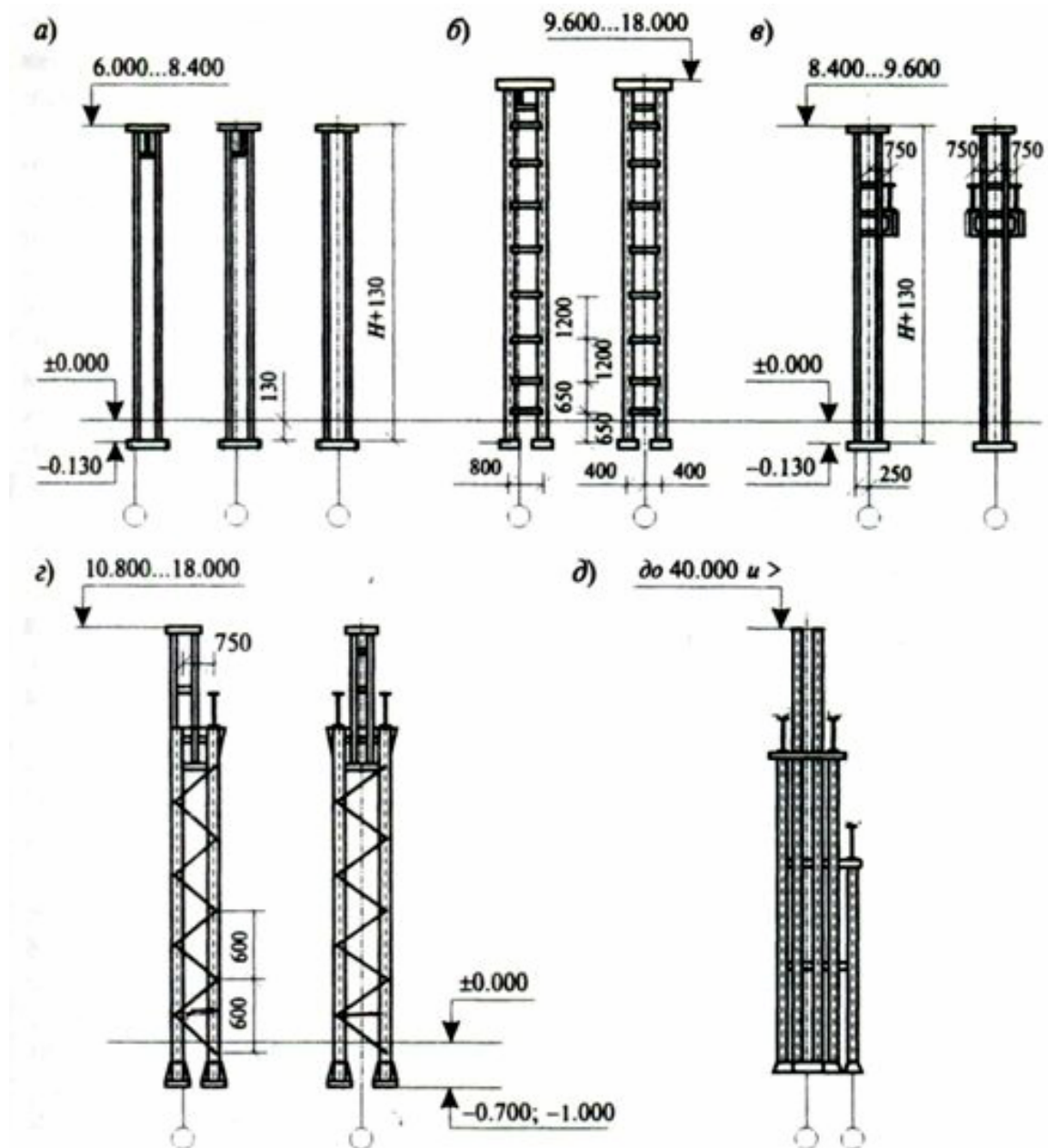


Рис. 10. Основные типы стальных колонн:  
 а – сплошного постоянного сечения для зданий без мостовых кранов;  
 б – то же, двухветвевое сечения;  
 в – сплошного сечения для зданий, оборудованных мостовыми кранами;  
 г – то же, двухветвевое переменного сечения;  
 д – то же, раздельного типа переменного сечения

Для бескрановых зданий высотой от 9,6 до 18,0 м (через 1,2 м) применяют двухветвевые колонны (рис. 10, б). Ветви колонн выполняют из двутавров от №20 до №70, соединяемых между собой безраскосной двухполостной решеткой из прокатных швеллеров. Расстояние между ветвями принято 800 мм. Каждая ветвь колонны имеет самостоятельные опорные плиты для соединения с фундаментом на отметке  $-0.130$ .

Колонны применяют в пролетах шириной от 18 до 36 м с шагом колонн по крайним и средним рядам 6 и 12 м с использованием привязки

«250». Колонны рассчитаны на применение в пролетах подвесных кранов грузоподъемностью до 5 т.

Для зданий, оборудованных опорными мостовыми кранами, разработаны конструкции стальных колонн сплошностенчатые постоянного сечения по высоте и колонны ступенчатого типа.

Сплошностенчатые колонны постоянного сечения из широкополочных двутавров (рис. 10, в) применяют в зданиях с пролетами шириной 18 и 24 м и высотой 8,4 и 9,6 м. Колонны для зданий высотой 8,4 м рассчитаны на применение мостовых кранов грузоподъемностью до 10 т включительно, а колонны для зданий высотой 9,6 м – до 20 т включительно.

Для опирания подкрановых балок с подкрановыми путями в колоннах предусмотрены сварные консоли из двутавров. Верхняя часть консолей имеет стандартные отметки: для зданий высотой 8,4 м и с шагом колонн 6 м + 5.540, а с шагом колонн 12 м + 5.140; для зданий высотой 9,6 м эти отметки соответственно составляют +6.040 и +5.640. Вынос (длина) консолей должен обеспечивать привязку оси сечения подкрановых балок к разбивочной оси равной 750 мм.

Сопряжение с фундаментами осуществляют посредством опорной плиты на отметке –0.130.

Колонны ступенчатого типа (рис. 10, г) состоят из двух частей: надкрановой и подкрановой двухветвевой решатчатой. Надкрановые части выполняют из сварных двутавров шириной 400 и 630 мм, ветви подкрановой части – из широкополочных двутавров с двухплоскостной решеткой из прокатных уголков. Расстояние между ветвями подкрановой части для крайних колонн может составлять 1000 и 1500 мм, для средних колонн – 1500 и 2000 мм.

Соединение каждой ветви с фундаментом осуществляют отдельно либо только через опорные плиты или с усилением их траверсами (см. рис. 11, е). Сопряжение производят ниже отметки уровня пола на 700...1000 мм.

Колонны ступенчатого типа рассчитаны на применение в зданиях с шириной пролетов от 18 до 36 м, высотой от 10,8 до 18 м (через 1,2 м) и с использованием мостовых кранов грузоподъемностью до 50 т. Шаг колонн крайних и средних рядов может быть 6 и 12 м в обоих случаях с использованием привязки «250».

Параметры надкрановых и подкрановых частей колонны принимают унифицированными согласно каталогу [8].

При нестандартных решениях пролетов (расположение кранов в два и более яруса, при больших высотах пролетов и др.) проектируют колонны раздельного типа (рис. 10, д). В таких случаях подкрановая часть колонн может состоять из нескольких ветвей в зависимости от количества ярусов для размещаемых кранов.

**Фундаменты под колонны** относятся к числу наиболее материалоемких элементов каркаса. Их устраивают в виде отдельных опор (рис. 11).

Конструкции и параметры фундаментов зависят от вида материалов и конструкции колонн, места расположения их в системе здания (по крайним и средним рядам, в местах деформационных швов и др.) и особенностей грунтов основания. Фундаменты под колонны преимущественно выполняются монолитными.

Фундаменты под железобетонные колонны состоят из подколонников с отверстиями (стаканами) для заделки колонн и ступенчатой плитной части (рис. 11, а).

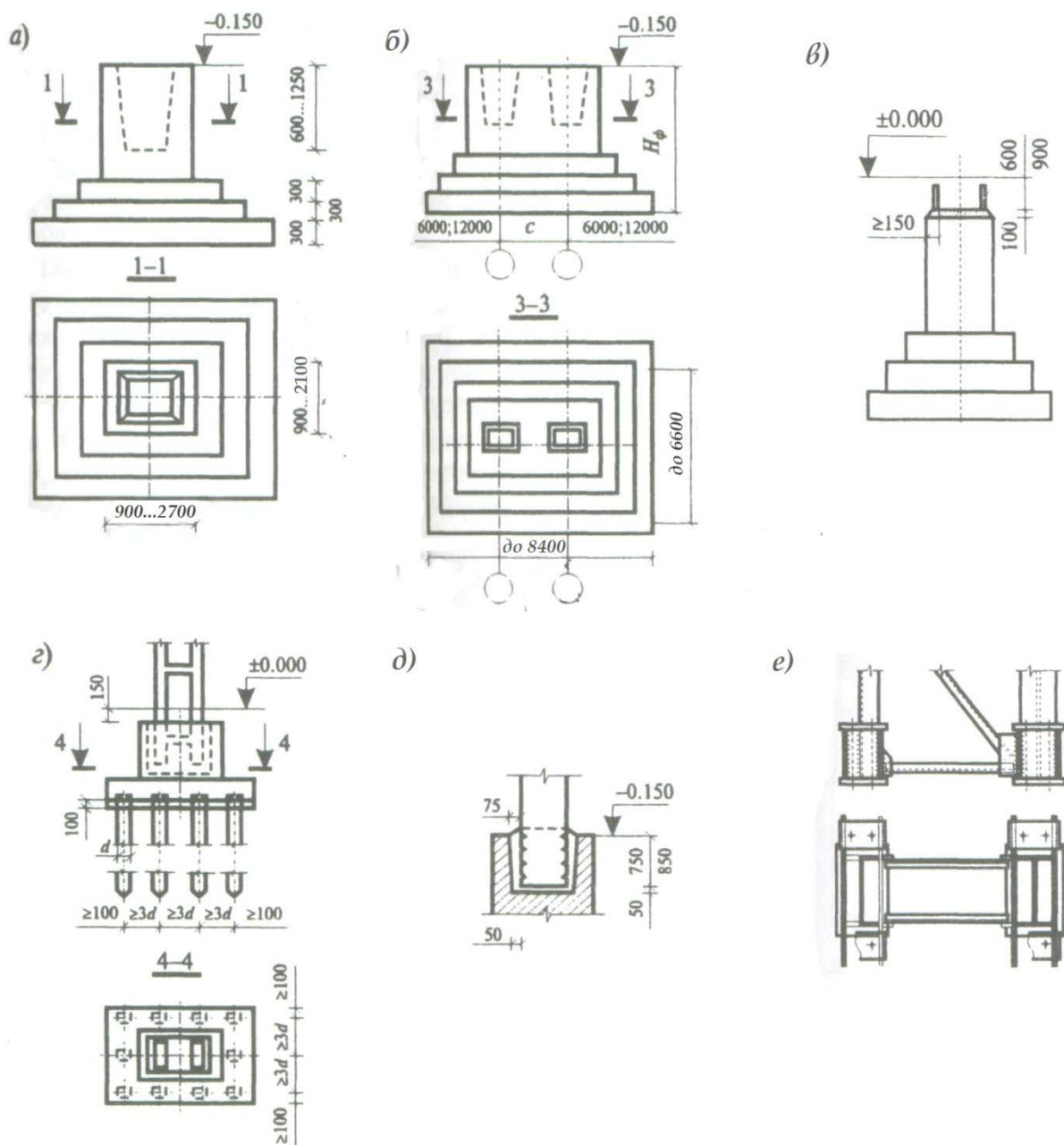


Рис. 11. Фундаменты под железобетонные колонны: а – монолитные под рядовые железобетонные колонны; б – то же в местах устройства деформационных швов; в – фундамент под стальную колонну; г – свайный под двухветвевую железобетонную колонну; д – заделка железобетонной колонны в фундаменте; е – база двухветвевой стальной колонны

Параметры подколонников (высота, размеры в плане) определяют размеры сечения колонн и глубина их заделки в фундамент. Размеры стаканов могут быть от 400×400 до 2000×600 мм и глубиной от 500 до 1200 мм. Стаканы под двухветвевые колонны выполняются общими под обе ветви колонны. Размеры подколонников в плане могут быть от 0,9×0,9 до 2,7×2,1 м; высота – от 0,9 до 1,5 м.

В местах устройства деформационных швов под спаренные колонны в подколонниках предусматривают два отдельных отверстия (рис. 11, б).

Фундаментные плиты имеют размеры подошвы от 1,5×1,5 м до 6,0×5,4 м и могут быть одно-, двух- и трехступенчатыми. Высоты первой и второй ступеней составляют 0,3 м, третьей – 0,3 и 0,6 м. Полная высота фундаментов может составлять от 1,5 до 4,2 м. Обязательным условием является выведение верха фундаментов на отметку –0.150, соответствующую уровню земли.

Под типовые решения все параметры фундаментов унифицированы, имеют марки согласно [5, том 1].

*Фундаменты под стальные колонны* проектируют по такому же принципу как и под железобетонные колонны, только без стаканов (рис. 11, в). В зависимости от решения базы колонн (с опорными плитами или плиты с траверсами) сопряжение осуществляют на отметках –0.130 или от –0.700 до –1.000. После закрепления базы с фундаментом (рис. 11, е) этот участок в последующем заделывают бетоном до отметки –0.150.

В отдельных случаях (наличие слабых грунтов, высокий уровень грунтовых вод и др.) эффективны фундаменты на сваях (рис. 11, г). В этом случае используют цельные забивные или буронабивные сваи различной длины и формы сечений, верх которых заделывают в ростверк на глубину не менее 150 мм.

В исключительных случаях, когда фундаменты в виде отдельных опор не обеспечивают необходимую прочность и устойчивость, под них устраивают сплошную фундаментную плиту.

**Фундаментные балки** выполняют функции ленточных фундаментов под наружные и внутренние стены и перегородки. Их выполняют сборными железобетонными, рассчитанными под различные конструкции стен: кирпичные, блочные, панельные самонесущие или навесные.

В зависимости от конструкции наружных стен и шага колонн балки могут иметь тавровое или трапециевидное сечение (рис. 12, а, б). Балки таврового сечения применяют при шаге колонн 6 м для кирпичных, блочных и панельных самонесущих конструкций стен толщиной до 500 мм. Балки трапециевидного сечения могут применяться при шаге колонн 6 и 12 м и различных конструкциях стен толщиной до 400 мм.



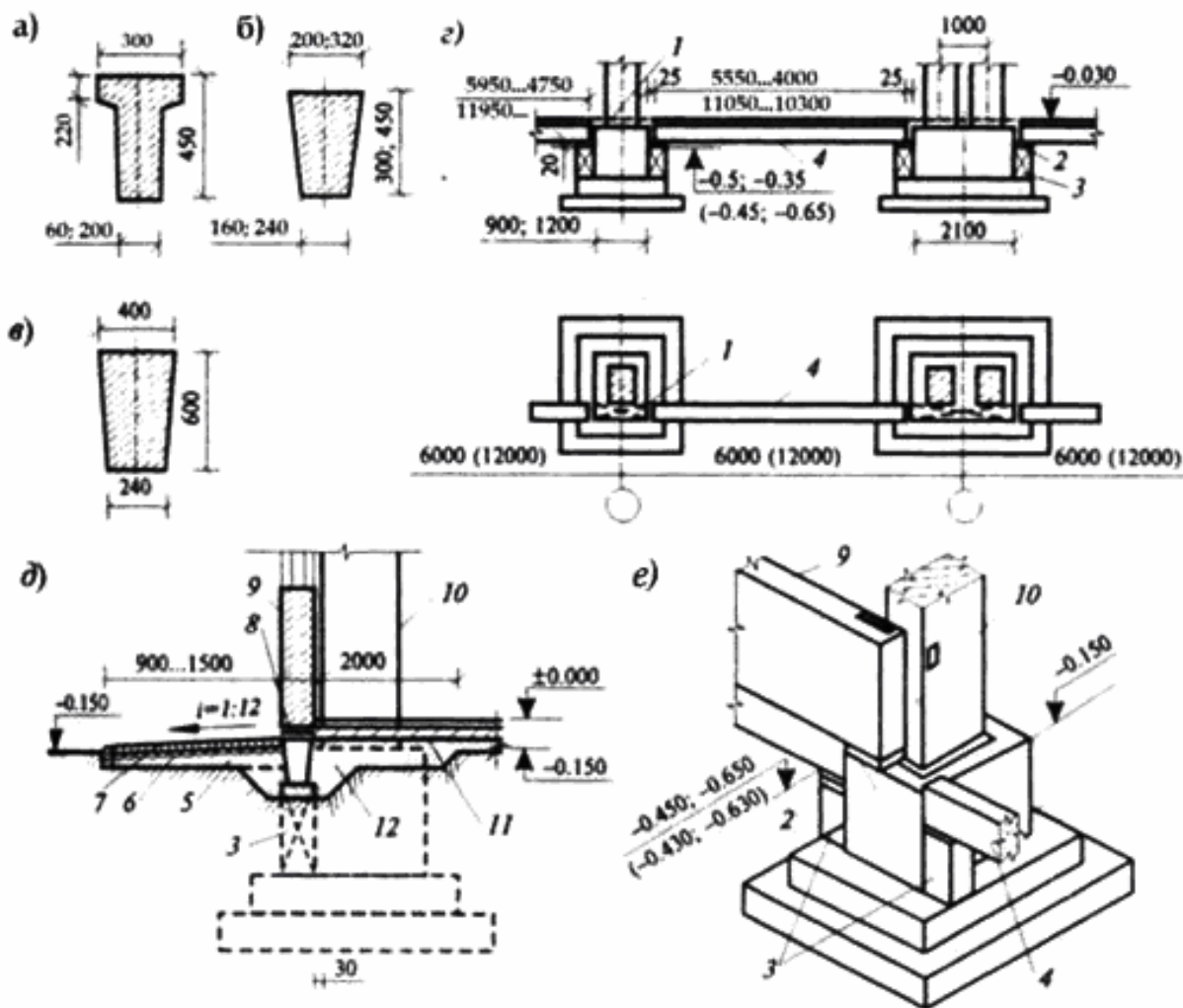


Рис. 12. Фундаментные балки:

- а – таврового сечения при шаге колонн 6 м;
- б – трапециевидного сечения при шаге колонн 6 м;
- в – то же при шаге 12 м; г – опирание балок;
- д, е – детали фундамента наружного ряда колонн;
- 1 – набетонка толщиной 12 см; 2 – слой раствора толщиной 20 мм;
- 3 – опорный столбик; 4 – фундаментная балка; 5 – песок;
- 6 – щебеночная подготовка (13–15 см); 7 – асфальт (1,5–2 см);
- 8 – гидроизоляция; 9 – стеновая панель; 10 – колонна;
- 11 – подстилающий слой; 12 – шлак, керамзит

Фундаментные балки опирают на бетонные столбики (приливы) в пределах подколонников с таким условием, чтобы их верх был на 30 мм ниже уровня пола (отметка – 0.030). На этом уровне устраивают гидроизоляцию из слоев рулонного материала на мастике.

Длина фундаментных балок согласуется с шагом колонн, размерами подколонника и местами укладки (в углах, рядовые, у деформационных швов и др.) [5, том 1].

Для предохранения балок от деформации при пучении грунтов вокруг них (снизу и боков) делают подсыпку из крупнозернистого песка, щебня, керамзита и др. Ширина таких подсыпок может составлять 1...2 м. По пе-

риметру здания должна быть обязательно предусмотрена отмостка из бетона или асфальта шириной 0,9–1,5 м с уклоном от стены не менее 1:12 (рис. 12, г).

**Несущие конструкции покрытий.** Они могут состоять только из стропильных или из стропильных и подстропильных конструкций. Первый вариант используют при равном шаге колонн в крайних и средних рядах пролетов (см. рис. 2, а), второй – при шаге колонн по среднему ряду больше чем по наружному (см.рис. 2, б). При втором варианте часть несущих конструкций покрытия в направлении пролета (стропильные конструкции) опирают на колонны наружного и среднего ряда, другую часть – на колонны наружного ряда и конструкции в направлении шага колонн по среднему ряду (подстропильные конструкции).

Стропильные и подстропильные конструкции выполняют в форме балок и ферм из железобетона и металла.

*Железобетонные балки* применяют при устройстве односкатных, многоскатных и плоских покрытий зданий с пролетами от 6 до 18 м (рис. 13).

Для односкатных и плоских покрытий пролетом 6 м могут быть использованы балки таврового сечения (рис. 13, а), а для покрытий пролетом 9 и 12 м – двутаврового сечения (рис. 13, б). Балки на опорах имеют прямоугольное сечение высотой кратной модулю 300 мм (600 и 900 мм).

Для скатных покрытий разработаны балки двутаврового сечения и решетчатого типа.

Балки двутаврового сечения с уклоном верхнего пояса 5 % предназначены для покрытий 18 м (рис. 13, в). Они могут быть установлены с шагом 6 и 12 м, допускают устройство фонарей и использование подвесного подъемно-транспортного оборудования грузоподъемностью до 5 т.

В целях упрощения изготовления балок разработаны решетчатые балки постоянного сечения с отверстиями (рис. 13, г). Их используют для покрытий пролетов 12 и 18 м, устанавливая с шагом только 6 м. По сравнению с двускатными балками двутаврового сечения они менее устойчивы и требуют несколько большего расхода бетона на их изготовление.

Все виды стропильных балок могут быть использованы в сочетании с подстропильными балками (рис. 13, д). Подстропильные балки длиной 12 м имеют на опорах и в местах опирания стропильных балок прямоугольное сечение высотой 600 мм, в остальных – тавровое. Крепление стропильных балок к колоннам осуществляют путем сварки стальных пластин в балках и колоннах (рис. 13, е, ж), а к подстропильным балкам – сваркой закладных деталей в обеих балках (рис. 13, з).

Типовые решения железобетонных балок принимают согласно [5, том 2].

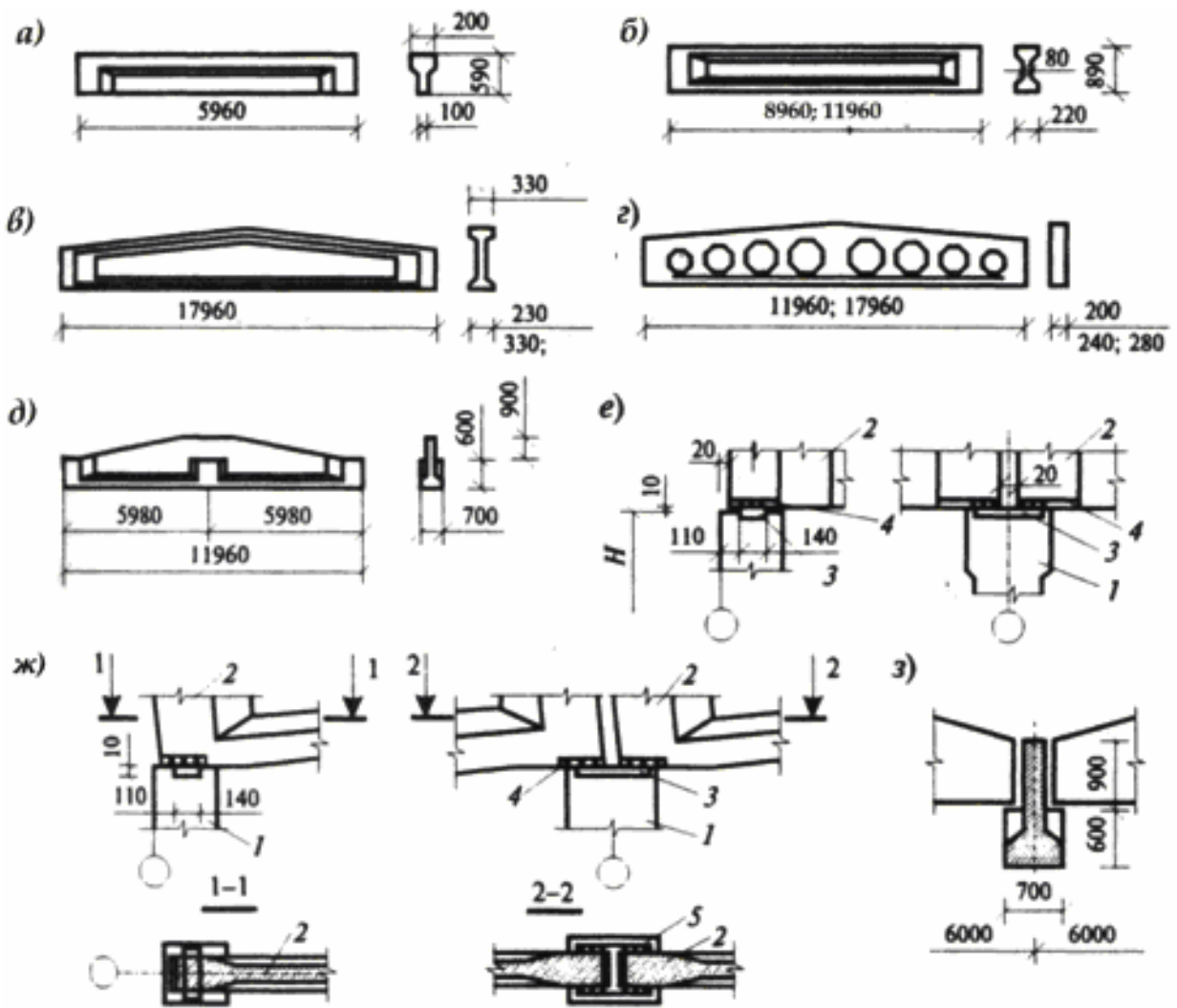


Рис. 13. Железобетонные балки покрытий:  
а – стропильные пролетом 6 м для покрытий с плоской кровлей;  
б – то же пролетом 9 и 12 м для покрытий с плоской и скатной кровлей;  
в – пролетом 18 м для скатных кровель;  
г – то же решетчатого типа пролетом 12 и 18 м;  
д – подстропильная балка длиной 12 м для скатных и плоских кровель;  
е – крепление к колоннам стропильных балок пролетом 6, 9 и 12 м;  
ж – то же при скатной кровле;  
з – опирание стропильных балок на подстропильную;  
1 – колонна; 2 – стропильная балка; 3 – стальная пластина в колонне;  
4 – то же в стропильной балке; 5 – монтажная сварка

*Железобетонные фермы.* По сравнению с балками имеют меньшую массу, вследствие чего могут перекрывать большие пролеты.

Стропильные железобетонные фермы наиболее эффективны при пролетах 18 и 24 м. Их можно применять для скатных, малоуклонных и плоских покрытий в отапливаемых и неотапливаемых зданиях, в условиях с повышенной агрессивной средой, низких температур (до  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) и различными снеговыми покровами.

В отапливаемых зданиях наибольшее распространение получили фермы сегментного и безраскосного (арочного) очертания и фермы с параллельными поясами.

Сегментные фермы (рис. 14, а) применяют для скатных покрытий с уклоном до 25 %. Они допускают устройство светоаэрационных фонарей и подвесного подъемно-транспортного оборудования грузоподъемностью до 5 т с использованием в покрытии сборных железобетонных плит размером 3×6 и 3×12 м. Их можно устанавливать с шагом 6 и 12 м.

Безраскосные фермы (рис. 14, б) по сравнению с сегментными имеют более простое конструктивное решение. Их можно применять для скатных и малоуклонных покрытий. Во втором случае над стойками решетки ферм и в опорных частях предусматривают дополнительные стойки для опирания на них железобетонных плит покрытия шириной 3 м. Безраскосные фермы позволяют лучше использовать межферменное пространство для прокладки трубопроводов и других коммуникационных инженерных систем, допускают применение подвесного кранового оборудования грузоподъемностью до 5 т.

Фермы с параллельными поясами (рис. 14, в) особо эффективны для некоторых производств (текстильная промышленность, полиграфия и др.). Их постоянная конструктивная высота способствует использованию межферменного пространства в качестве технических этажей. При таких фермах можно создавать плоские и малоуклонные покрытия (до 1,5 %).

В неотапливаемых зданиях с уклоном покрытия 1:4 и с наружным водоотводом применяют треугольные фермы пролетом 6, 9, 12 и 18 м (рис. 14, г).

Для вариантов малоуклонных и скатных покрытий разработаны подстропильные железобетонные фермы (рис. 14, д, е). С их использованием создаются покрытия с шагом стропильных ферм 6 м.

Типовые решения железобетонных стропильных и подстропильных ферм даны в [14, том 3].

*Стальные фермы*, как и железобетонные, могут выполнять стропильные и подстропильные функции.

Стропильные фермы в зависимости от действующих на них нагрузок и условий эксплуатации могут иметь различные геометрические формы и построение решеток и способны перекрывать пролеты от 18 до 54 м и более.

В зданиях массового строительства наибольшее применение получили фермы с параллельными поясами пролетом от 18 до 36 м. Такие фермы могут быть выполнены из разнополочных парных уголков, широкополочных тавров и двутавров (рис. 15, а). Из тавров и двутавров выполняют верхние и нижние пояса, а элементы решетки – из уголков. Фермы выполняют из отдельных (отправочных) частей, из которых в процессе монтажа каркаса формируют цельные. В зависимости от размера пролета фермы могут состоять из двух или трех отправочных частей длиной по 6 и 12 м каждая.

Фермы рассчитаны на применение в покрытиях с уклоном 1,5 % из железобетонных плит или по прогонам с использованием более легких плит. Их можно устанавливать с шагом 6 и 12 м.

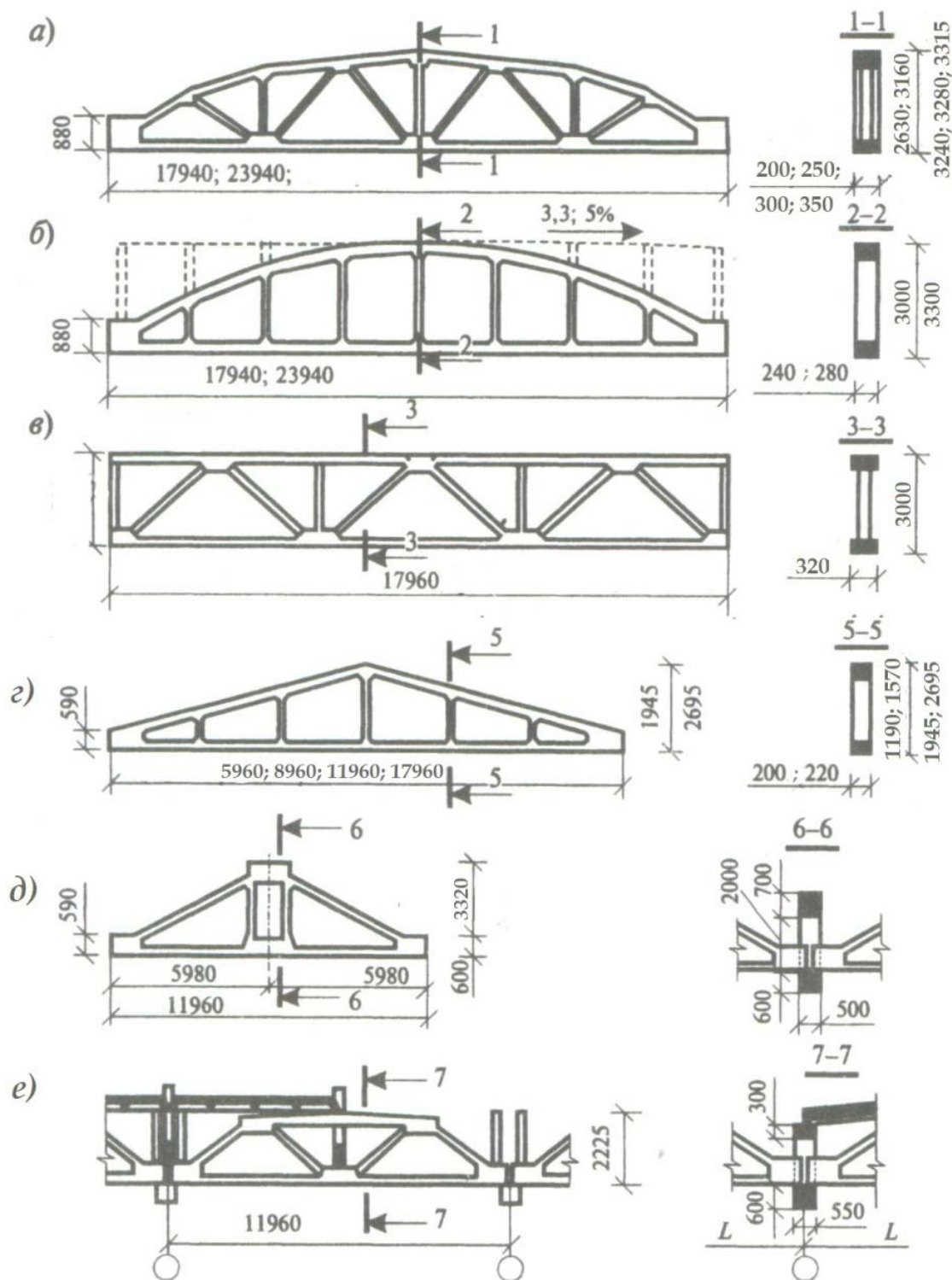


Рис. 14. Железобетонные фермы:  
 а – сегментные; б – безраскосные; в – с параллельными поясами;  
 г – треугольные; д – подстропильные для малоуклонных кровель;  
 е – то же для скатных кровель (в установленном положении)

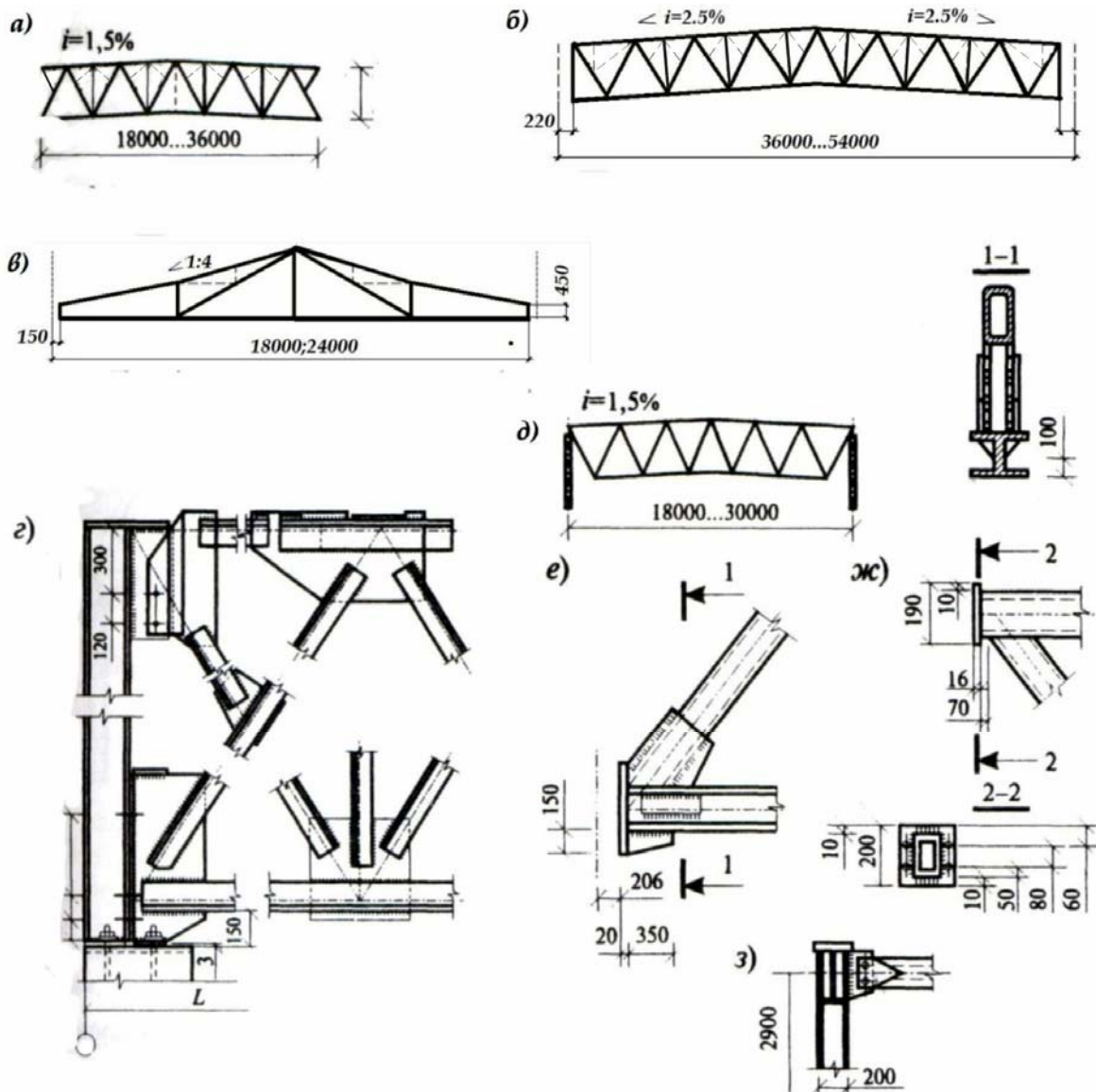


Рис. 15. Стальные стропильные фермы:  
а – фермы с параллельными поясами для пролетов от 18 до 36 м;  
б – то же для пролетов от 36 до 54 м; в – треугольная;  
г – узлы ферм с параллельными поясами из уголков;  
д – фермы из труб (общий вид);  
е – узлы ферм из труб и поясами из широкополочных двутавров;  
ж – то же из гнутосварных профилей прямоугольного сечения;  
з – то же из круглых труб

Фермы для пролетов от 36 до 54 м (через 3 м) выполняют также с параллельными поясами (рис. 15, б). Пояса формируют из широкополочных двутавров, а решетку – из гнутозамкнутых сварных прямоугольных профилей. Они рассчитаны на покрытия с уклоном 2,5 % по прогонам с использованием стального профилированного настила. Их устанавливают с шагом 12 м.

Для неотапливаемых бесфонарных зданий с номинальными высотами от 6 до 13,2 м и пролетами 18 и 24 м разработаны треугольные фермы (рис. 15, в). Верхние пояса ферм выполняют из широкополочных двутавров; нижние пояса и элементы решетки – из парных уголков. Фермы устанавли-

ливают с шагом 6 м. В однопролетных зданиях к ним допускаются подвесные краны грузоподъемностью до 5 т.

По сравнению с фермами из уголков, тавров и двутавров (рис. 15, г) менее материалоемкими являются фермы из круглых и прямоугольных труб (рис. 15, д). Их выполняют с параллельными поясами с треугольной решеткой пролетами от 18 до 30 м. Сопряжение с колоннами и подстропильными фермами производят в уровне верхнего пояса ферм. Снижение материалоемкости в таких фермах достигается за счет бесфасоночного соединения элементов решетки в узлах (рис. 15, е–з). Фермы из профилей прямоугольного и трубчатого сечения рассчитаны на применение в бесфонарных зданиях с использованием легких покрытий по прогонам.

Все виды стропильных ферм могут быть установлены в сочетании со стальными подстропильными фермами, которые выполняют с параллельными поясами из уголков, широкополочных тавров и труб прямоугольного или трубчатого сечения (рис. 16). Длина подстропильных ферм может составлять от 12 до 24 м в зависимости от шага колонн.

Типовые решения стальных стропильных и подстропильных ферм даны в [8].

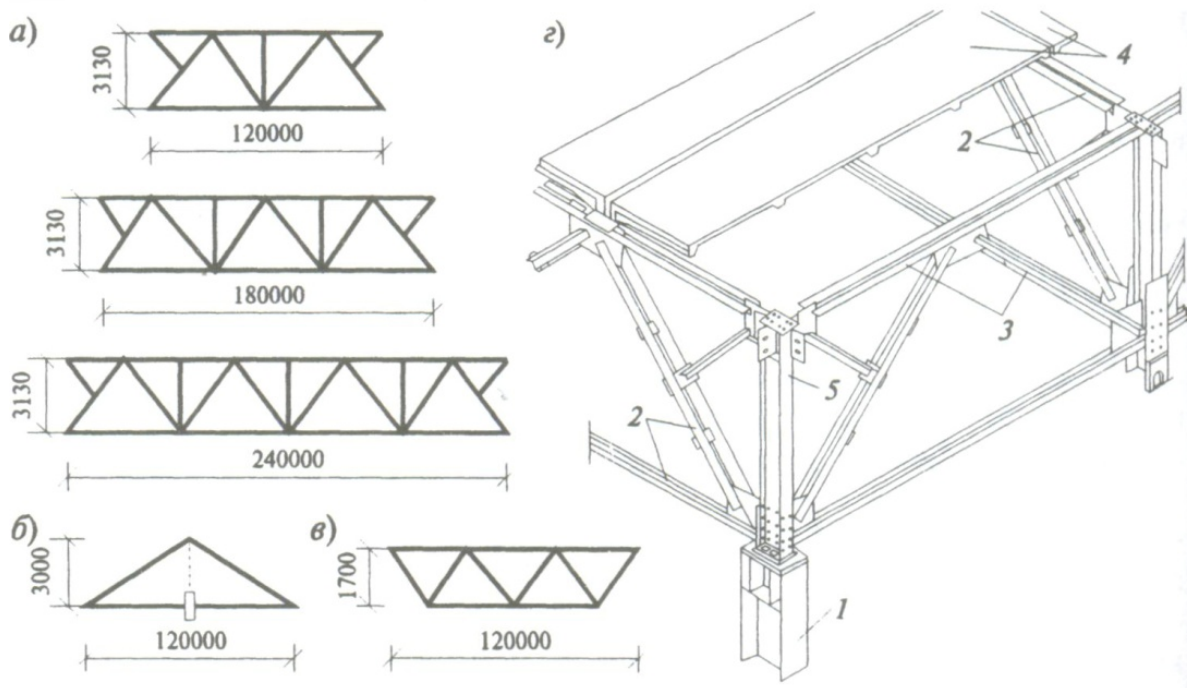


Рис. 16. Стальные подстропильные фермы:  
 а – для стропильных ферм из горячекатаных уголков;  
 б – для ферм из широкополочных двутавров и труб;  
 в – то же из гнутосварных профилей прямоугольного сечения;  
 г – конструкция покрытия с применением стропильной и подстропильной ферм и железобетонных плит (фрагмент);  
 1 – колонна; 2 – стропильная ферма; 3 – подстропильная ферма;  
 4 – плита покрытия; 5 – надопорная стойка (двутавр №40)

**Подкрановые балки** включаются в состав каркасов зданий, оборудованных опорными мостовыми кранами. Совместно с рельсами они образуют пути движения кранов.

Подкрановые балки отличают сложные условия работы и эксплуатации. Они воспринимают вертикальные и горизонтальные нагрузки от кранов различной грузоподъемности, характер работы которых связан с вибрациями при их движении.

Подкрановые балки выполняют из железобетона и стали.

*Железобетонные подкрановые балки* применяют в отапливаемых и неотапливаемых зданиях с железобетонным каркасом пролетами 18, 24 и 30 м, оборудованных мостовыми кранами легкого и среднего режимов работы грузоподъемностью до 32 т, а также в эстакадах, расположенных на открытом воздухе. Длина подкрановых балок согласуется с шагом колонн по крайним и средним рядам и составляет 5950 и 11950 мм. Сечение балок пролетом 6 м выполняют тавровым, при пролетах 12 м – двутавровым. На опорах оба вида балок делают прямоугольного сечения (рис. 17, а, б).

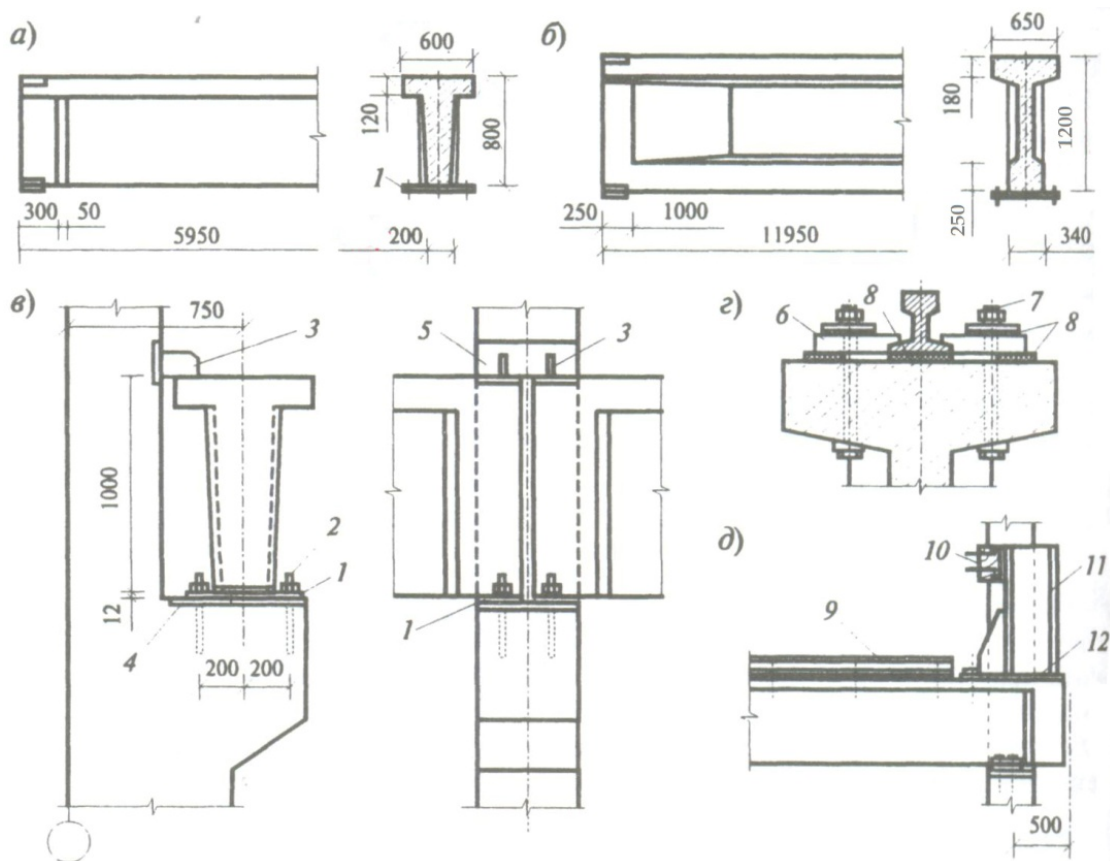


Рис. 17. Железобетонные подкрановые балки:

а – при шаге колонн 6 м; б – то же 12 м; в – крепление балок к колоннам;

г – крепление кранового рельса к балке;

д – устройство упора для мостового крана;

1 – опорный стальной лист (160×12×500 мм); 2 – анкерный болт;

3 – стальная пластинка; 4, 5 – закладные элементы колонны;

6 – стальная лапка; 7 – болт; 8 – упругие прокладки толщиной 8 мм;

9 – крановый рельс; 10 – деревянный брус 200×280×360 мм;

11 – швеллер №45 длиной 1228 мм; 12 – стальная пластина 12×300×970 мм



К колоннам балки крепят через опорный стальной лист анкерными болтами и поверху стальными листами (рис. 17, в). Рельсы с подкрановыми балками соединяют парными стальными лапками, располагаемыми через 750 мм (рис. 17, г). Во избежание ударов кранов о колонны торцового фахверка здания на концах подкрановых балок устраивают стальные упоры с амортизаторами из деревянного бруса (рис. 17, д).

Типовые решения железобетонных подкрановых балок представлены в [5, том 2].

*Стальные подкрановые балки* по сравнению с железобетонными менее массивны, выносливы и долговечны. Их применяют в зданиях с мостовыми опорными кранами грузоподъемностью от 5 до 320 т.

В зданиях с пролетами до 18 м, высотой не более 9,6 м, с шагом стальных и железобетонных колонн 6 м при наличии мостовых кранов грузоподъемностью до 5 т подкрановые балки выполняют из прокатных широкополочных двутавров от №35 до №50. В торцах балок в местах опирания на колонны предусматривают опорные ребра (рис. 18, а).

В зданиях, оборудованных кранами повышенной грузоподъемности (более 32 т), применяют сварные балки двутаврового сечения длиной 6 и 12 м (рис. 18, б). Для обеспечения жесткости балки усиливают поперечными ребрами с шагом 1500 мм. Высоту таких балок и размеры полок и стенок принимают в зависимости от грузоподъемности кранов, режимов их работы и шага колонн [8]. При пролетах балок 6 м они могут иметь высоту от 500 до 900 мм, при пролетах 12 м – от 900 до 1300 мм; ширина верхних полок 320 и 400 мм, нижних полок – от 200 до 320 мм.

Балки пролетом 18 м как неразрезные (при шаге колонн 6 м) и разрезные (при шаге колонн 18 м) применяют в зданиях с мостовыми кранами от 50 до 320 т. Помимо поперечных ребер жесткости их усиливают продольными (рис. 18, в).

Подкрановые балки опирают на консоли колонн. При железобетонных колоннах балки опирают через подставку на болтах, соединяемую с колонной анкерными болтами. Поверху балка соединяется с колонной крепежными планками и уголками (рис. 18, г).

К стальным колоннам подкрановые балки крепят на болтах, а верхнюю часть – планками или посредством тормозных балок (рис. 18, д). Последние применяют при кранах большой грузоподъемности и тяжелых режимах работы (более 50 т) и необходимости устройства проходов вдоль путей.

Крепление рельсов к подкрановым балкам осуществляют посредством крюков или лапок (рис. 18, е). Расстояние между парами крюков и лапок по длине путей принимают 750 мм.

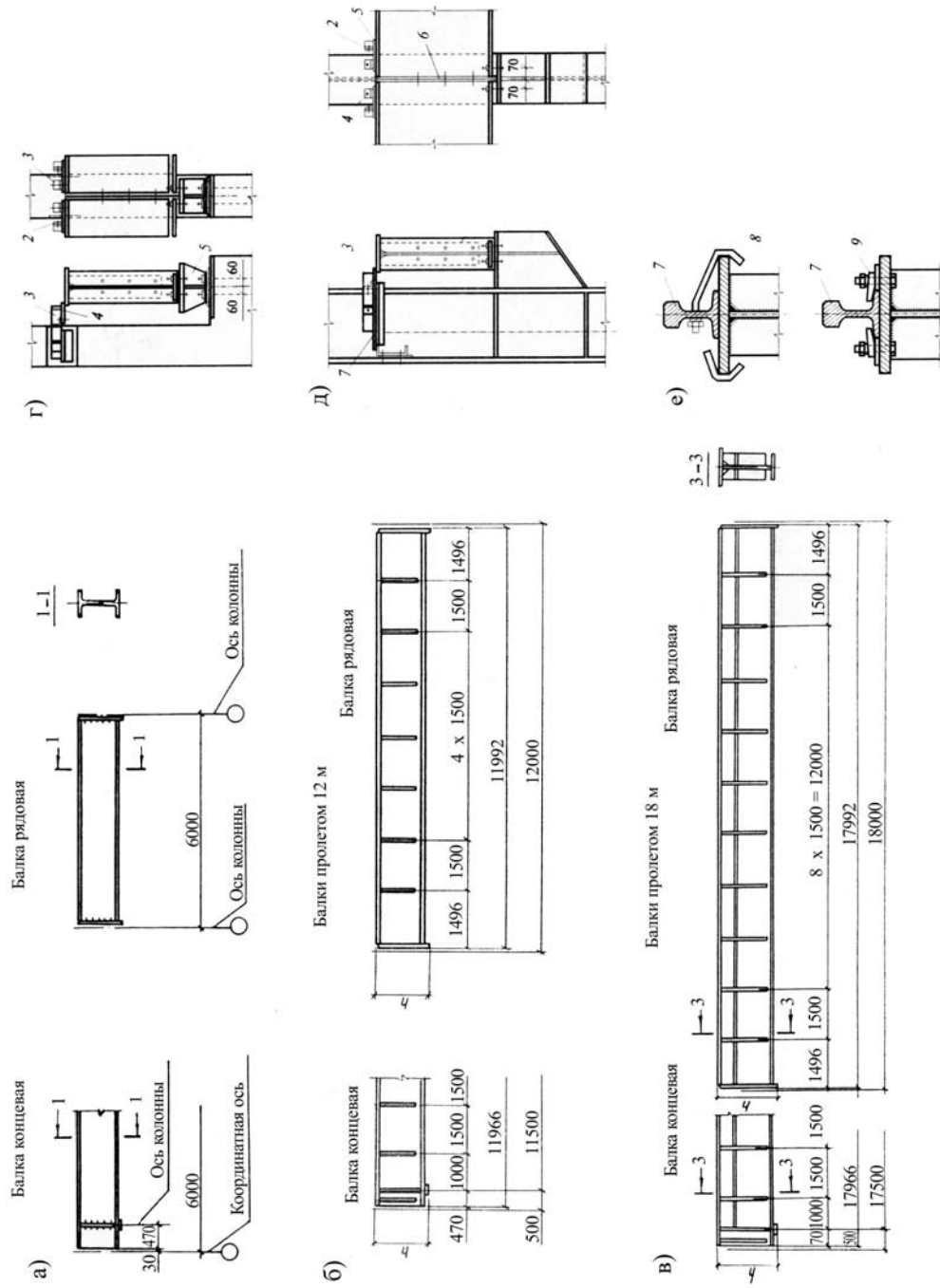


Рис. 18. Стальные подкрановые балки.

а – из прокатных широкополочных двутавров пролетом 6 м; б – сварные двутаврового сечения пролетом 12 м; в – то же пролетом 18 м; г – сварные двутавровые пролетом 6 м; б – сварные двутаврового сечения пролетом 12 м; д – то же пролетом 18 м; г – сварные двутаврового сечения пролетом 12 м; е – сварные двутаврового сечения пролетом 18 м; ж – сварные двутаврового сечения пролетом 12 м; з – сварные двутаврового сечения пролетом 18 м.

1 – опорные ребра; 2 – продольные и поперечные ребра; 3 – крепежные ребра; 4 – упорный уголок; 5 – подставка; 6 – болты; 7 – рельс; 8 – стальная крюк; 9 – лапка

В зданиях, оборудованных подвесным транспортом (кран-балками), в качестве крановых путей используют подвесные балки.

*Подвесные балки* выполняют в форме стальных сварных двутавров длиной на шаг стропильных ферм, равный 6 м или 12 м. Они рассчитаны на применение подвесных кранов грузоподъемностью до 10 т.

Крепление подвесных балок к стропильным конструкциям целесообразнее производить в узлах железобетонных и стальных ферм (рис. 19, а, б). При внеузловой подвеске балок нижние пояса ферм в местах крепления усиливают металлическими подвесками или перекидными балками (рис. 19, в).

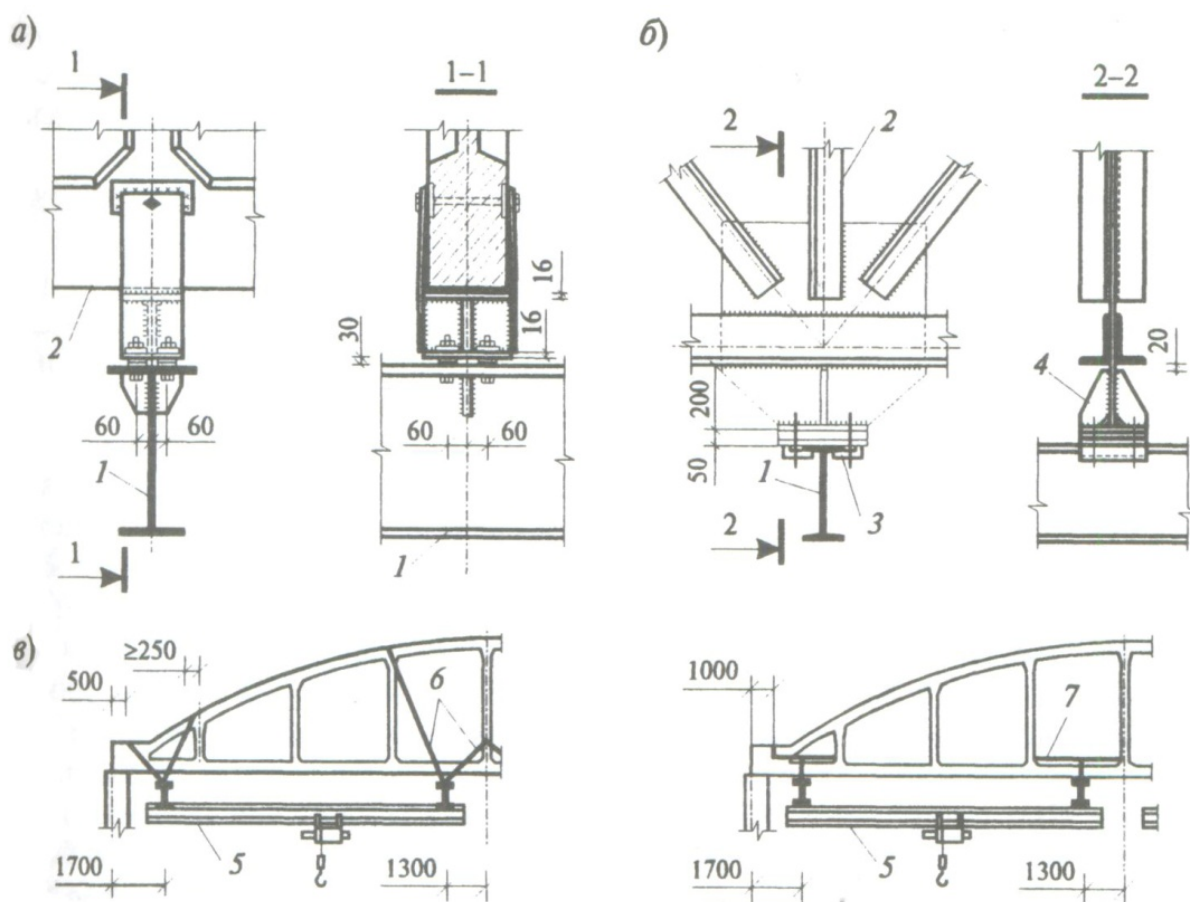


Рис. 19. Способы крепления подвесных путей к стропильным конструкциям:  
 а – к железобетонной балке; б – к стальной ферме;  
 в – схема подвески кранов с помощью гибких подвесок и перекидных балок;  
 1 – балка подвесного пути; 2 – стропильные конструкции;  
 3 – лапки; 4 – ребро толщиной 10 мм; 5 – несущая балка подвесного крана;  
 6 – гибкие подвески из уголков; 7 – перекидные балки из швеллеров

**Обвязочные балки** предназначены для восприятия нагрузок от отдельных участков самонесущих наружных и внутренних стен, а также в местах перепада высот смежных пролетов. Они могут быть и в качестве перемычек над проемами. Балки выполняют длиной 5950 мм прямоугольного сечения со сторонами 585 мм (высота) и 200, 250 и 380 мм (ширина).

Балки укладывают на стальные опорные столики-консоли и крепят к колоннам стальными планками (рис. 20).

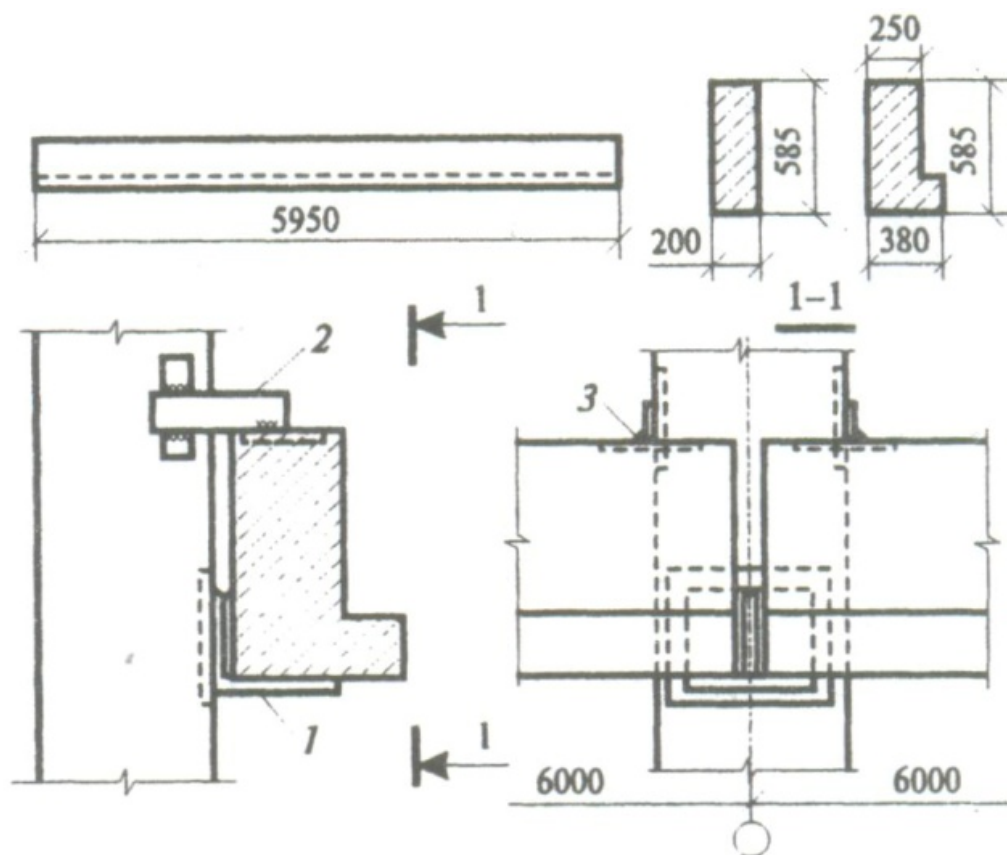


Рис. 20. Обвязочные балки и крепление их к колоннам:  
1 – стальной опорный столик; 2 – стальная планка; 3 – сварка

**Связи.** Для повышения пространственной устойчивости одноэтажных зданий предусматривают систему вертикальных и горизонтальных связей, размещаемых между колоннами и в покрытии.

*Вертикальные связи при железобетонных колоннах* предусматривают в зданиях высотой от 8,4 м и выше с размерами пролетов от 18 до 36 м и более. Их располагают в середине температурных блоков в каждом ряду колонн (рис. 21, а).

При шаге колонн 6 м по верху всех колонн дополнительно устанавливают горизонтальные распорки. В зданиях, оборудованных мостовыми кранами, связи устанавливают в подкрановой части.

При шаге колонн крайних и средних рядов 6 м вертикальные связи в подкрановой части выполняют крестового типа; а при шаге колонн крайних и средних рядов 12 м – порталного типа.

Горизонтальные связи по верху железобетонных колонн (распорки) устанавливают в местах вертикальных связей в виде стальных балок или фермочек высотой 400 и 600 мм.

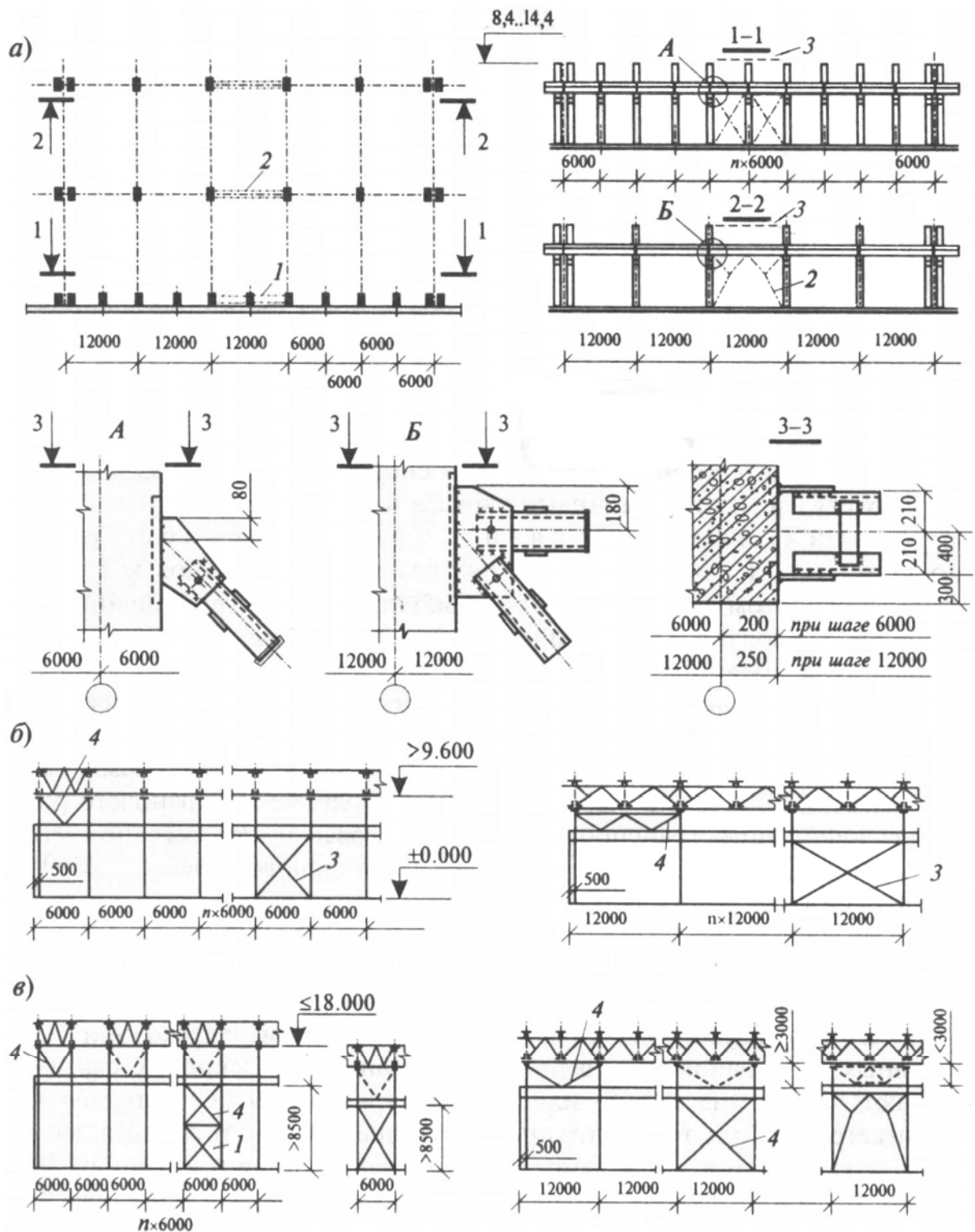


Рис. 21. Связи между колоннами:

- а – связи между железобетонными колоннами;
- б – то же между стальными колоннами постоянного сечения;
- в – то же при колоннах переменного сечения;

- 1 – связи крестового типа в подкрановой части крайних колонн с шагом 6 м;
- 2 – тоже порталного типа для колонн среднего ряда с шагом 12 м;
- 3 – горизонтальные связи по верху железобетонных колонн;
- 4 – вертикальные связи в надкрановой части стальных колонн

Вертикальные связи при стальных колоннах в зданиях высотой более 9,6 м предусматривают в виде основных (подкрановые) и верхних в надкрановой части (рис. 21, б, в). Верхние связи устанавливают по краям температурного отсека и в местах основных связей в подкрановой части колонн, т. е. посередине температурного блока или здания. В зависимости от высоты здания, грузоподъемности мостовых кранов и размеров пролетов верхние связи могут быть в пределах температурного отсека установлены через 1 – 2 шага колонн.

Конструктивно связи выполняют из спаренных уголков, широкополочных тавров, электросварных труб и замкнутых гнутосварных прямоугольных профилей, из которых два последних профиля являются предпочтительными. Связи устраивают в пределах плоскости сечения колонн (посередине длины сечения колонны).

*Связи в покрытии* решают в зависимости от материала элементов покрытия, типа покрытия (только стропильные системы или (сочетание их с подстропильными), видов элементов покрытия (балки, фермы, железобетонные плиты покрытия, покрытия по прогонам), грузоподъемности и режимов работы кранов.

Вертикальные связи между железобетонными стропильными конструкциями ставят только в покрытиях с плоской кровлей. В зданиях без подстропильных конструкций такие связи размещают в каждом ряду колонн, а с подстропильными конструкциями – только в крайних рядах колонн при шаге 6 м.

Между опорами ферм или балок вертикальные связи устанавливают не чаще, чем через один шаг колонн. В местах отсутствия вертикальных связей ставят распорки, располагаемые по верху колонн (рис. 22, а).

При наличии по среднему ряду железобетонных подстропильных конструкций предусматривают только горизонтальные связи по верхнему поясу стропильных ферм в торцах температурных отсеков в виде распорок (рис. 22, б).

При наличии мостовых кранов и при шаге колонн крайних и средних рядов 12 м вместо распорок по верхнему поясу ферм применяют горизонтальные связевые фермы по их нижнему поясу в торцах температурных отсеков (рис. 22, в). В зданиях с мостовыми кранами тяжелого режима работы устанавливают распорки (тяжи) и в середине температурного отсека.

В покрытиях из крупноразмерных железобетонных плит функции горизонтальных связей выполняют плиты.

В покрытиях из стальных ферм предусматривают горизонтальные связи в плоскостях верхних и нижних поясов, а вертикальные связи устанавливают по такому же принципу, как и при железобетонных стропильных фермах (рис. 23).

При наличии в пролетах фонарей в торцах фонарных проемов устанавливают вертикальные крестовые связи, а в пределах длины проемов – распорки по коньку.

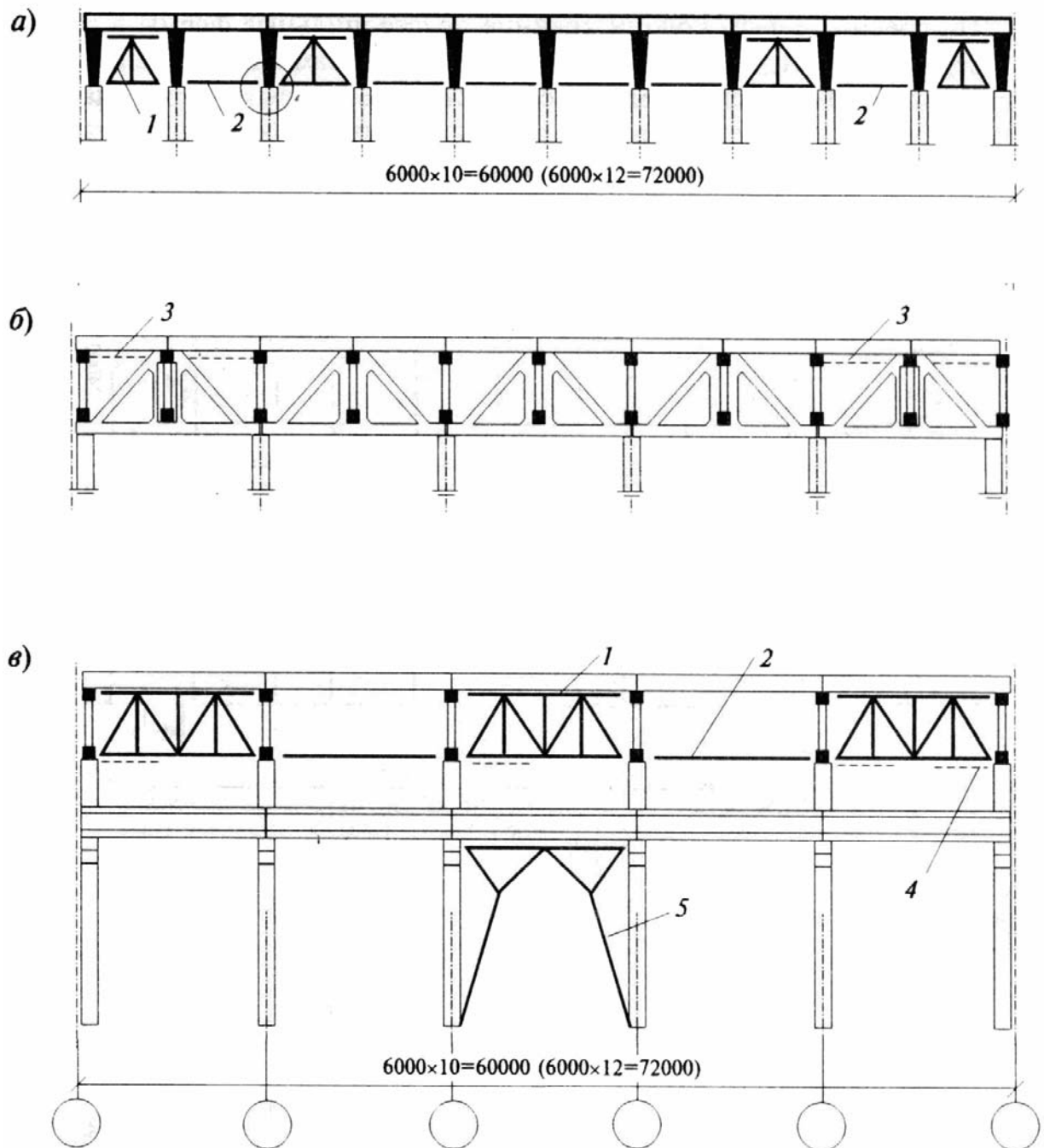


Рис. 22. Связи в покрытиях при железобетонных стропильных конструкциях:  
 а – при шаге 6 м в бескрановых зданиях без подстропильных конструкций;  
 б – то же с подстропильными конструкциями;  
 в – при шаге 12 м в зданиях с мостовыми кранами;  
 1 – вертикальная связь по фермам; 2 – распорка;  
 3 – горизонтальная распорка по подстропильным фермам;  
 4 – горизонтальная ферма в торцах; 5 – связь по колоннам

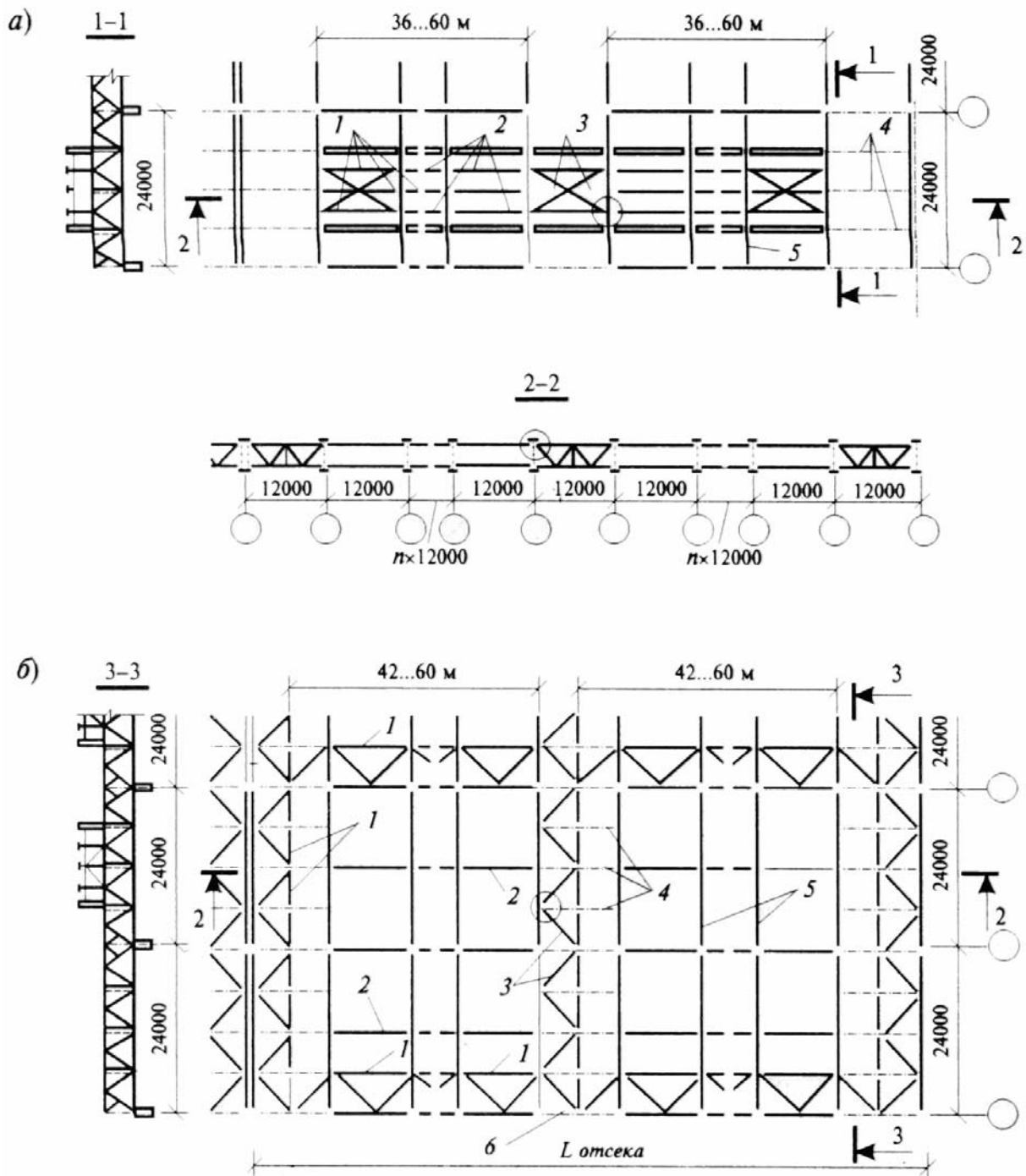


Рис. 23. Связи в покрытиях со стальными фермами:  
а – по верхним поясам стропильных ферм;  
б – то же по нижним;  
1 – распорки; 2 – растяжки; 3 – раскосы;  
4 – вертикальные связи;  
5 – стропильные фермы;  
6 – связевые фермы



## Контрольные вопросы

1. Какие нагрузки и воздействия испытывает производственное здание в процессе эксплуатации.
2. Конструктивные схемы одноэтажных зданий.
3. Элементы каркаса. Материалы каркасов. Оптимальная область применения железобетонных, стальных и смешанных каркасов.
4. Колонны из железобетона и стали.
5. Фундаменты под колонны: рядовые, у температурных и усадочных швов.
6. Железобетонные балки и фермы: стропильные и подстропильные. Их виды и область применения.
7. Стальные фермы: стропильные и подстропильные. Их виды.
8. Железобетонные и стальные подкрановые балки. Их область применения. Детали крепления к колоннам.
9. Фундаментные балки, их виды и способы размещения.
10. Назначение связей в каркасах.

### 3. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

**Конструктивные схемы.** В массовом строительстве многоэтажных зданий преимущественное применение имеют здания с полным каркасом и самонесущими или ненесущими стенами.

Многоэтажные каркасные здания проектируют по рамной, связевой и рамно-связевой системам, обеспечивающим пространственную жесткость каркаса.

При рамной системе все вертикальные и горизонтальные нагрузки воспринимают поперечные рамы, в которых все соединения элементов принимают жесткими. Такие системы используют в тех случаях, когда по технологическим соображениям нецелесообразно устройство поперечных диафрагм жесткости (поперечные стены).

Связевая система предполагает восприятие горизонтальных нагрузок междуэтажными перекрытиями с передачей их на жесткие поперечные вертикальные связи (лестничные клетки, лифтовые шахты, поперечные стены). При связевой системе соединения элементов каркаса производят шарнирно, что упрощает монтаж каркаса. Однако шарнирные соединения предполагают больший расход стали, чем жесткие соединения.

Наибольшее применение получила рамно-связевая система, которая представляет собой комбинацию рамных и связевых систем. В таких системах вертикальные нагрузки воспринимают поперечные рамы с жесткими узлами, а горизонтальные нагрузки – поперечные вертикальные связи. По сравнению с другими системами при всех прочих равных условиях рамно-связевая система оказывается более экономичной. С использованием этой системы проектируют здания повышенной этажности (более 5 этажей).

Поперечные рамы образуют колонны, жестко заделанные в фундаменты, ригели перекрытий и покрытий, которые совместно с плитами перекрытий образуют пространственную систему. Для обеспечения необходимой пространственной жесткости и устойчивости зданий дополнительно используют вертикальные связи, располагаемые в середине температурных отсеков (рис. 24).

Колонны и ригели рам в зависимости от объемно-планировочного решения здания, нагрузок на перекрытия и условий эксплуатации могут быть выполнены из железобетона и металла.

**Каркасы из железобетона.** Для зданий с сеткой колонн  $6 \times 6$  м и  $9 \times 6$  м с нагрузками на перекрытия до  $2500 \text{ кгс/м}^2$  (25 кН) и  $1500 \text{ кгс/м}^2$  (15 кН) с количеством этажей до 5 разработаны типовые конструкции из сборного железобетона [6].

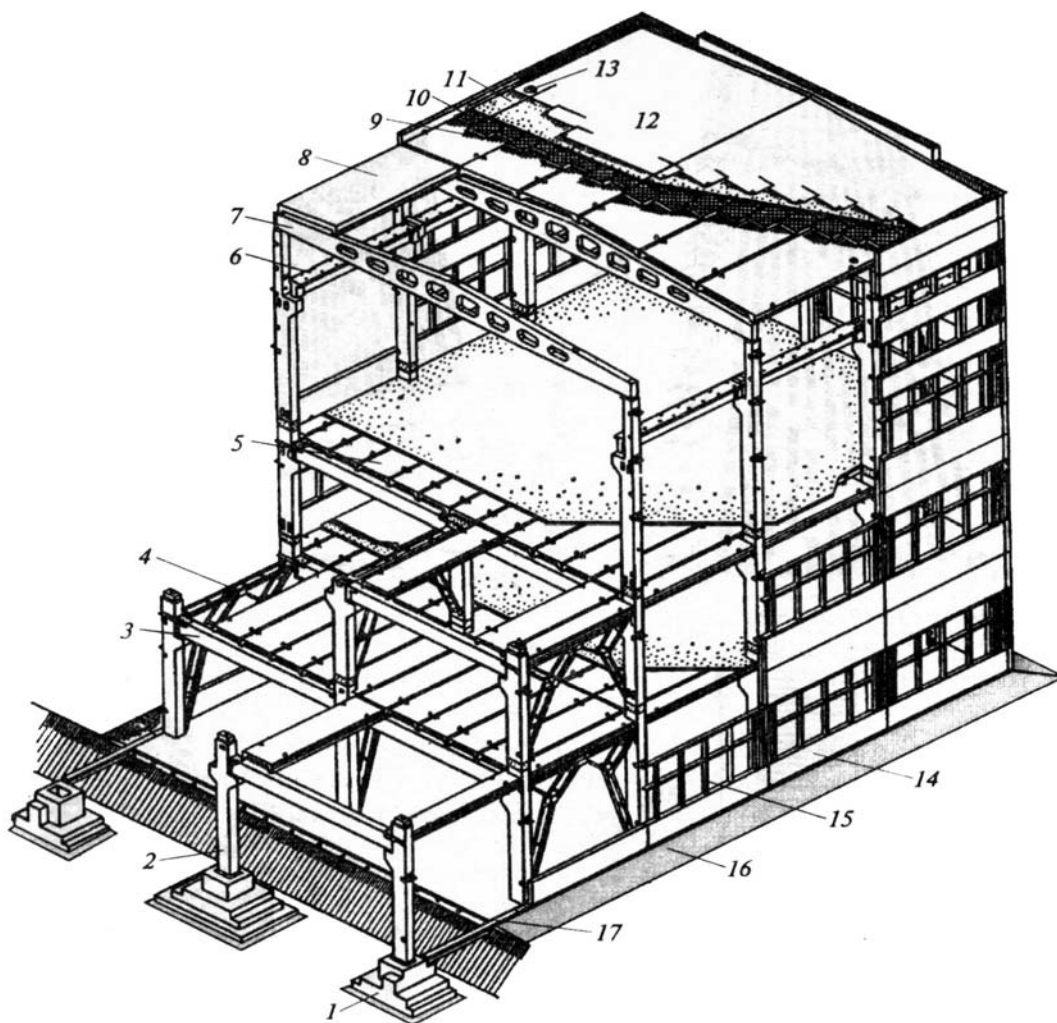


Рис. 24. Основные элементы многоэтажного здания с рамно-связевым железобетонным каркасом:

- 1 – фундамент; 2 – колонна; 3 – ригель междуэтажного перекрытия;
- 4 – вертикальные связи между колоннами;
- 5 – плита междуэтажного перекрытия; 6 – подкрановая балка;
- 7 – балка покрытия; 8 – плита покрытия; 9 – пароизоляция; 10 – утеплитель;
- 11 – выравнивающий слой; 12 – кровельный ковер;
- 13 – воронка внутреннего водостока; 14 – стеновая панель;
- 15 – оконная панель; 16 – отмостка; 17 – фундаментная балка

*Сборные железобетонные колонны* рассчитаны на применение в зданиях с различными высотами этажей (3,6 м; 4,8 м; 6,0 м; 7,2 м и 10,8 м) под определенные нормативные нагрузки на перекрытия и типы перекрытий.

Колонны изготавливают длиной на один, два и три этажа (рис. 25, а).

Колонны длиной на один этаж могут иметь длину от 2520 до 6000 мм. Колонны длиной 2520 мм рассчитаны на применение в верхних этажах высотой 3,6 м. Колонны длиной до 6000 мм включительно рассчитаны на применение в зданиях с высотами этажей 3,6; 4,8 и 6 м. Для верхних этажей высотой 10,8 м колонны могут иметь длину 10810 мм.

Колонны длиной на два этажа предусмотрены для этажей с высотами 3,6; 4,8; 6,0 и 7,2 м. Их длина может составлять от 8825 мм до 14840 мм.

Колонны длиной на три этажа применяют только при высотах этажей 3,6 м. Их длина в крайнем ряду составляет 11270 мм и 11245 мм, в среднем ряду – 12425 мм.

Все виды колонн выполняют сплошного сечения с размерами 400×400 мм и 400×600 мм.

Стык колонн по высоте здания производят на 0,8 м выше уровня перекрытия, что соответствует длине надконсольной части колонны ( $h_2$ ) 1775 мм.

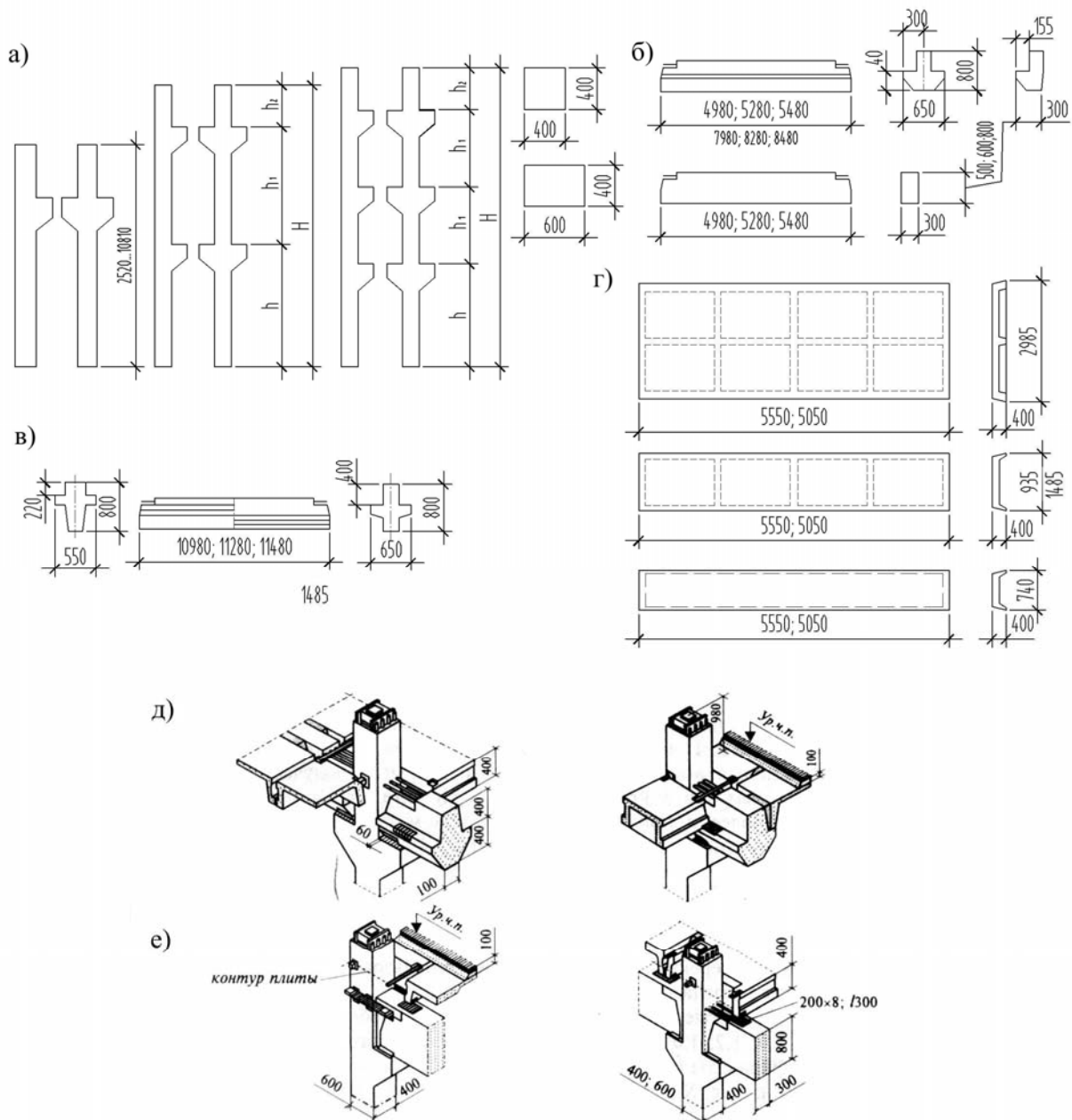


Рис. 25. Элементы балочного железобетонного каркаса:  
 а – колонны; б – ригели перекрытия пролетами 6 и 9 м;  
 в – то же, пролетом 12 м; г – ребристые плиты перекрытий;  
 д – сопряжение ригеля с колоннами крайних и средних рядов,  
 вариант опирания плит на полки ригеля;  
 е – то же при опирании плит по верху ригеля

Сопряжение колонн осуществляют на центрирующих стальных прокладках, устанавливаемых в верхней части нижних колонн и нижней части верхних колонн (оголовки колонн). После выверки прокладки соединяют между собой накладками из уголков или пластин, привариваемых к оголовкам. Зазор между торцами колонн зачеканивают раствором, после чего стык бетонируют по стальной сетке.

Колонны первого этажа заделывают в фундаменты стаканного типа. Глубина стаканов для колонн сплошного сечения составляет 800 и 1000 мм.

Конструкция фундаментов под колонны многоэтажных зданий аналогична конструкциям под колонны одноэтажных зданий (см. рис. 11).

*Железобетонные ригели перекрытий* (рис. 25, б) разработаны для зданий с неагрессивной, слабо- и среднеагрессивной средой с использованием сетки колонн 6×6 и 9×6 м и нагрузками на перекрытия до 2500 кгс/м<sup>2</sup> двух типов.

Ригели типа 1 с полками позволяют несколько сократить конструктивную высоту междуэтажных перекрытий за счет расположения плит перекрытий в пределах высоты сечения ригеля.

Ригели типа 2 прямоугольного сечения разработаны для сетки колонн 6×6 м с размерами сечения 300×600 мм, а для сетки колонн 9×6 м – 300×600 мм и 300×800 мм.

Длину ригелей принимают в зависимости от размера перекрываемого пролета (6 м или 9 м), размеров сечения колонн и места их расположения (в крайнем или среднем пролете, у температурных швов и т.п.).

Для обеспечения связи с колоннами в торцах ригелей предусматривают выпуски арматуры, а в опорной части – закладные детали.

При высотах этажей более 4,8 м и при сетках колонн 12×6 м применяют ригели прямоугольного сечения с консолями. Высота таких ригелей составляет 800 мм (рис. 25, в).

*Плиты междуэтажных перекрытий* применяют ребристого типа. Их размеры и конструкцию назначают в зависимости от типа ригеля. При укладывании плит на полки ригелей (тип 1) плиты могут иметь номинальную ширину 3,0; 1,5; 1,0 и 0,75 м (рис. 25, г). Плиты шириной 3,0 м наряду с поперечными ребрами предусматривают и продольное ребро жесткости. Плиты шириной 0,75 м выполняют только с продольными ребрами. Высота сечения всех видов плит по крайним продольным ребрам – 400 мм.

При укладывании плит по верху ригелей прямоугольного сечения плиты имеют номинальную ширину 1,5 м. Их выполняют с поперечными ребрами. Длину плит принимают в зависимости от типа ригеля и места его

расположения. При укладывании плит на полки ригеля длина плит составляет 5500 и 5050 мм; по верху ригелей прямоугольного сечения – 5950 мм.

Жесткий узел сопряжения ригелей с колоннами и плит с ригелями и колоннами обеспечивают системой выпусков арматуры и закладных деталей с последующей сваркой между собой.

Выпуски арматуры предусматривают в колоннах и торцах ригелей, соединяя их ванной сваркой. Закладные детали в местах опирания ригелей на консоли колонн и плит на ригели соединяют обычной сваркой. Плиты перекрытия в местах расположения у колонн соединяют с колонной дополнительно.

На рис. 25, д, е показаны варианты жестких узлов сопряжения при различных типах ригелей.

*Многоэтажные здания с безбалочным каркасом* целесообразны для ряда производств с повышенными требованиями к чистоте (мясокомбинаты, молокозаводы, холодильники и др.), в которых предпочтительны перекрытия с гладкими потолками без выступающих балок.

Типовые конструкции зданий с безбалочными перекрытиями разработаны для зданий высотой от 3 до 6 этажей с сеткой колонн  $6 \times 6$  м под нормативные нагрузки на перекрытия от 5 до  $30 \text{ кН/м}^2$  [6].

Пространственный каркас зданий решен по рамной схеме в обоих направлениях.

Несущие конструкции состоят из четырех основных типов: колонн, капителей, межколонных и пролетных плит (рис. 26, а, б).

На рис. 26, а показаны два возможных варианта привязок внутренней грани продольной наружной стены к разбивочной оси. В правой части разреза здания показана привязка 1510 мм, означающая установку крайних капителей размером  $2980 \times 2980$  мм; в левой части – привязка 620 мм с использованием капителей размером  $2980 \times 2090$  мм.

Привязка 1510 мм применима для продольных и поперечных рам; привязка 620 мм – только для поперечных рам, она предпочтительна при стенах с навесными панелями.

Типовые несущие конструкции каркаса разработаны для зданий с высотами этажей 4,8 и 6,0 м в различном их сочетании (нижние, верхние и средние этажи).

Колонны могут иметь длину, рассчитанную на один, два и три этажа (рис. 26, в). Длину типовых колонн различной разрезки для зданий с высотами этажей 4,8 и 6,0 м принимают по каталогу [6]. Сечение колонн принято единым для всех типов  $450 \times 450$  мм. В колоннах предусмотрены закладные детали для приварки стальных монтажных столиков и накладных монтажных элементов для крепления верха капителей.

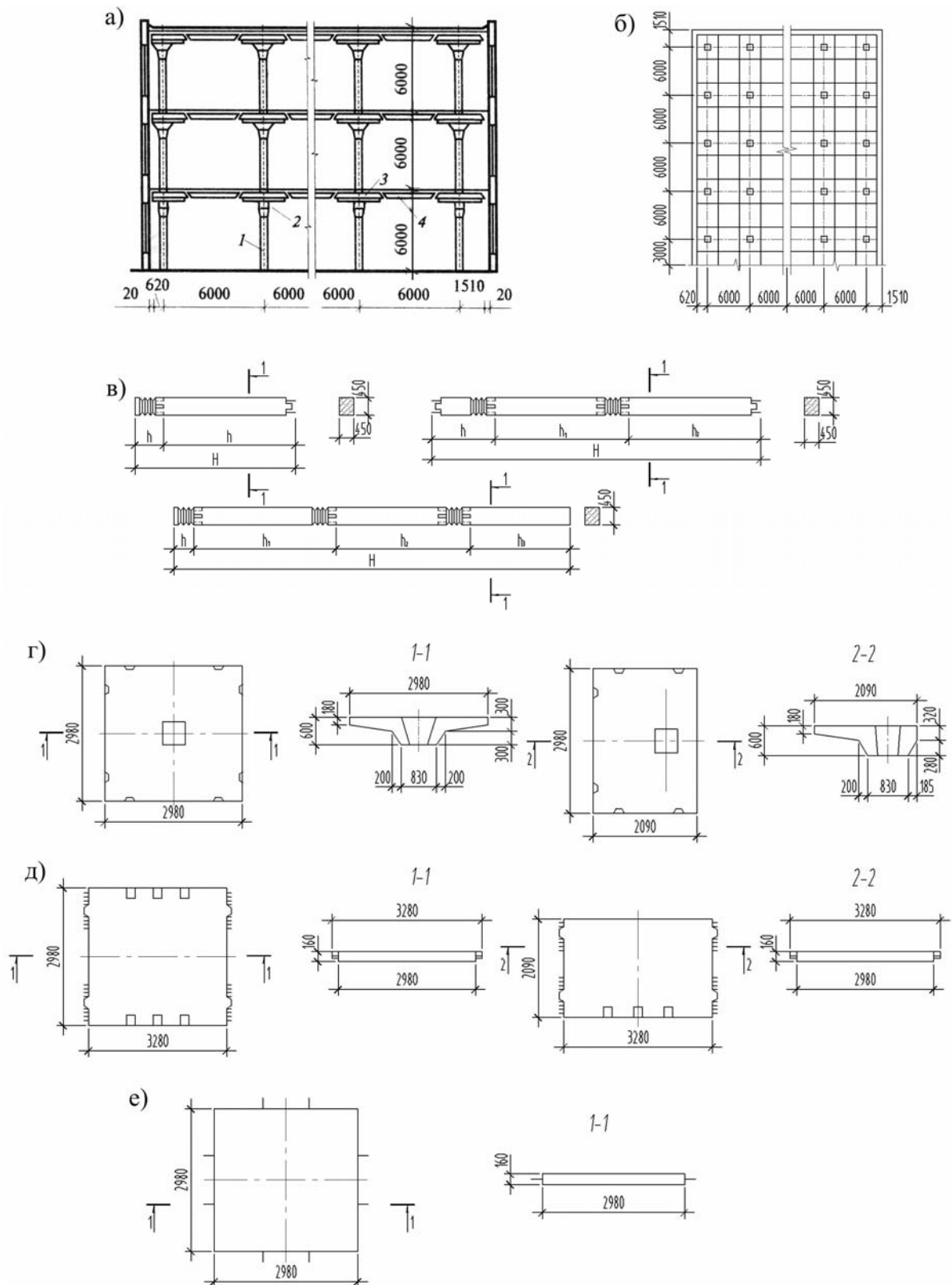


Рис. 26. Многоэтажные здания с безбалочными перекрытиями:  
 а – поперечный разрез; б – план перекрытия;  
 в – колонны на один, два и три этажа;  
 г – капители колонн среднего и крайнего рядов;  
 д – межколонные плиты для средних и крайних рядов колонн;  
 е – пролетная плита; 1 – колонна; 2 – капитель; 3 – межколонная плита;  
 4 – пролетная плита

Колонны заделывают в железобетонные фундаменты стаканного типа на глубину 700 мм (рис. 27, а).

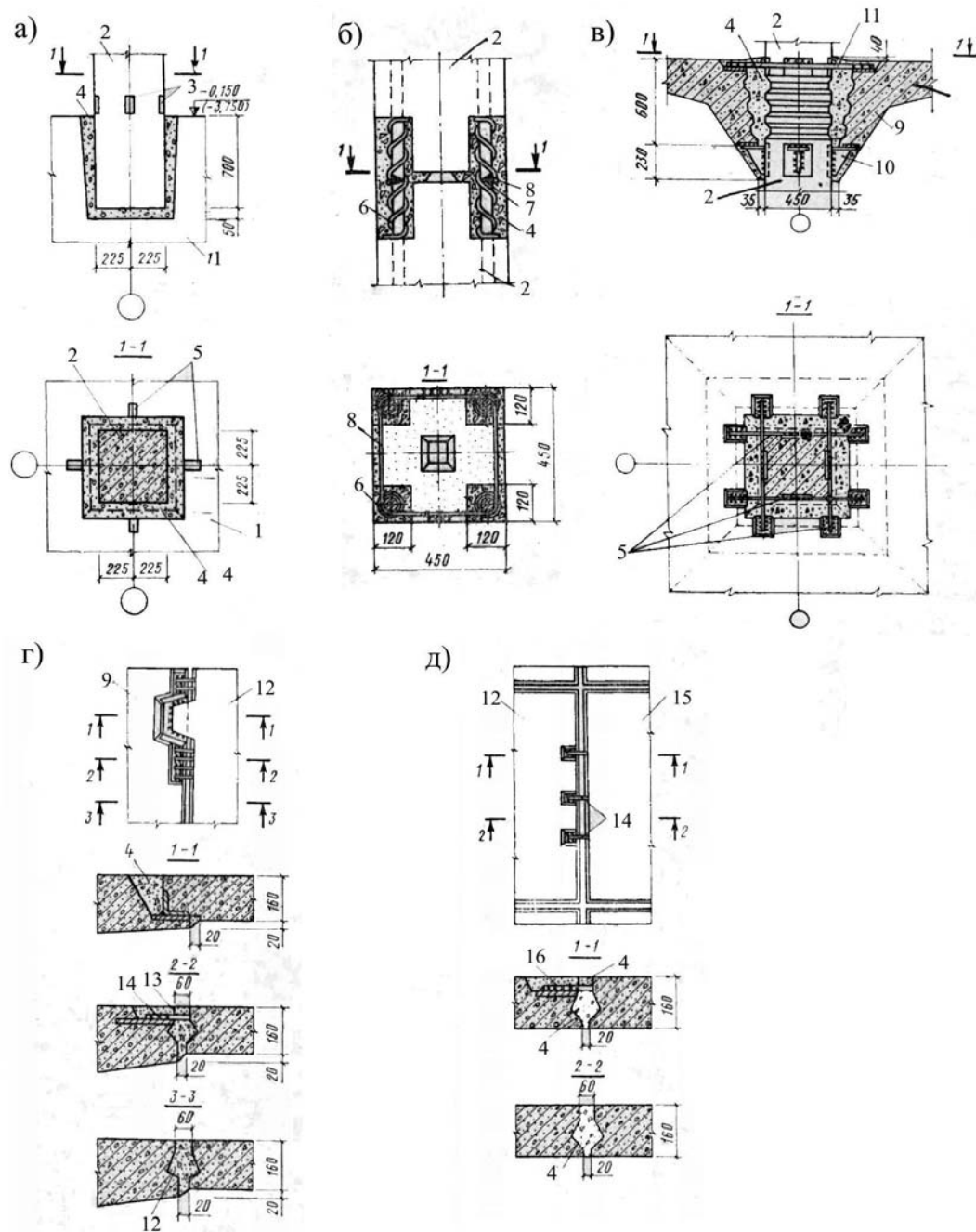


Рис. 27. Сопряжение элементов каркаса с безбалочными перекрытиями:  
 а – заделка колонн в фундаментах; б – стыкование колонн;  
 в – сопряжение капители с колонной;  
 г – тоже межколонной плиты с капителью;  
 д – то же пролетной плиты с межколонной;  
 1 – фундамент колонн; 2 – колонны; 3 – риски осей колонны;  
 4 – заделка бетоном; 5 – риски фундамента; 6 – спираль из арматурной стали;  
 7 – ванная сварка; 8 – хомут из арматурной стали; 9 – капитель;  
 10 – стальные монтажные столики; 11 – накладные стальные элементы;  
 12 – межколонная плита; 13 – выпуски арматуры из межколонной плиты;  
 14 – то же из капители; 15 – пролетная плита;  
 16 – выпуски арматуры из пролетной плиты



Стык колонн производят выше уровня пола на 0,85 м путем ванной сварки выпусков спиралевидной арматуры и хомутами из арматурной стали с последующим замоноличиванием бетоном (рис. 27, б).

Капители приняты двух основных типоразмеров: 2980×2980 мм для средних и крайних рядов колонн и 2980×2090 мм для крайних рядов. Высота капителей составляет 600 мм (рис. 26, г). В капителях предусмотрены закладные изделия для крепления к колоннам, а также пазы для сопряжения с гребнями межколонных плит.

Помимо капителей основных типоразмеров разработаны варианты их решений с вырезами для пропуска фахверковых колонн, лестничных клеток и других целей [6].

Межколонные плиты приняты двух основных типоразмеров в плане: 3280×2980 мм и 3280×2090 мм. Последние предназначены для укладки по крайним рядам колонн (рис. 26, д). Кроме основных типоразмеров разработаны плиты с углублениями для образования при необходимости отверстий размером до 700×700 мм [6].

В межколонных плитах предусмотрены пазы и гребни, выпуски арматуры и закладные изделия для сопряжения с капителями и пролетными плитами.

Пролетные плиты имеют размер в плане 2980 × 2980 мм. В них также предусматриваются гребни и пазы, выпуски арматуры и закладные детали для сопряжения с межколонными плитами (рис. 26, е).

Сопряжение капителей с колоннами осуществляют путем опирания их на монтажные столики и сваркой накладных элементов по верху капители. На колонне и внутренней поверхности капители предусмотрены горизонтальные пазы, образующие после замоноличивания полости сопряжения – бетонные шпонки (рис. 27, в).

Сопряжение межколонных плит с капителями осуществляют гребнями из плит в пазы капителей с дополнительной сваркой выпусков арматуры с обоих элементов и заполнением пазов бетоном (рис. 27, г).

Пролетные плиты с межколонными сопрягают также через гребни и пазы в плитах и сваркой выпусков арматуры. Заполнение пазов осуществляют бетоном (рис. 27, д).

Межколонные и пролетные плиты имеют гладкую поверхность, высота их сечения составляет 160 мм.

**Здания со стальным каркасом.** Наибольшее распространение получили многоэтажные здания решаемые по рамно-связевой схеме с рамами в поперечном направлении здания и вертикальными связями в продольном направлении.

Многоэтажные здания со стальным каркасом применяют для размещения различных производств с неагрессивной или слабоагрессивной средой. Они наиболее эффективны при количестве этажей до 9.

Основные параметры зданий со стальным каркасом (пролеты, шаг, высоту этажа) назначают, как и в зданиях с железобетонным каркасом, на основе единых требований унификации. Однако в ряде случаев стальные конструкции каркасов бывают эффективны при нестандартных габаритах помещений или повышенных нагрузках на перекрытия.

Колонны каркаса могут иметь двутавровое, коробчатое и замкнутое сечение (рис. 28, а). В рамных и рамно-связевых системах наибольшее применение имеют колонны двутаврового сечения широкополочного типа. Коробчатые сечения, которые лучше работают на изгиб в двух направлениях, выполняют из двух швеллеров или двутавров. Такие сечения применяют при рамных системах. В связевых каркасах применяют колонны замкнутого сечения из двух уголков или нескольких уголков типа «капуста».

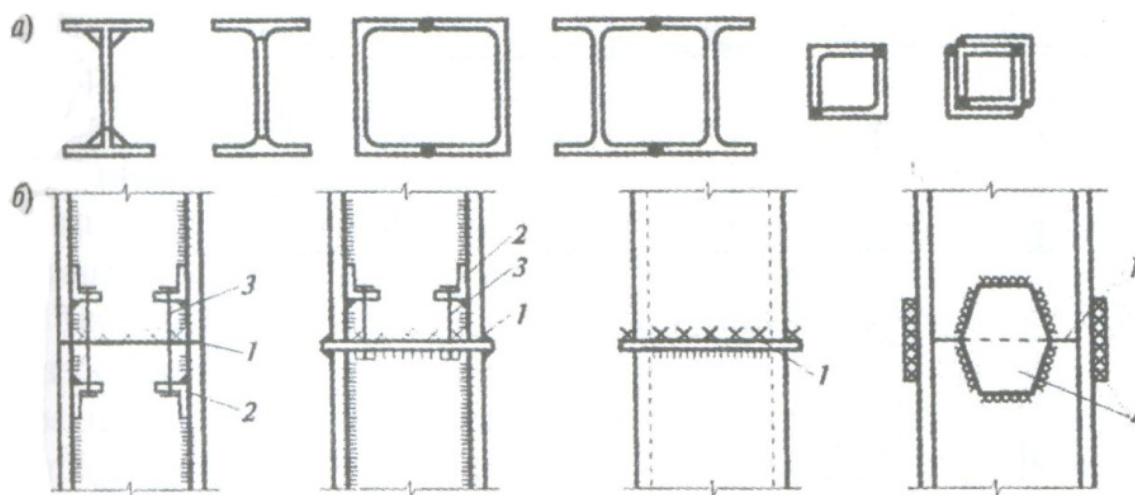


Рис. 28. Колонны стального каркаса многоэтажных зданий:

- а – виды сечений колонн (двутавровые, коробчатые и замкнутого сечений);
- б – стыки колонн (на фрезерованных торцах и болтах; на фрезерованных торцах; на фрезерованных торцах с накладками);
- 1 – фрезерованные торцы; 2 – уголки; 3 – болты; 4 – вертикальные накладки

Обычно длину колонн (отправочные элементы) принимают равной высоте двух этажей. Стыки колонн располагают несколько выше узлов сопряжения ригелей к колоннам. Их решают: на фрезерованных торцах на сварке и болтах, только на фрезерованных торцах на сварке и на фрезерованных торцах с накладками (рис. 28, б).

Крепление колонн к железобетонным фундаментам осуществляют как и в одноэтажных зданиях.

Балки (ригели) в многоэтажных зданиях при пролетах до 12 м выполняют со сплошной стенкой из обычных и широкополочных прокатных двутавров или сварными того же сечения (рис. 29, а). При больших поперечных силах, а также при необходимости увеличения горизонтальной же-

сткости применяют двухстенчатые сварные балки. В целях экономии стали одностенчатые балки выполняют сварными с отверстиями в стенке.

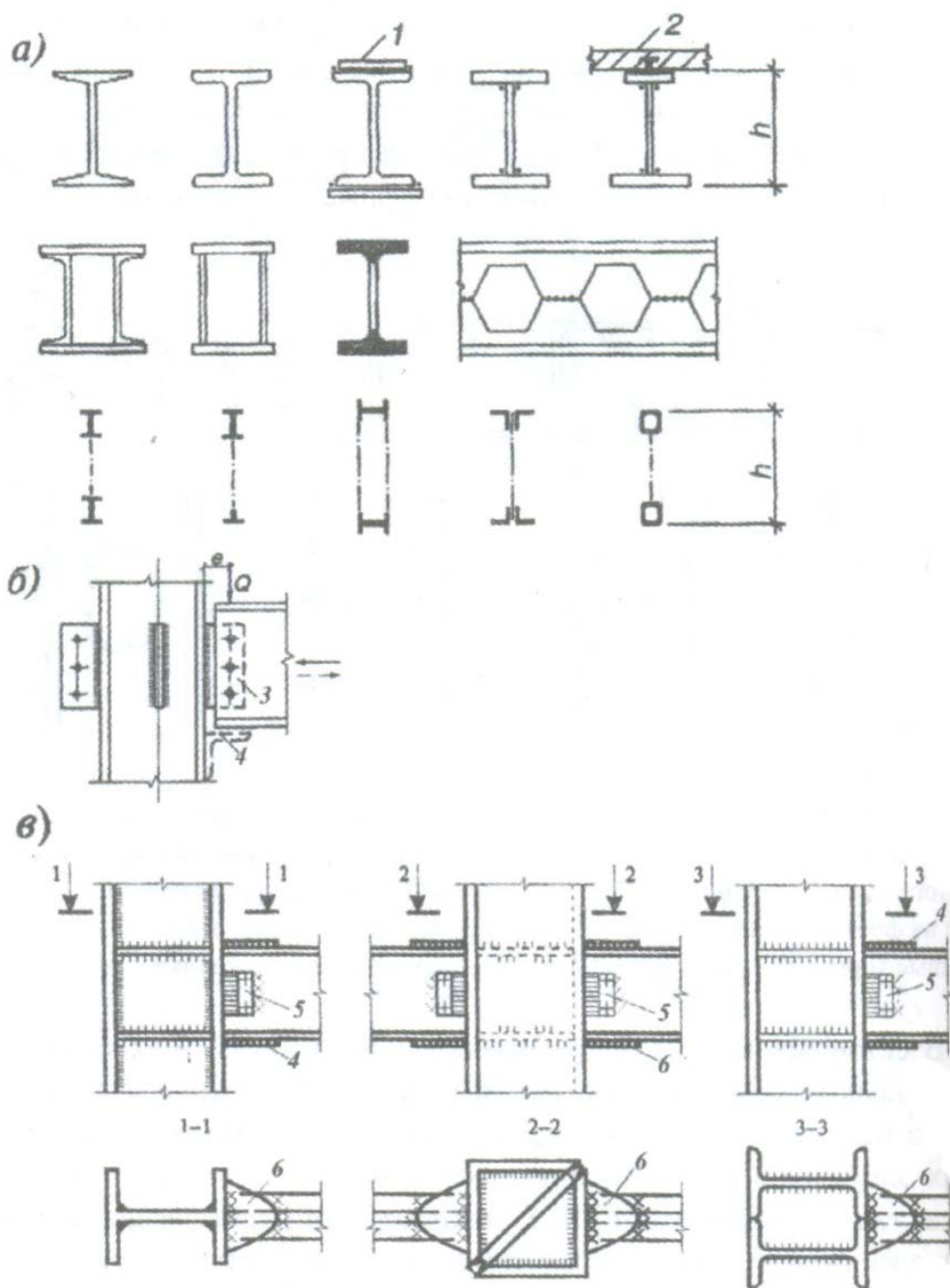


Рис. 29. Типы сечений балок перекрытий и крепление к колоннам:  
 а – балочные профили и фермы;  
 б – свободное крепление балки к колонне;  
 в – жесткое крепление к колоннам двутаврового, коробчатого сечения и из двух двутавров;  
 1 – усиление балок в сечениях с максимальным изгибающим моментом;  
 2 – железобетонная плита перекрытия; 3 – ребро; 4 – монтажный столик;  
 5 – вертикальные накладки; 6 – то же горизонтальные

В зависимости от системы каркаса прикрепление балок к колоннам осуществляют шарнирно (свободно) или жестко.

Шарнирное соединение применяют в связевых системах. Его решают на болтах нормальной точности с использованием накладок в форме ребер (рис. 29, б).

Жесткие соединения балок с колоннами применяют в рамных системах с использованием горизонтальных и вертикальных накладок на сварке (рис. 29, в).

Стальные балки рассчитаны на применение железобетонных плит перекрытий, применяемых в многоэтажных зданиях с железобетонным каркасом по типу 2 (опирание по верху балки).

*Лестницы* для связи между этажами в зависимости от высоты этажа выполняют двух-, трехмаршевые и с большим количеством маршей (см. раздел 7). Конструкции лестниц могут быть сборными железобетонными, состоящими из маршей и площадок, и сборными из железобетонных или металлических косоуров, ступеней и площадок. Последние чаще всего применяют при нестандартных высотах этажей.

Цельные железобетонные марши со ступенями выполняют длиной 2875 мм, шириной 1350 мм и высотой 1200 мм. Размеры ступеней 300×150 мм (уклон 1:2) (рис. 30, а). Лестничные марши опирают на площадки, выполняемые в форме ребристых плит длиной 3040 мм, шириной 1260 мм и высотой сечения по продольному ребру 220 мм (рис. 30, б).

Лестницы по косоурам устраивают при трех- и более маршевым конструкциям. Сборные железобетонные косоуры выполняют сечением 300×400 мм с полками в местах опирания на них лестничных площадок (рис. 30, в).

Лестницы размещают в самостоятельных шахтах, выполненных из кирпича, а в каркасном варианте с опиранием лестничных площадок на ригели каркаса (см. рис. 74).

Количество лестниц в пределах здания (этажа) определяют из условий безопасной эвакуации людей [3, 4]. По этому условию установлены предельно допустимые расстояния от наиболее удаленного рабочего места в помещении до лестничной клетки [3]. Эти расстояния зависят: от объема помещения, взрыво- и взрывопожарной категории производства, степени огнестойкости здания и плотности людского потока (чел./м<sup>2</sup>) в общем проходе. Как правило, любое многоэтажное здание должно иметь не менее двух лестниц.

Лестницы следует располагать друг от друга на расстоянии, обеспечивающем примерно равное удаление до них рабочих мест, и может составлять от 40 до 200 м.

Лестничные шахты (клетки) можно располагать у наружных стен и в середине здания. В первом варианте они должны иметь естественное освещение.

С лестничными клетками обычно блокируют пассажирские и грузопассажирские лифты (см. рис. 74).

Пассажирские лифты грузоподъемностью 500 и 1000 кг размещают в кабинах с размерами (ширина, глубина, высота) 1080×1420×2100 и 1800×1500×2250 мм.

Грузопассажирские лифты, рассчитанные на грузоподъемность 500 кг, располагают в кабинах с размерами 1080×2800×2100 мм.

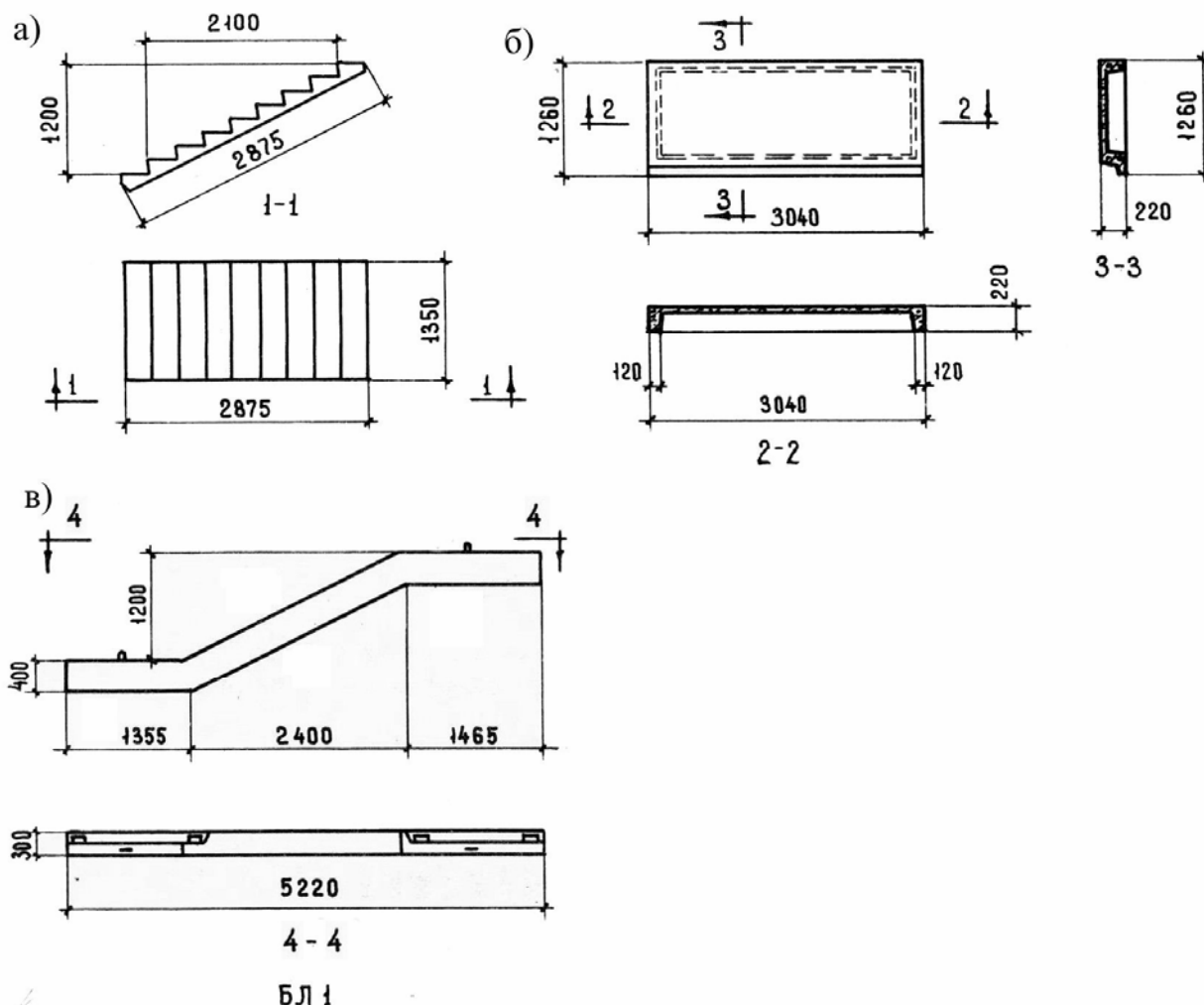


Рис. 30. Лестницы многоэтажных зданий из железобетона:  
а – типовой железобетонный марш; б – лестничная площадка;  
в – железобетонный косяур

**Здания с техническими этажами.** Ранее указывалось на целесообразность таких зданий (см. раздел 1). В них в зависимости от функционального назначения вместо традиционных балочных или безбалочных конструкций междуэтажных перекрытий и покрытий предусматривают этажи для размещения обслуживающих помещений или только для прокладки коммуникаций.

Для размещения обслуживающих помещений технические этажи устраивают высотой 2,5 м и более, а для прокладки коммуникаций – от 0,8 до 1,0 м.

Здания с техническими этажами решают по каркасной схеме, состоящей из колонн и ферм, которые образуют поперечные рамы с ригелями-фермами (рис. 31).

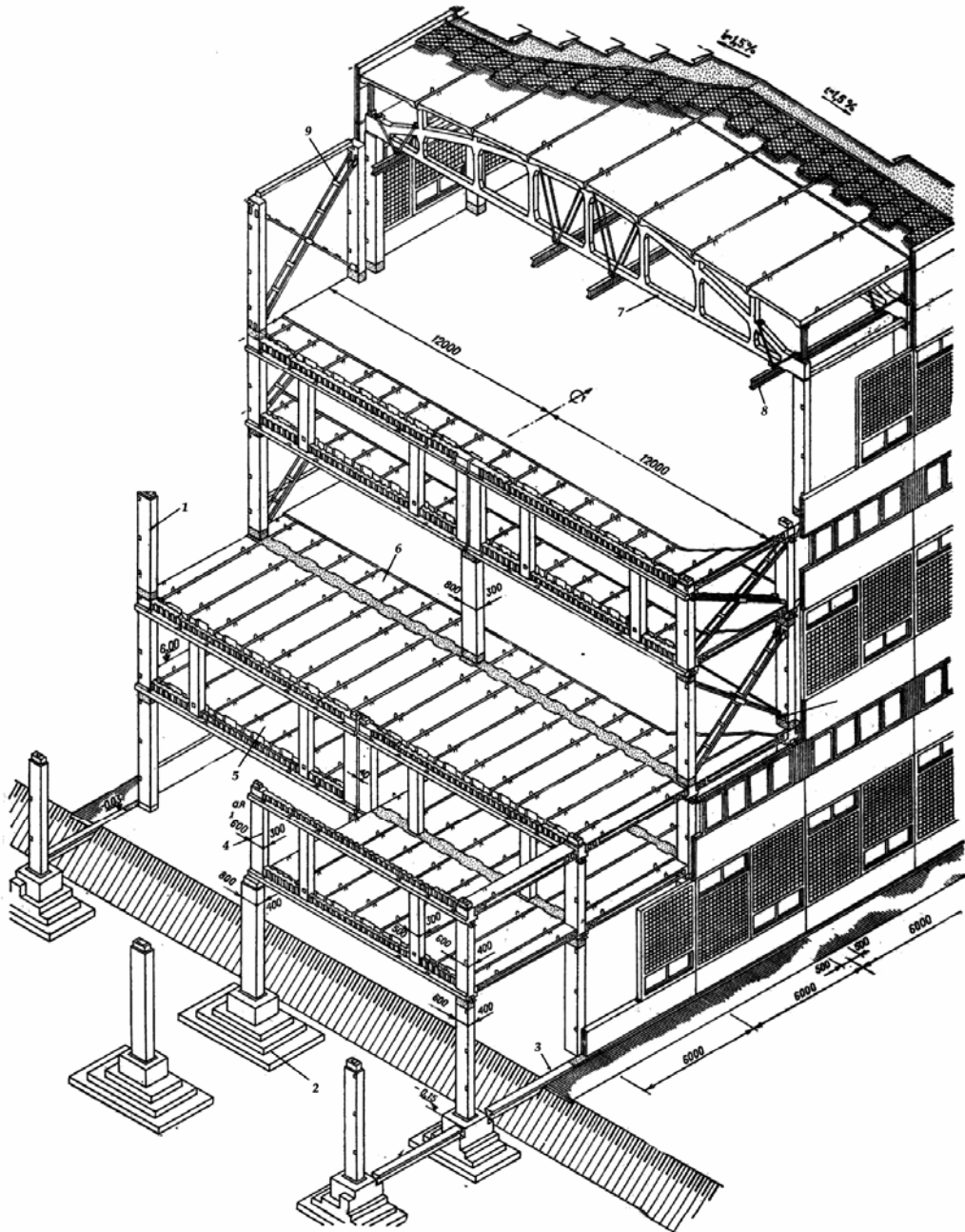


Рис. 31. Здание с техническими этажами:

- 1 – колонны; 2 – фундаменты под колонны; 3 – фундаментные балки;
- 4 – ферма технического этажа; 5 – плиты по нижнему поясу ферм;
- 6 – то же, по верхнему поясу; 7 – стропильная ферма верхнего этажа;
- 8 – балка для передвижения подвешного крана; 9 – вертикальные связи

*Ригели-фермы* выполняют из железобетонных или стальных конструкций.

Железобетонные ригели-фермы могут быть: с криволинейным верхним поясом и надстройкой для опирания пола основных этажей; безраскосными с параллельными поясами и рамно-подкосными с параллельными поясами (рис. 32, а, б). Такие конструкции позволяют перекрывать пролеты от 12 до 24 м.

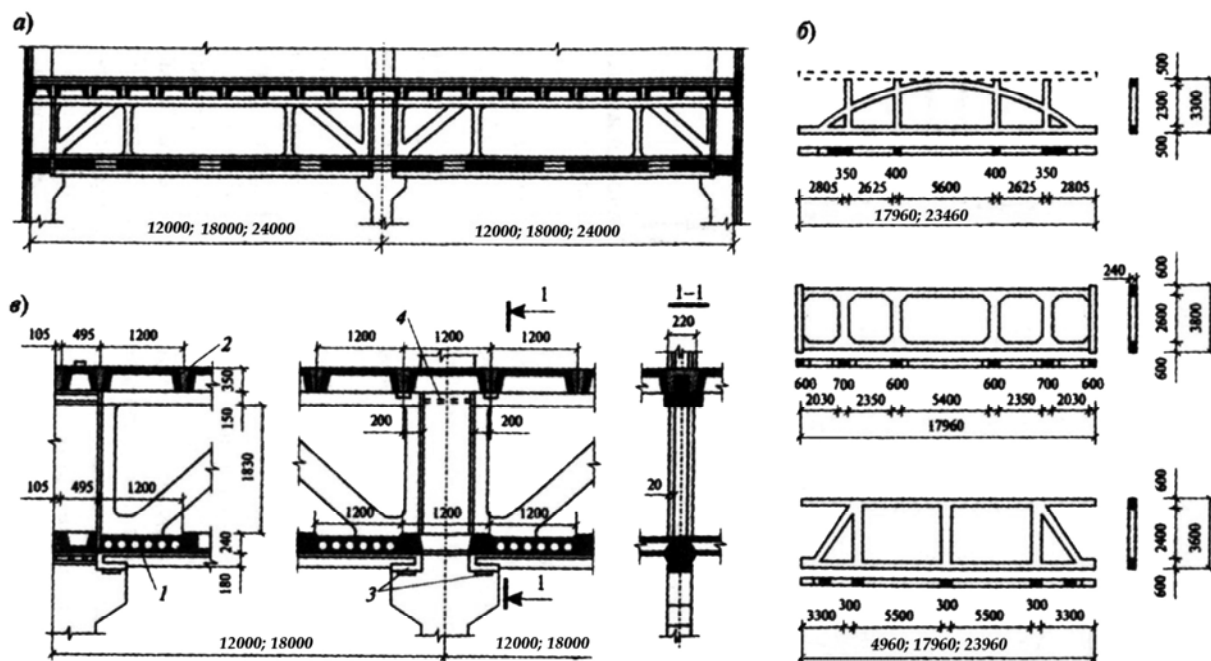


Рис. 32. Конструкции технических этажей из железобетонных ригелей-ферм:  
 а – фрагмент поперечного разреза здания с пролетами 12 м, 18 м, 24 м, перекрытыми рамно-подкосными фермами;  
 б – основные виды железобетонных ферм-ригелей (арочные с надстройкой в верхнем поясе, безраскосные и рамно-подкосные);  
 в – железобетонная безраскосная ферма для перекрытия пролетов 12 м и 18 м;  
 1 – нижний настил из пустотных плит;  
 2 – верхний настил из ребристых плит; 3 – центрирующие прокладки;  
 4 – стальная трубка для пропуска арматуры

Ригели-фермы опирают на консоли колонн или непосредственно на колонны без консолей. В последнем варианте колонны каркаса делают разрезными – верхние колонны опирают на фермы нижнего этажа. В этом случае крайние стойки ферм одновременно служат основными несущими элементами каркаса. Такой вариант возможен при безраскосных фермах.

Железобетонные ригели-фермы имеют тавровое сечение верхних и нижних поясов, стойки и раскосы – прямоугольные. На полки верхнего пояса опирают настил из ребристых плит, а нижнего пояса – пустотные плиты (рис. 32, в).

Металлические ригели-фермы выполняют с параллельными поясами (рис. 33). При нагрузках на перекрытия  $10 \text{ кН/м}^2$  и более пояса и стойки

ферм изготавливают из сварных двутавров, при меньших нагрузках – из прокатных широкополочного типа. Для опирания плит перекрытий к верхним и нижним поясам ферм приваривают столики с шагом, равным ширине плит (1,5 и 1,2 м). Металлические ригели-фермы жестко соединяют со стальными колоннами. В местах соединения верхних и нижних поясов ферм в колоннах предусматривают консоли.

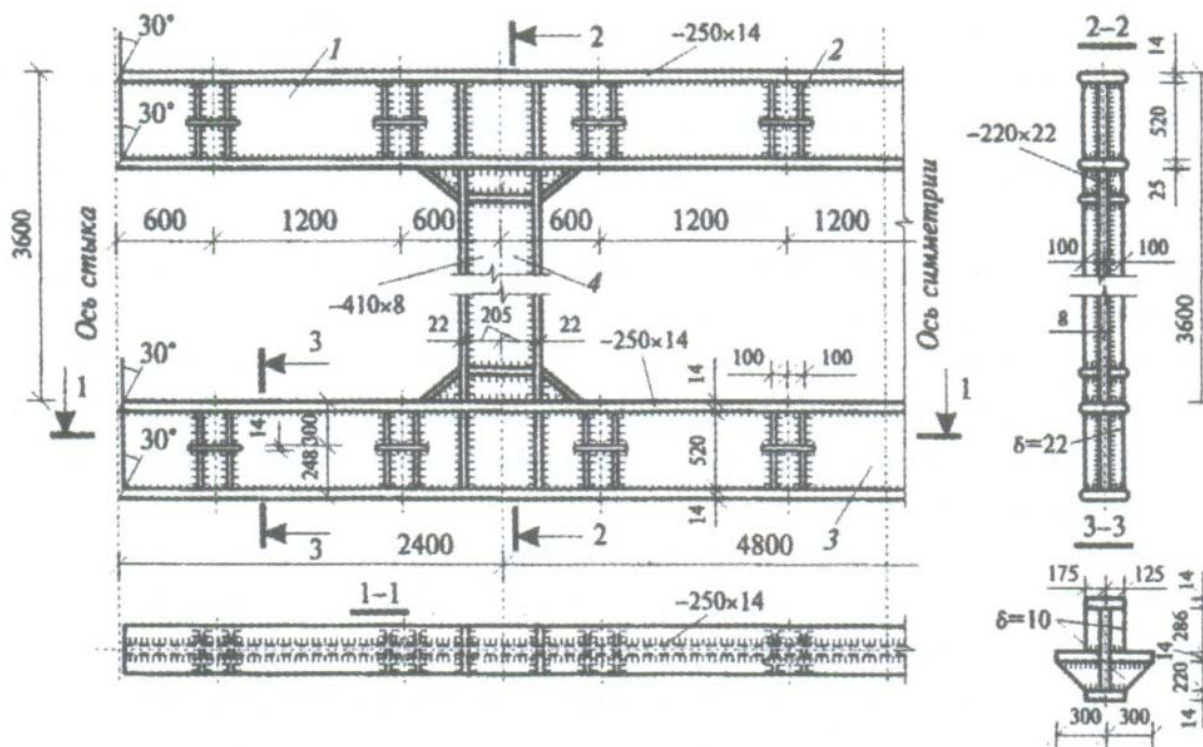


Рис. 33. Конструкция ригеля – металлической безраскосной фермы:  
1 – верхний пояс; 2 – столики для опирания плит перекрытия;  
3 – нижний пояс; 4 – стойка (сварной двутавр)

Технические этажи для прокладки коммуникаций высотой 0,8...1,0 м устраивают из настилов коробчатого сечения. Образованные в сечении настилов каналы могут иметь многоцелевое применение: для размещения воздуховодов, отопительных приборов, электротехнического и сантехнического оборудования и др. В сочетании со встроенными светильниками и подвесными потолками они позволяют создавать благоприятные интерьеры (рис. 34).

Колонны каркаса из железобетона в зданиях с техническими этажами выполняют сплошного прямоугольного сечения. Для крайних рядов колонн размеры сечения составляют 300×600 мм, для средних рядов – 300×800 мм. Длину колонн принимают в зависимости от высоты основных и технических этажей. Стык колонн осуществляют на 450 мм выше пола основного этажа, а при опирании ферм на колонны посредством их крайних стоек – на уровне нижних и верхних поясов ферм.



Стальные колонны могут быть выполнены из широкополочных двутавров или в форме замкнутого сечения из швеллеров и уголков (см. рис. 28). Их длину назначают в соответствии с разрезкой, как и при железобетонных вариантах их исполнения. Колонны всех видов заделывают в фундамент жестко.

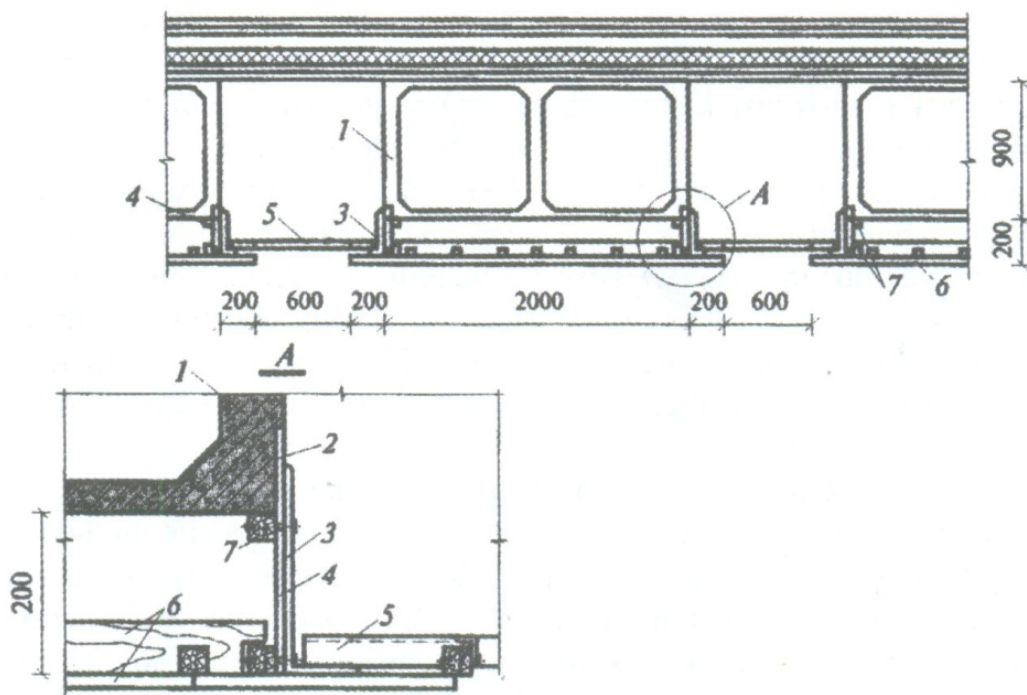


Рис. 34. Перекрытия многоэтажных зданий с использованием коробчатого настила:  
 1 – коробчатый настил; 2 – закладная деталь настила; 3 – корытыш-уголок;  
 4 – асбесто-цементный лист; 5 – рамка для светильников;  
 6 – щиты акустического потолка; 7 прижимные бруски

### Контрольные вопросы

1. Конструктивные схемы многоэтажных зданий.
2. Балочный каркас и его элементы.
3. Виды колонн из железобетона и стали. Детали сопряжения.
4. Ригели из железобетона и стали. Детали сопряжения ригелей с колоннами.
5. Плиты перекрытий. Технические этажи, их целесообразность и конструктивное исполнение.
6. Особенности безбалочных каркасов.

## 4. ДВУХЭТАЖНЫЕ ЗДАНИЯ

Двухэтажные здания представляют особую группу. Их решают по смешанной схеме: первый этаж – по схеме многоэтажных зданий, а второй – одноэтажных зданий (см. рис. 6).

Каркасы таких зданий выполняют из сборных железобетонных или металлических элементов. В практике строительства наибольшее применение получили конструктивные решения с использованием сборных железобетонных конструкций каркаса с типовыми унифицированными параметрами.

Типовые решения разработаны для зданий с сетками колонн первого этажа  $6\times 6$ ;  $9\times 6$  и  $12\times 6$  м, второго этажа  $18\times 6$ ;  $18\times 12$ ;  $24\times 6$  и  $24\times 12$  м с нагрузкой на перекрытие до  $50 \text{ кН/м}^2$ . Высоты первого этажа приняты 4,8, 6,0 и 7,2 м; верхнего этажа – до 8,4 м [6, 22].

Сборные железобетонные колонны для крайних рядов предусмотрены длиной на два этажа. Их выполняют прямоугольного сечения, размеры которых зависят от сочетания высот первого и второго этажей, количества пролетов и шага колонн, и могут составлять от  $400\times 600$  до  $400\times 800$  мм. Предельная длина колонн 14850 мм предусмотрена для зданий, имеющих отметку низа несущих конструкций покрытия второго этажа 14,4 м (рис. 35, а). На уровне опирания на них ригелей перекрытия первого этажа колонны имеют закладные детали, позволяющие производить устройство стальных консолей. Колонны крайних рядов могут быть составными с разрезкой на этажи.

Колонны средних рядов первого этажа выполняют постоянного прямоугольного сечения размером  $400\times 600$  мм. Их длину определяет высота этажа и глубина заделки в фундамент (500, 600 и 800 мм).

В колоннах предусмотрены консоли для сопряжения с ригелями перекрытия. Конструктивно они аналогичны колоннам для многоэтажных зданий балочного типа.

Фундаменты под колонны подбирают по принципу одноэтажных и многоэтажных зданий.

Ригели перекрытий для пролетов 6 и 9 м в основном применяют по типу 1 многоэтажных зданий – с полками (рис. 35, б). Высота ригеля позволяет располагать в его пределах ребристых плит перекрытия с высотой сечения 400 мм.

Для плит высотой 500 мм, нагрузках на перекрытия до  $32 \text{ кН/м}^2$  и при длине пролетов 12 м применяют ригели крестового сечения высотой 1000 мм [6].

Плиты перекрытий ребристого типа имеют конструкцию и размеры как и в многоэтажных зданиях (рис. 35, в).

Жесткое сопряжение колонн и ригеля и плит с ригелями выполняют так же, как и в многоэтажных зданиях (рис. 35, г, д).

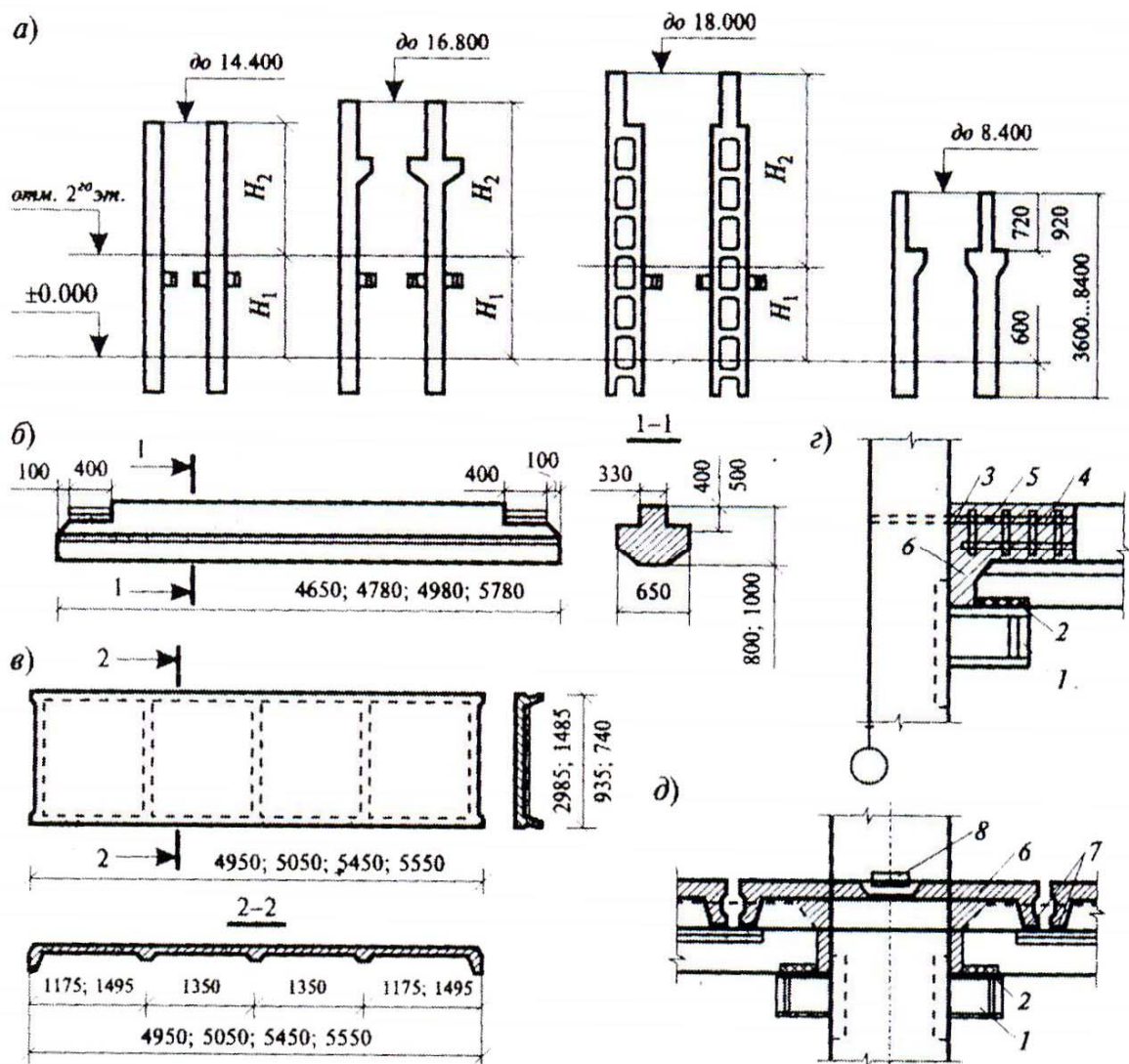


Рис. 35. Сборные железобетонные конструкции двухэтажных зданий:  
 а – колонны (цельные и с разрезкой на этажи);  
 б – ригели; в – плиты перекрытия;  
 г – опирание ригеля на основную колонну (жесткое сопряжение);  
 д – крепление плит перекрытий у средней колонны;  
 1 – стальная консоль основной колонны; 2 – закладная пластина в ригеле;  
 3 – выпуски арматуры из колонны; 4 – то же из ригеля; 5 – ванная сварка;  
 6 – бетон В 25; 7 – крепление плит к ригелю посредством закладных деталей;  
 8 – то же плиты к колонне

Несущие конструкции покрытия второго этажа из железобетона рассчитаны в основном на пролеты 18 и 24 м. Их выполняют из сегментных и безраскосных ферм или ферм с параллельными поясами (см. рис. 14).

В многопролетных двухэтажных зданиях стропильные железобетонные фермы могут быть установлены с использованием подстропильных конструкций (см. раздел 2). Стропильные фермы допускают использование подвесных кранов грузоподъемностью до 5 т.

Стальные каркасы с унифицированными параметрами применяют в случае отсутствия или экономической нецелесообразности сборных желе-

зобетонных конструкций. Они более целесообразны при пролетах верхнего этажа 30 и 36 м.

Конструкции колонн крайнего ряда выполняют, как и для одноэтажных зданий (см. рис. 10), а для среднего ряда – аналогично многоэтажным (см. рис. 28).

Перекрытия решают по стальным балкам с пролетами 6, 9 и 12 м (см. раздел 3).

### **Контрольные вопросы**

1. Виды двухэтажных зданий. Их параметры.
2. Элементы каркаса. Колонны из железобетона и стали.
3. Несущие конструкции покрытия из железобетона и стали.
4. Конструктивное решение 1-го этажа. Виды перекрытий этажа из железобетона.

## 5. БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫЕ ПОКРЫТИЯ

К большепролетным относят покрытия размером более 36 м. Такие размеры покрытий позволяют создавать укрупненную сетку колонн, более соответствующую современным требованиям в условиях быстро изменяющихся технологий производства.

Большепролетные покрытия можно создавать по плоскостным, пространственным и пространственно-стержневым системам.

**Плоскостные системы покрытий.** В качестве основных элементов в таких системах используют фермы и рамы. Их рассчитывают на применение в ограждающей части покрытия облегченных конструкций – вместо железобетонных плит используют облегченные настилы по прогонам.

*Фермы* из стали различного профиля (тавры, двутавры, уголки, замкнутое сечение) и с различными очертаниями и построением решетки способны перекрывать пролеты от 36 до 100 м (рис. 36). Наибольшие пролеты позволяют перекрывать фермы, формы которых более соответствуют обратной форме эпюры моментов (рис. 36, д, з, и).

Для неотапливаемых зданий с большим уклоном кровли фермы могут быть выполнены с верхним поясом из фермочек с параллельными поясами (рис. 36, ж).

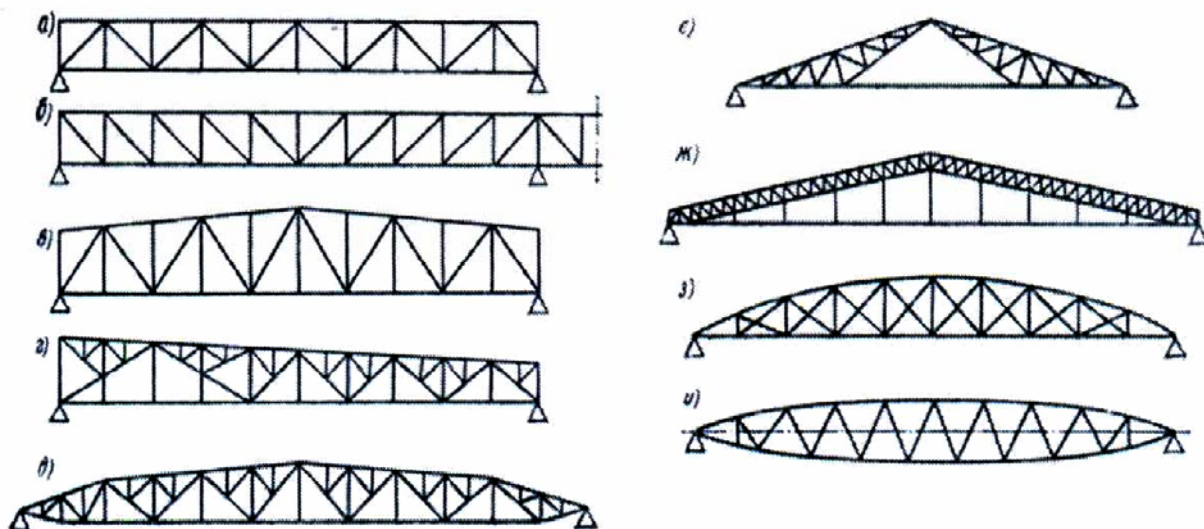


Рис. 36. Схемы стальных балочных ферм пролетом от 36 до 100 м:  
а – с параллельными поясами для плоских кровель;  
б – то же для малоуклонных;  
в – трапециевидные с уклоном кровли 1:12 ... 1:15 в однопролетных зданиях;  
г – то же для односкатных покрытий; д – полигональные для однопролетных зданий; е – треугольные с затяжкой для кровель с уклоном 1:5 ... 1:7;  
ж – то же с параллельными верхними поясами;  
з – сегментная с параболическим очертанием верхнего пояса;  
и – с параболическим очертанием равной кривизны верхнего и нижнего поясов

Применение большепролетных ферм связано с необходимостью использования стальных колонн сложной и материалоемкой конструкции, дополнительных связей.

*Рамные системы* покрытий могут быть плоскостными, состоящими из плоских рам, и блочными. Блочный тип обычно выполняют из двух плоских рам с шагом 6 м и соединенными между собой связями в пространственные блоки.

По статической схеме рамы могут быть бесшарнирными и с шарнирами преимущественно в уровне фундаментов. Бесшарнирные рамы более экономичны по расходу стали.

Наиболее распространенные схемы стальных большепролетных рам показаны на рис. 37. С использованием таких схем из прокатных или сварных элементов можно создавать здания с пролетами до 100 м. Их используют в авиа-, кораблепроизводствах и других машиностроительных отраслях.

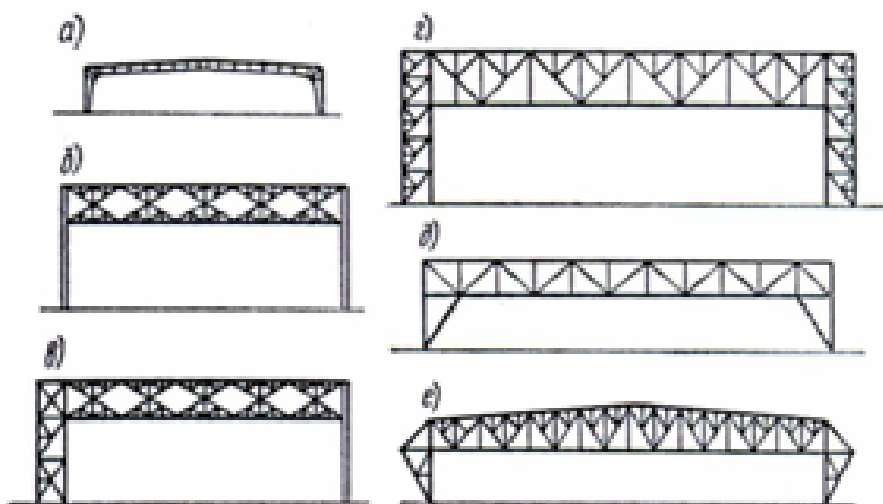


Рис. 37. Схемы рамных покрытий:

- а – сплошная; б – сквозная с гибкими стойками; в – с одной гибкой стойкой;
- г – с жесткими стойками; д – двухшарнирная; е – с подкосами снаружи

Рамные системы применяют в зданиях и со средними размерами пролетов. Их стремятся выполнить облегченными, используя различные конструктивные схемы.

Так, для однопролетных зданий разработаны рамы с шарнирным опиранием на фундаменты типа «Орск» (рис. 38, а). Рамы состоят из четырех сваренных на заводе элементов – двух стоек и двух элементов ригеля. Элементы рамы представляют собой два прокатных швеллера, к которым приварены листы, усиленные продольными гофрами. Монтажные стыки элементов рамы выполняют на фланцах, соединенных высокопрочными болтами диаметром 16 мм. Такие рамы применяют в зданиях с пролетами 18 и 24 м и высотой до низа ригеля 6980 и 8180 мм, они допускают использование мостовых кранов грузоподъемностью до 5 т. В состав каркаса

кроме плоской рамы входят прогоны, располагаемые по верху ригеля с шагом 2,9 м, системы горизонтальных связей по верху ригеля и вертикальные связи по стойкам рам.

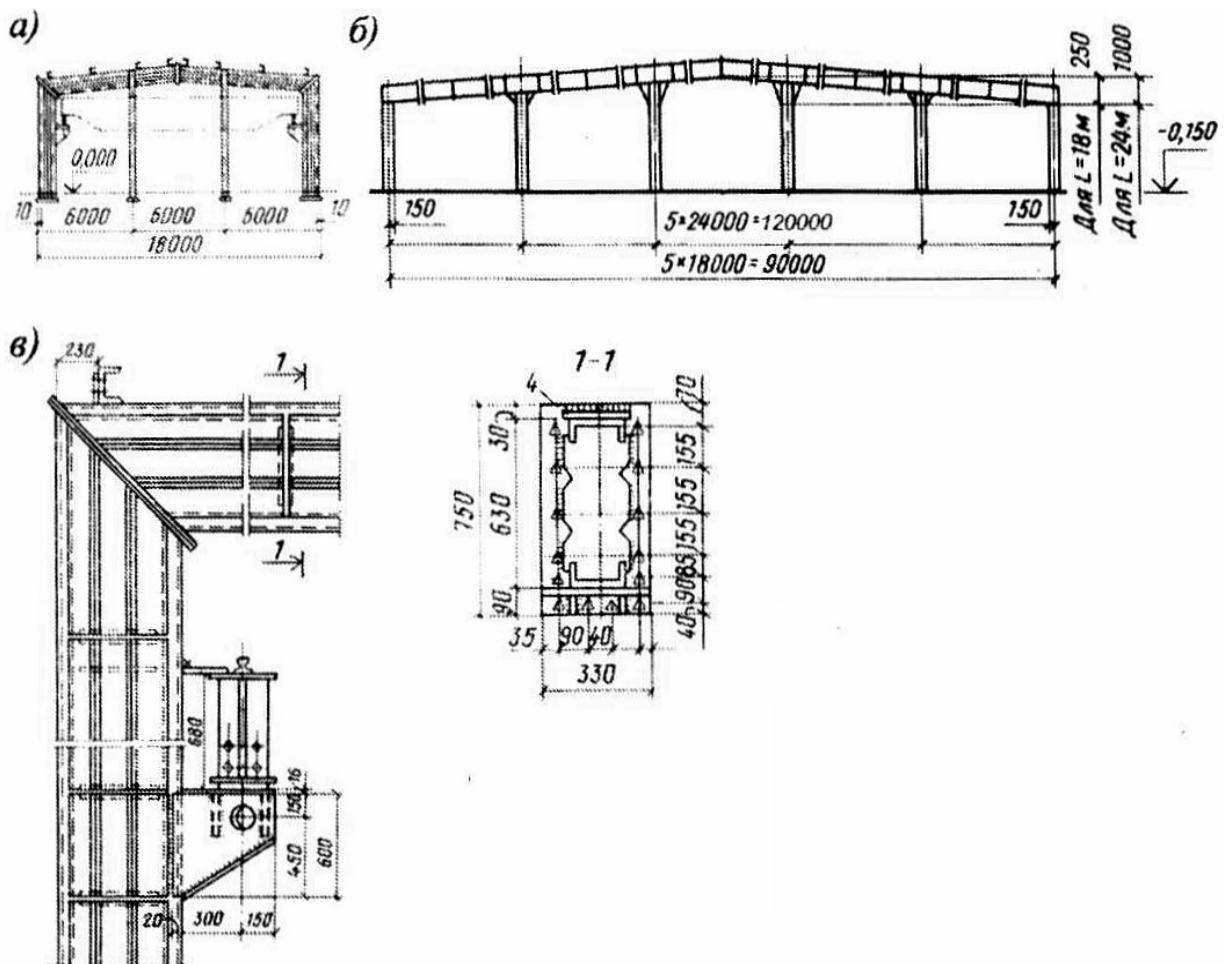


Рис. 38. Сплошнотенчатые рамы:  
 а – однопролетная рамная конструкция «Орск»;  
 б – многопролетная конструкция «Канск»;  
 в – узел опирания подкрановой балки на консоль рамы  
 и сечение ригеля в конструкции типа «Орск»

Для многопролетных зданий шириной до 120 м разработана конструкция типа «Канск» (рис. 38, б).

Рамная конструкция рассчитана на пролеты 18 и 24 м с числом пролетов от одного до пяти. Независимо от числа пролетов рама выполняется двускатной. Уклон покрытия (16 %) в ней обеспечивается разной высотой колонн средних рядов. Все элементы рамы имеют двутавровое сечение. Для ригелей используют тонкостенные сварные балки из листов высотой 900 мм и толщиной 4...8 мм, а для колонн – прокатные широкополочные двутавры. Закрепление рам к фундаментам принято жестким. В многопролетных рамах узлы сопряжения ригелей с колоннами шарнирные. Высота рам до низа ригеля крайних рядов может составлять от 4,8 до 10,8 м (через 1,2 м). Рамы допускают использование подвесных и мостовых кранов гру-

зоподъемностью соответственно до 3,2 т и до 20 т. При многопролетных рамах допускается их шаг 12 м.

**Пространственные покрытия** (оболочки) из железобетона криволинейного очертания в одном или двух направлениях позволяют создавать по сравнению с балочными системами более экономичные решения. Приведенная толщина покрытия таких систем в 2–3 раза меньше балочных.

По геометрической форме пространственные конструкции покрытий могут быть положительной и отрицательной кривизны. Используя их различные формы, можно создавать пространственные элементы покрытий значительной ширины и длины [3, 4].

Для производственных зданий различного назначения с укрупненной сеткой колонн разработаны типовые решения многоволновых оболочек положительной кривизны в двух вариантах [5, том 3]. Оба варианта оболочек рассчитаны на размеры в плане 18×24, 18×30 и 18×36. Они представляют собой выпуклый многогранник, образованный системой цилиндрических сводов. Каждая оболочка является элементом многоволнового покрытия температурного блока здания.

На рис. 39 показаны оба варианта конструктивного решения оболочек, отличающиеся друг от друга исполнением контурных ферм – из железобетона (рис. 39, а) и металла (рис. 39, б).

Конструкции обоих вариантов оболочки помимо контурных ферм собираются из ребристых плит пролетом 6 м: средние, контурные, доборные угловые и средние. Все плиты оболочек цилиндрические, криволинейные в направлении большего размера. Основные плиты размером 3×6 м окаймлены продольными и поперечными ребрами высотой 250 мм. Толщина поля плит 30...60 мм. Доборные плиты тоже ребристого типа и в местах примыкания к контурным фермам имеют размеры 0,97×6 м.

Контурные фермы из железобетона пролетом 18 и 24 м имеют безраскосное решение с уширенными стойками. Стальные контурные фермы с каркасной решеткой пролетом от 18 до 36 м выполняют из парных уголков за исключением крайних панелей верхних поясов, которые решают в виде сварных двутавров.

В варианте оболочек с металлическими контурными фермами в торцах вместо контурных ферм пролетом 18 м предусмотрены составные контурные железобетонные пояса из двух криволинейных балок длиной 9 м.

Соединение сборных элементов оболочек в единую систему обеспечивается сваркой закладных изделий и выпусков арматуры с последующим замоноличиванием бетоном. Монтаж оболочек осуществляется с предварительным укрупнением плит по три штуки в монтажные арочные блоки.

Оба варианта оболочек допускают устройство зенитных фонарей, для чего в средних плитах предусматривают проемы. Они допускают также использование подвесных кранов грузоподъемностью до 5 т.



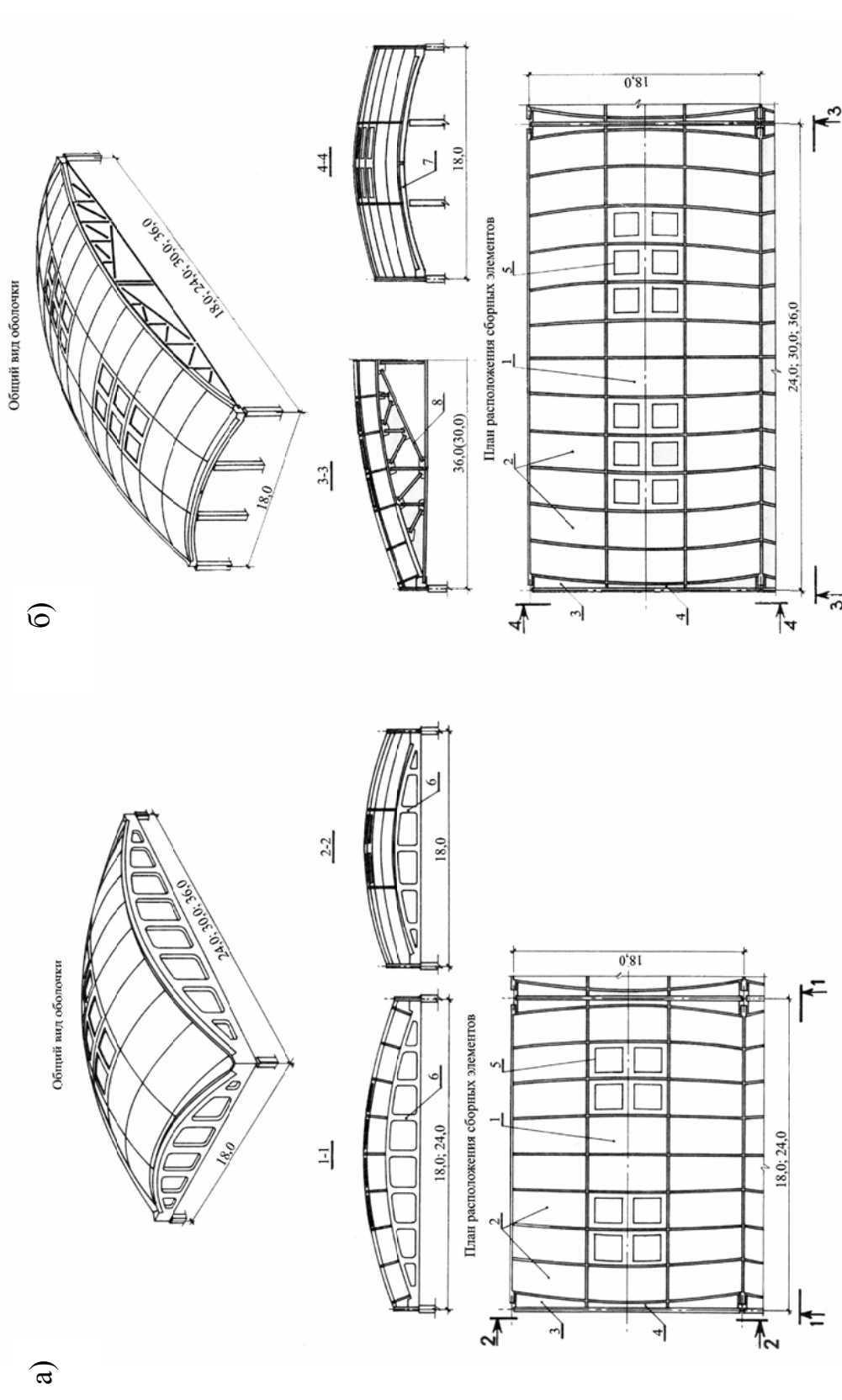


Рис. 39. Железобетонные многоволновые оболочки положительной кривизны:

а – оболочки размерами 18×24, 18×30 и 18×36 с железобетонными контурными фермами;

б – то же с металлическими контурными фермами;

1 – средняя плита; 2 – контурная плита; 3 – доборная угловая плита; 4 – доборная средняя плита;

5 – плита под зенитный фонарь; 6 – железобетонные контурные фермы; 7 – железобетонный контурный пояс;

8 – металлические контурные фермы

К пространственным системам покрытий относят и покрытия с использованием плит «на пролет» (рис. 40). Плиты такого типа укладывают вдоль пролета, опирая на подстропильные фермы или балки. В практике строительства нашли применение плиты сводчатой оболочки (КЖС) и в форме коробчатых настилов (рис. 40, а, б).

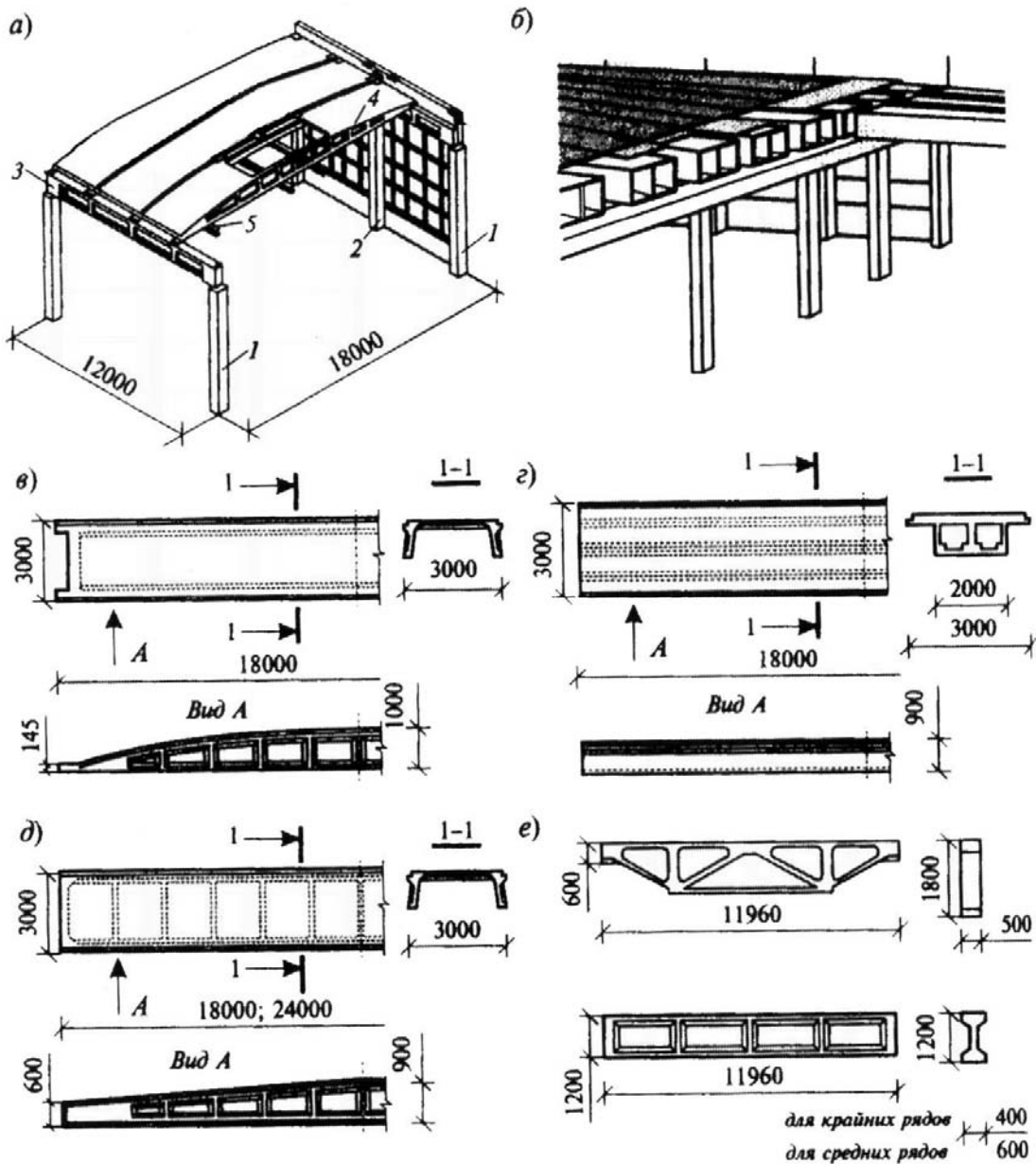


Рис. 40. Конструкции покрытия с плитами «на пролет»:  
 а – общий вид фрагмента здания с плитами типа КЖС;  
 б – то же с плитами коробчатого сечения; в – плита типа КЖС;  
 г – то же коробчатого типа; д – то же П-образного вида;  
 е – подстропильные ферма и балка;  
 1 – основные колонны каркаса (крайние и средние);  
 2 – фахверковая колонна; 3 – подстропильная балка;  
 4 – плита КЖС размером 3×18 с отверстием 2,5×6 м для зенитного фонаря;  
 5 – несущая балка подвешенного крана

Плиты типа КЖС размером  $3 \times 18$  м имеют профиль, очерченный по квадратной параболе. С продольных сторон плита усилена ребрами-диафрагмами переменной высоты (рис. 40, в). Плиты могут быть сплошными и с проемами для пропуска вентиляционных шахт и устройства зенитных фонарей размером  $6 \times 2,5$  м. Их крепят к подстропильным фермам или балкам с обязательной установкой на листовые шарниры, не допускающие защемления плит на опорах (рис. 40, е). Плиты рассчитаны на подвесные краны грузоподъемностью до 5 т, их можно применять и в зданиях с мостовыми кранами грузоподъемностью до 32 т.

Плиты коробчатого типа имеют двухпустотное сечение  $2000 \times 900$  мм с консольными свесами верхней полки по 500 мм (рис. 40, г). Такое сечение настилов позволяет помимо несущих и ограждающих функций служить и в качестве воздухопроводов. Для подачи воздуха в производственные помещения в нижней полке предусматривают отверстия размером  $700 \times 700$  мм с шагом 1500 мм. Плиты имеют длину 18 м, ширину – 3 м, их крепят к подстропильным балкам сваркой.

**Перекрестно-стержневые системы** по сравнению с плоскостными системами из ферм имеют примерно вдвое меньшую строительную высоту и экономичны по расходу материалов. Такие системы представляют собой пересечение вертикально или наклонно поставленных ферм, образующих в плоскостях верхних и нижних поясов квадратные или прямоугольные ячейки, узлы которых связаны перекрестными элементами.

С использованием различных перекрестно-стержневых систем, собираемых непосредственно в построечных условиях, на земле создают блоки, позволяющие производить монтаж покрытия укрупненными элементами (структурами). Таким конструктивным системам свойственны многообразие форм ячеек, способов изготовления элементов и сборки, профилей элементов, узловых соединений.

В производственных зданиях наибольшее применение получили структурные покрытия типа ЦНИИСК (рис. 41).

Пространственное решетчатое покрытие решено в виде блоков  $18 \times 12$  и  $24 \times 12$  м, которые komponуются из плоскостных и линейных элементов прокатного профиля (рис. 41, а, б). В направлении пролета блока (18; 24 м) устанавливают продольные верхние пояса из прокатных двутавров с шагом 2,91 м, которые могут выполнять функции прогонов (рис. 41, в). Нижние пояса блока смещены в плане на полшага относительно верхних. Пространственное решение образуется соединением верхних и нижних поясов раскосной решеткой. По торцам блок замыкают фермами пролетом 12 м. Пространственная жесткость блока обеспечивается торцевыми фермами и поперечными элементами в плоскости верхних и нижних поясов. Элементы в узлах соединяют с помощью болтов, фасонок и фланцев (рис. 41, г).

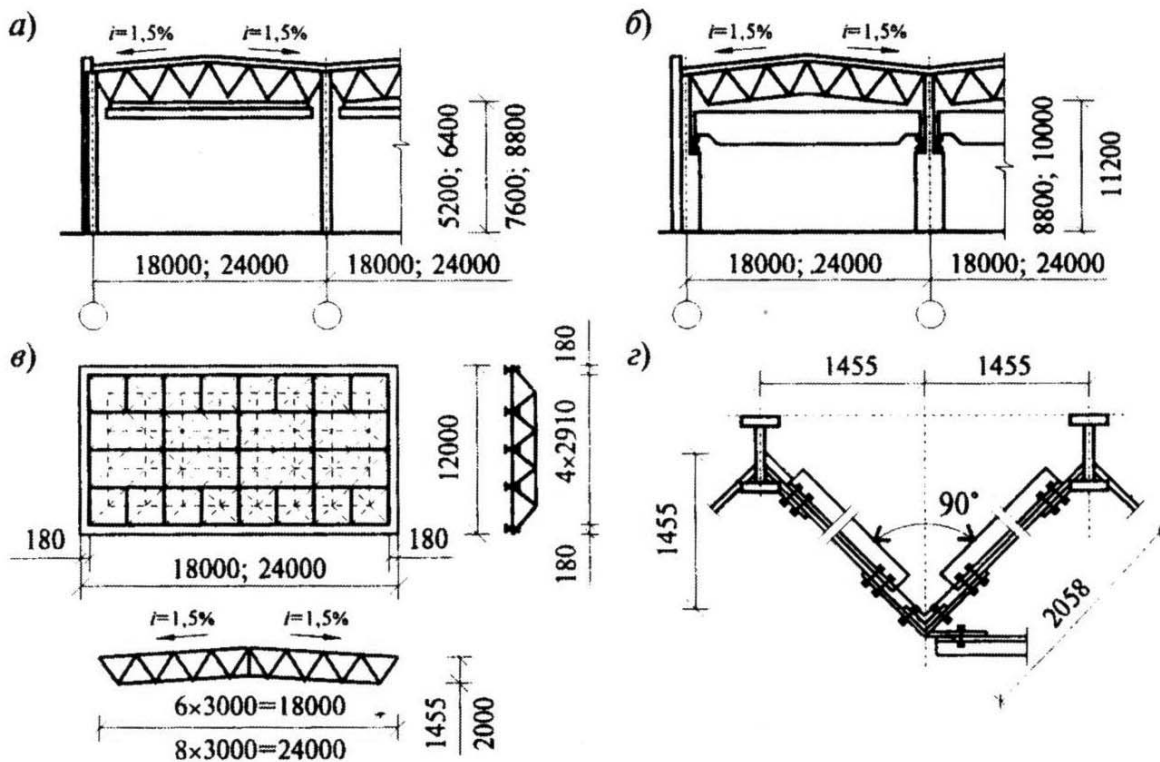


Рис. 41. Структурное покрытие типа «ЦНИИСК»:  
 а, б – габаритные схемы зданий; в – схема структуры; г – элементы складки

Покрытия типа ЦНИИСК могут быть применены в одно- и многопролетных отапливаемых зданиях при пролетах 18 и 24 м с шагом колонн 12 м и высоте от пола на низа несущих конструкций покрытия от 5,2 до 11,2 м. Они допускают устройство подвесных кранов грузоподъемностью до 3,2 т, а также мостовых кранов (до 20 т) и светоаэрационных фонарей.

Используя различные варианты компоновки структурных блоков, можно создавать и другие разнообразные по форме и размерам покрытия (24×24, 36×36 и др.).

### Контрольные вопросы

1. Плоскостные системы, фермы, рамы. Их виды.
2. Пространственные системы большепролетных покрытий. Оболочки, их виды и достоинства.
3. Покрытия с применением плит «на пролет».
4. Пространственно-стержневые системы и их достоинства.
5. Целесообразность большепролетных покрытий.

## 6. ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ

### Стены и окна. Фахверк

*Стены.* В производственных зданиях по сравнению с гражданскими зданиями они имеют особенности, т.к. более подвержены различным агрессивным воздействиям внутренней среды, имеют значительно большую длину и высоту. Для отапливаемых и неотапливаемых производственных зданий они могут быть выполнены из кирпича, мелко- и крупноразмерных блоков и панелей. По индустриальным соображениям предпочтение следует отдавать панельным конструкциям.

Панельные конструкции стен в одноэтажных и многоэтажных производственных зданиях решают с горизонтальной или вертикальной разрезкой. На рис. 42 показаны варианты таких разрезов на примере одноэтажных зданий. При обоих вариантах для восприятия массы панелей и ветровых нагрузок и передачи их на элементы каркаса здания предусматривают фахверк.

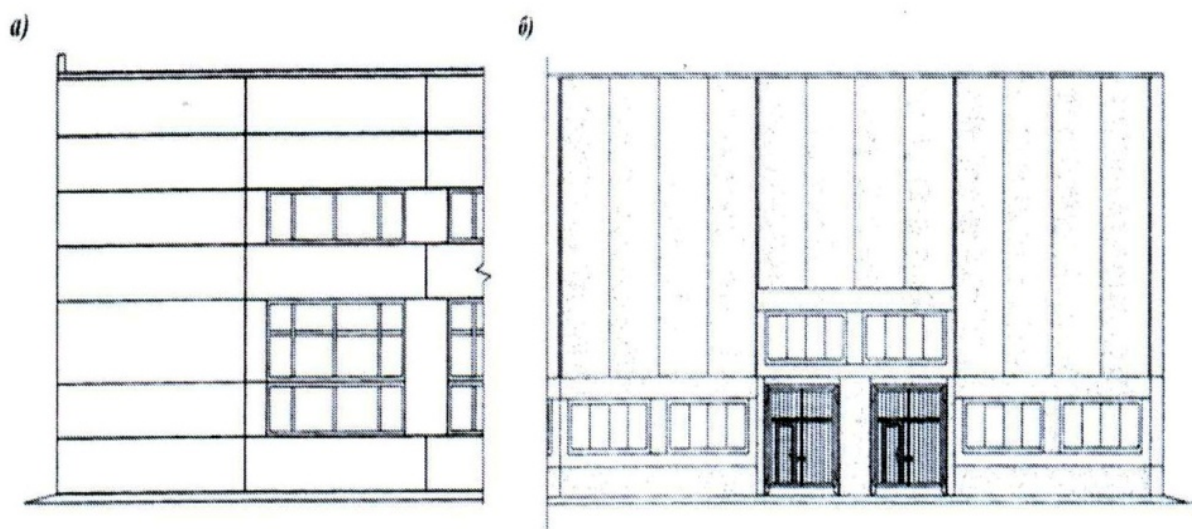


Рис. 42. Варианты разрезки стен на панели одноэтажного промышленного здания:

- а – горизонтальная с самонесущими и ненесущими стенами;
- б – вертикальная в сочетании с горизонтальной

*Фахверк* представляет собой легкий вспомогательный каркас, располагаемый между колоннами основного каркаса.

Конструкции фахверка могут состоять только из колонн и из колонн и ригелей (рис. 43, а, б). Первая конструктивная схема применяется в основном при панельных конструкциях стен горизонтальной разрезки; вторая – при высоких и протяженных самонесущих стенах, ослабленных проемами окон, ворот, а также в стенах из легких панелей с вертикальной разрезкой.

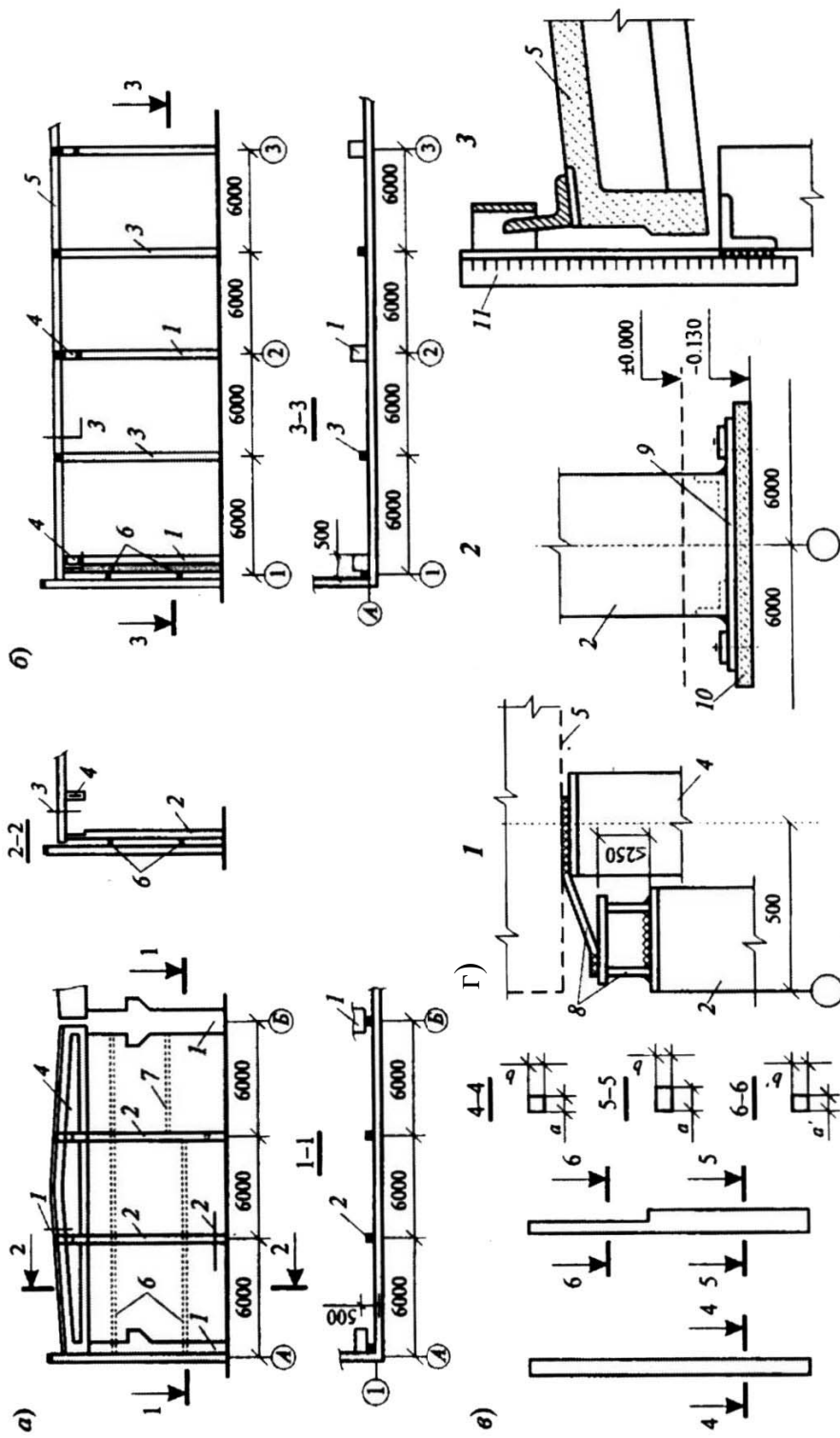


Рис. 43. Фахверк при железобетонных каркасах:

а – торцевой фахверк; б – то же продольный; в – сборные железобетонные колонны фахверка;  
 г – конструктивные узлы (1 – гибкий шарнир сопряжения фахверковой колонны со стропильной конструкцией;  
 2 – соединение фахверковой колонны с фундаментом; 3 – крепление к паралетным панелям);

1 – колонны каркаса; 2 – колонны торцевого фахверка;  
 3 – то же продольного; 4 – стропильная конструкция; 5 – плиты покрытия;  
 6 – ригели фахверка; 7 – надворотный ригель; 8 – шарнирное соединение;  
 9 – стальная пластина толщиной 20 мм; 10 – бетон В 12,5; 11 – стальная насадка

Элементы фахверка выполняют из железобетона или металла. Выбор материала зависит от высоты этажей и условий эксплуатации.

В одноэтажных производственных зданиях с каркасом из железобетона высотой от пола до низа несущих конструкций до 14,4 м, с пролетами до 36 м и с мостовыми или подвесными кранами применяют железобетонный фахверк. Железобетонные колонны фахверка могут иметь сплошное или ступенчатое сечение (рис. 43, в). Сечение колонн сплошного сечения с обычным армированием может составлять от 300×300 до 600×400 мм; с предварительно напряженным армированием – 300×300 мм. Колонны ступенчатого типа имеют размеры сечения в пределах высоты от пола до низа стропильных конструкций от 400×300 до 600×400 мм; в пределах высоты стропильных конструкций – 300×300 и 300×400 мм. Длина колонн с учетом высоты стропильных конструкций и заделки в фундамент может составлять от 3700 мм (высота этажа 3,0 м) до 17500 мм (высота этажа 14,4 м). Ступенчатые колонны применяют в зданиях высотой от 6 м и выше. Верхнюю часть колонн фахверков соединяют со стропильными конструкциями посредством гибких шарниров, обеспечивающих передачу только горизонтальных (ветровых) нагрузок от стоек фахверка на основной каркас (рис. 43, г 1). Железобетонные колонны фахверка опирают на самостоятельные фундаменты (рис. 43, г 2).

Стальные колонны фахверка в одноэтажных зданиях (рис. 44) применяют в основном при стальных каркасах, а также при железобетонных каркасах в пролетах высотой более 14,4 м и часто вместо железобетонных в углах у торцевых стен (см. рис. 47). Их выполняют из обычных, широкополочных и сварных двутавров или коробчатого сечения, образуемого из двух швеллеров. В верхней части, выше низа несущих конструкций покрытия, к фахверковым колоннам крепят надставки, посредством которых через гибкие шарниры передаются горизонтальные усилия на несущие конструкции (рис. 44, сечение 1–1). К надставкам присоединяют насадки для крепления парапетных панелей. Стальные колонны фахверка опирают на самостоятельные фундаменты через опорную плиту на отметке – 0.130 (рис. 44, сечение 3–3), а в случае расположения рядом с колоннами каркаса – на фундаменты последних.

Ригели фахверка разделяют на несущие и ветровые. Несущие ригели воспринимают нагрузки от стен и ветра, а ветровые – только от ветра. Ригели выполняют: ветровые – из прокатных или гнутых швеллеров и трубчатого сечения; несущие – из двутавров. При ненесущих панелях облегченного типа применяют в основном сечения из гнутых швеллеров и прямоугольных труб (см. рис. 48, б). При вертикальной разрезке стен на панели расстояния между ригелями по высоте устанавливают в увязке с длиной панелей. Их обязательно устанавливают над оконными и воротными проемами. К колоннам фахверка и каркаса ригели крепят шарнирно (рис. 44, сечение 2–2).

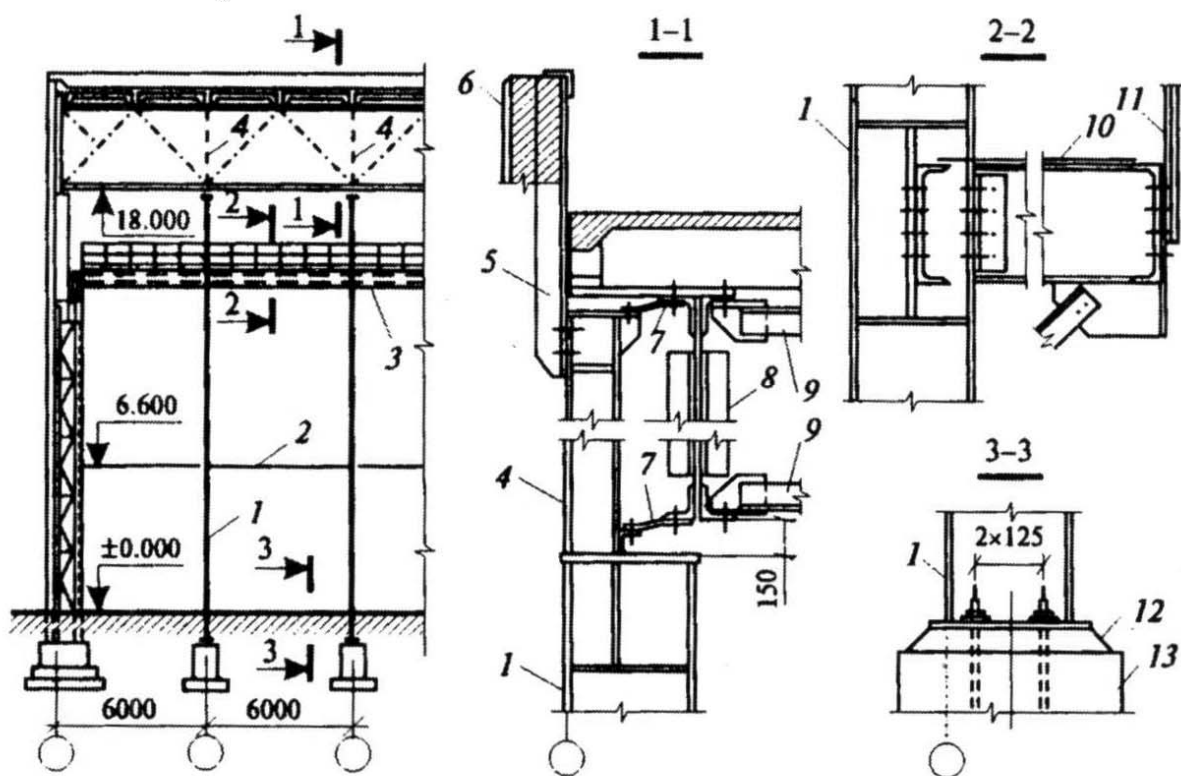


Рис. 44. Фахверк при стальном каркасе (схема торцевого фахверка, детали):  
 1 – фахверковая колонна; 2 – ригель фахверка;  
 3 – ремонтная площадка крана; 4 – надставка; 5 – насадка; 6 – парапет;  
 7 – гибкий шарнир; 8 – стропильная ферма;  
 9 – связи по верхнему и нижнему поясам ферм; 10 – рифленая сталь;  
 11 – ограждение; 12 – цементно-песчаный раствор; 13 – фундамент

Панельные конструкции стен решают по двум схемам: навесной (ненесущей) и самонесущей. Навесные схемы имеют наибольшее распространение, так как обладают лучшей устойчивостью, более надежны при различных нагрузках и воздействиях и больших перепадах температур.

Для навесных схем характерна горизонтальная и вертикальная разрезы. При горизонтальной разрезке (см. рис. 42, а) упрощается крепление панелей к колоннам и отпадает необходимость применения ригелей фахверка. Такая разрезка характерна для стен из бетонных и железобетонных панелей. Панели подразделяют на рядовые, в том числе межколонные, угловые и парапетные. При самонесущих конструкциях стен применяют панели-перемычки.

Согласно унификации при горизонтальной разрезке высоту рядовых стеновых бетонных и железобетонных панелей подчиняют модулю 300 мм и принимают 1,2 и 1,8 м, парапетных 0,9 и 1,5 м. Цокольную панель в основном выполняют высотой 1,2 м, но она может быть и выше, если это диктуется технологическими соображениями. В многоэтажных зданиях



высоты панелей согласуются с высотами этажей и оконных проемов. На рис. 45 показаны схемы раскладки панелей по условиям унификации в одноэтажных и многоэтажных зданиях.

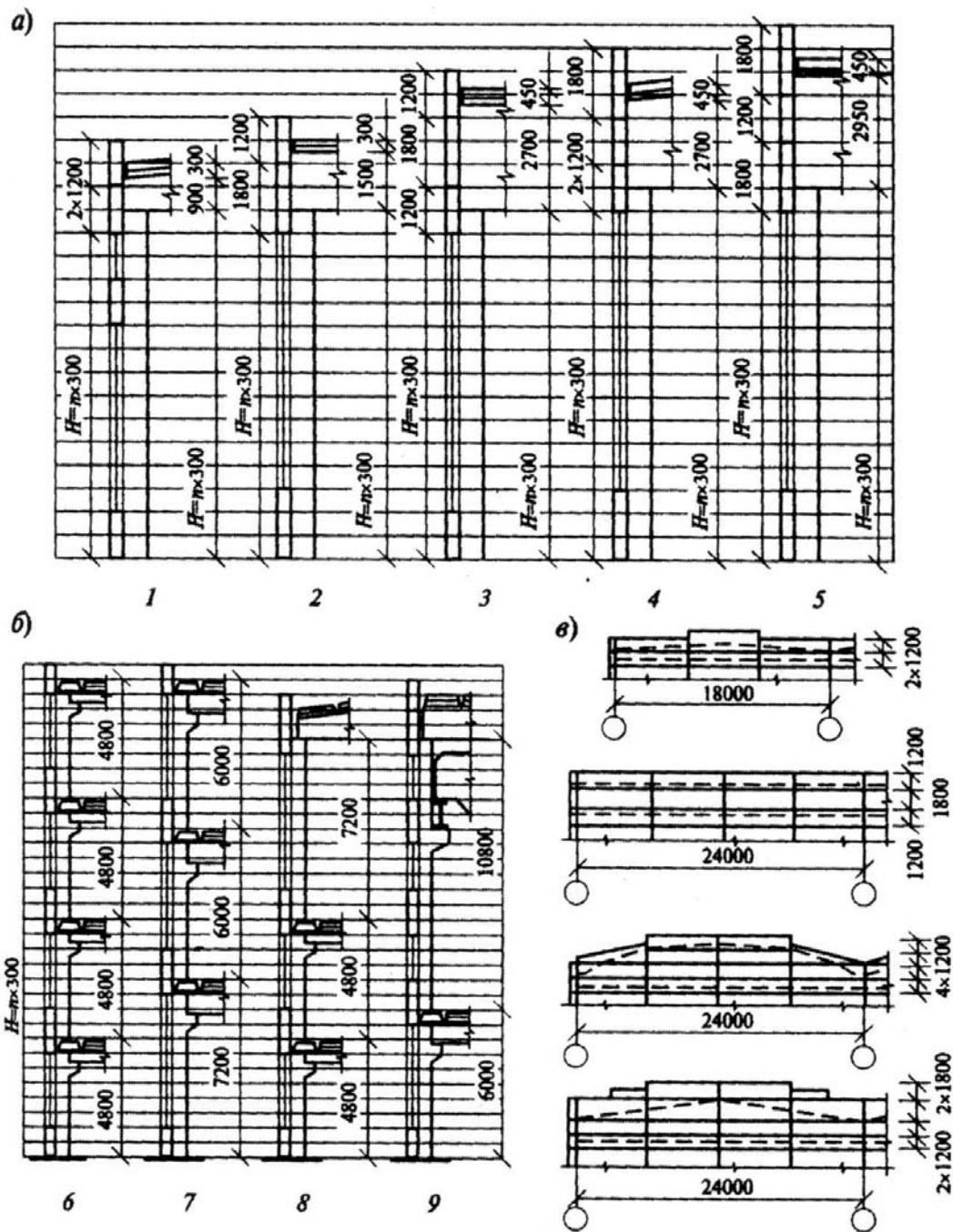


Рис. 45. Схема раскладки панелей по условиям унификации:  
 а – в продольных стенах одноэтажных зданий;  
 б – то же многоэтажных зданий; в – в торцевых стенах одноэтажных зданий;  
 1 – 3 – при железобетонных балках и фермах покрытия;  
 4, 5 – при стальных фермах покрытия;  
 6, 7 – в многоэтажных зданиях с высотами этажей 4,8 и 6 м;  
 8 – то же с увеличенным верхним этажом;  
 9 – в двухэтажном здании с железобетонным каркасом

Длину горизонтальных панелей принимают в зависимости от места их расположения и организации оконных проемов.

В отапливаемых зданиях номинальная длина панелей может быть 6,0; 3,0; 1,5 м и иной, но в соответствии с унификацией. Исключение составляют угловые панели, длина которых увеличивается на размер толщины торцевой стены (см. рис. 47, г). Панели могут быть однослойными и многослойными.

Однослойные панели из легких бетонов плотностью до  $1600 \text{ кг/м}^3$  (керамзитобетон, шлакопемзобетон, аглоперлитобетон и др.) допускаются в зданиях с относительной влажностью до 75 %. По теплотехническим требованиям они допустимы в условиях теплого климата. Панели изготавливают высотой 1,2; 1,8 и 0,9 м и толщиной 200, 250 и 300 мм (рис. 46, а).

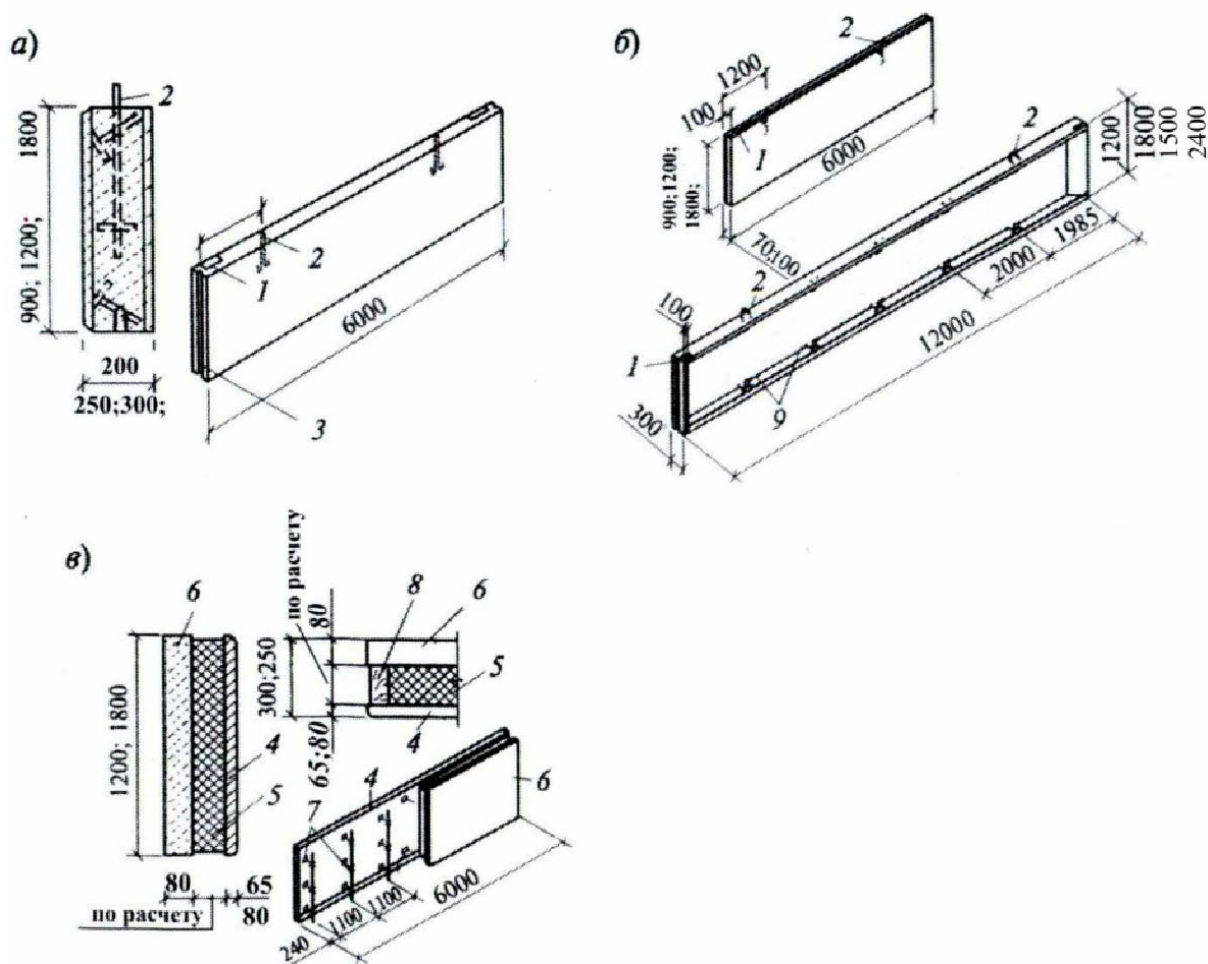


Рис. 46. Панели из легких бетонов и железобетона:  
 а – однослойные длиной 6 м (общий вид, сечение);  
 б – железобетонные панели неотапливаемых зданий длиной 6 м и 12 м (общий вид);  
 в – трехслойная панель длиной 6 м (сечение и общий вид);  
 1 – закладные детали; 2 – монтажные петли; 3 – паз для растворной шпонки;  
 4 – наружная железобетонная плита; 5 – эффективный утеплитель;  
 6 – внутренняя железобетонная плита; 7 – гибкие связи;  
 8 – антисептированный брус; 9 – усиливающие ребра

В неотапливаемых зданиях длина панелей может быть 6 и 12 м (рис. 46, б). Панели длиной 6 м выполняют однослойными из легких бетонов толщиной 70 мм, из тяжелых бетонов – 100 мм; панели длиной 12 м, усиленные продольными ребрами высотой 300 мм, выполняют из легких и тяжелых бетонов с предварительно напряженной арматурой. Высота панелей для неотапливаемых зданий может быть 1,2; 1,5; 1,8 и 2,4 м.

Длина рядовых межоконных панелей согласуется с размерами окон и может составлять 0,6; 0,75; 1,5; 3,0 м.

Более широкие возможности применения имеют трехслойные железобетонные панели с эффективным утеплителем (рис. 46, в). Их можно использовать в разнообразных климатических условиях и производственных средах (за исключением сильноагрессивных и мокрых производств). Основные слои панелей выполняют из тяжелого или легкого бетона. Толщина внутреннего слоя составляет 80 мм; наружного – 65 мм при тяжелом бетоне и 80 мм – при легком бетоне.

В качестве теплоизоляционного слоя панелей могут быть использованы минеральная вата на основе базальтового волокна на битумно-минеральном или синтетическом связующем (плотностью до  $150 \text{ кг/м}^3$ ) и полистирольные пенопласты. Опыт эксплуатации панелей показал, что при пенопластовых утеплителях имеют место большие недостатки: подверженность разрушению в процессе пропаривания панелей в специальных камерах при их изготовлении, токсичность при пожарах и при воздействии мокрой среды. Теплоизоляционные плиты в панелях могут располагаться в один или несколько слоев. Толщина утепляющего слоя устанавливается теплотехническим расчетом.

Наружные и внутренние слои в трехслойных панелях связывают между собой гибкими соединениями в виде отдельных металлических и неметаллических щелочностойких материалов.

Наружные стороны всех видов панелей можно офактуривать цементно-песчаным раствором толщиной 20 мм, различными фасадными плитками и материалами; внутренние поверхности – цементно-песчаным раствором.

При навесных стенах каждую панель опирают на столики, привариваемые к закладным деталям колонн. Столики представляют собой консоли из уголков с диафрагмой, которая заделывается в вертикальный шов между панелями (рис. 47, а). В местах поперечных температурных швов столики устанавливают без диафрагм, так как в этих местах панель доходит до координатной оси. Фиксация панели в заданном положении осуществляется креплением ее верхней части к колоннам. Крепление может быть гибким или жестким. В основном применяют гибкое крепление при помощи гибких анкеров или сцепа из уголков (рис. 47, б). В зданиях с повышенными требованиями к интерьеру применяют крепления скрытого типа, состоящие из скобы и крюка (рис. 47, в).

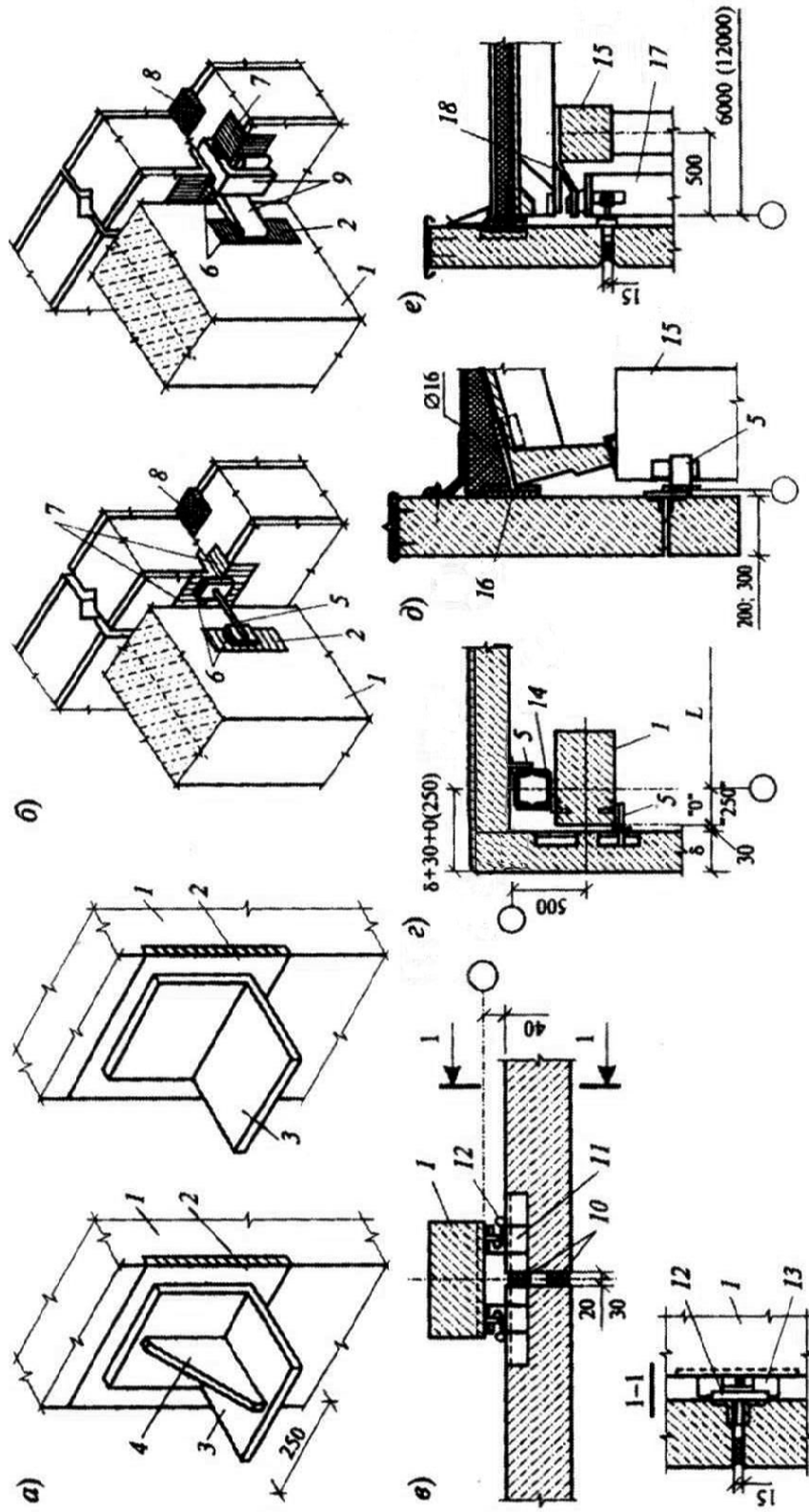


Рис. 47. Детали конструкций стен из бетонных и железобетонных панелей горизонтальной разрезки:  
 а – консольные столики для опирания панелей; б – варианты гибкого крепления панелей к колоннам;  
 в – скрытое крепление посредством скобы и крюка; г – крепление угловых панелей к колоннам каркаса и фахверка  
 (нулевая привязка); д – крепление стеновой панели к покрытию по продольной оси (нулевая привязка);  
 е – крепление фронтонной панели торцевой стены; 1 – колонна; 2 – закладная деталь; 3 – консольный столик из уголка;  
 4 – диафрагма; 5 – гибкая связь; 6 – сварка при монтаже; 7 – закладной элемент панели; 8 – синтетическая прокладка;  
 9 – сепл из уголков 125×14 мм длиной 100 мм; 10 – герметизирующая мастика; 11 – крюк из пластины 80×55×14 мм;  
 12 – стержень диаметром 14 и длиной 100 мм; 13 – скоба из пластины 120×34×12 мм; 14 – стойка торцевого фахверка;  
 15 – верхний пояс стропильной конструкции; 16 – стержневой сепл; 17 – стальная надставка фахверковой колонны;  
 18 – гибкий шарнир

В торцевых стенах панели крепят к фахверковым колоннам. В углах зданий, где основные колонны каркаса сдвинуты с поперечной оси на 500 мм, применяют удлиненные панели (рис. 47, г).

В парапетной части панели прикрепляют к опорной части несущих конструкций покрытия и плитам покрытия (рис. 47, д, е), а в торцевых стенах – к стальным надставкам фахверковых колонн.

Горизонтальные и вертикальные швы между панелями заполняют упругим и эластичным материалом, обладающим водонепроницаемостью, атмосферостойкостью и теплотехническими качествами (синтетические профильные прокладки из пороиола и гернита, герметизирующие мастики и др.). Цементно-песчаный раствор в качестве заполнителя швов не рекомендуется.

Легкобетонные и железобетонные панели горизонтальной разрезки, обладая рядом достоинств (долговечность, стойкость в различных средах и др.), имеют большую массу, что утяжеляет каркас здания, обладают ограниченными теплотехническими качествами. В связи с этим более широкое применение получают панели облегченного типа с вертикальной разрезкой.

Наиболее широкий ассортимент имеют трехслойные панели с металлическими обшивками. Отечественная стройиндустрия производит разнообразные модификации панелей, отличающиеся использованием различных профилей наружных и внутренних обшивок, способами оформления стыков и материалами утепляющего слоя.

На рис. 48 показан вариант конструкции стен из трехслойных металлических панелей, выпускаемых компанией «Вентал» в Калужской области.

Панели рассчитаны на вертикальную разрезку с навешиванием на ригели фахверка (рис. 48, а, б). Конструкция панели (рис. 48, в) состоит из наружной и внутренней облицовок и эффективного теплоизоляционного слоя. Для облицовок используются разнообразные профили из тонколистовой стали толщиной 0,5...0,7 мм (рис. 48, г). С наружной поверхности листы имеют коррозионно-стойкое полимерное или лакокрасочное покрытие, а с внутренней – защитный полиэфирный или эпоксидный грунт. Полимерное покрытие обеспечивает высокое сопротивление к истиранию, устойчиво к взаимодействию с кислотными средами и воздействию ультрафиолетового облучения. Полимерные покрытия могут иметь различную расцветку.

В рассматриваемом примере в качестве утепляющего слоя приняты плиты из минеральной ваты на основе базальтового волокна, скрепленного синтетическим связующим. Утеплитель из такого материала обладает хорошими водоотталкивающими свойствами, огнестойкостью и нетоксичностью. Для обеспечения прочного соединения облицовок и утеплителя использован высококачественный клей на полиуретановой основе.

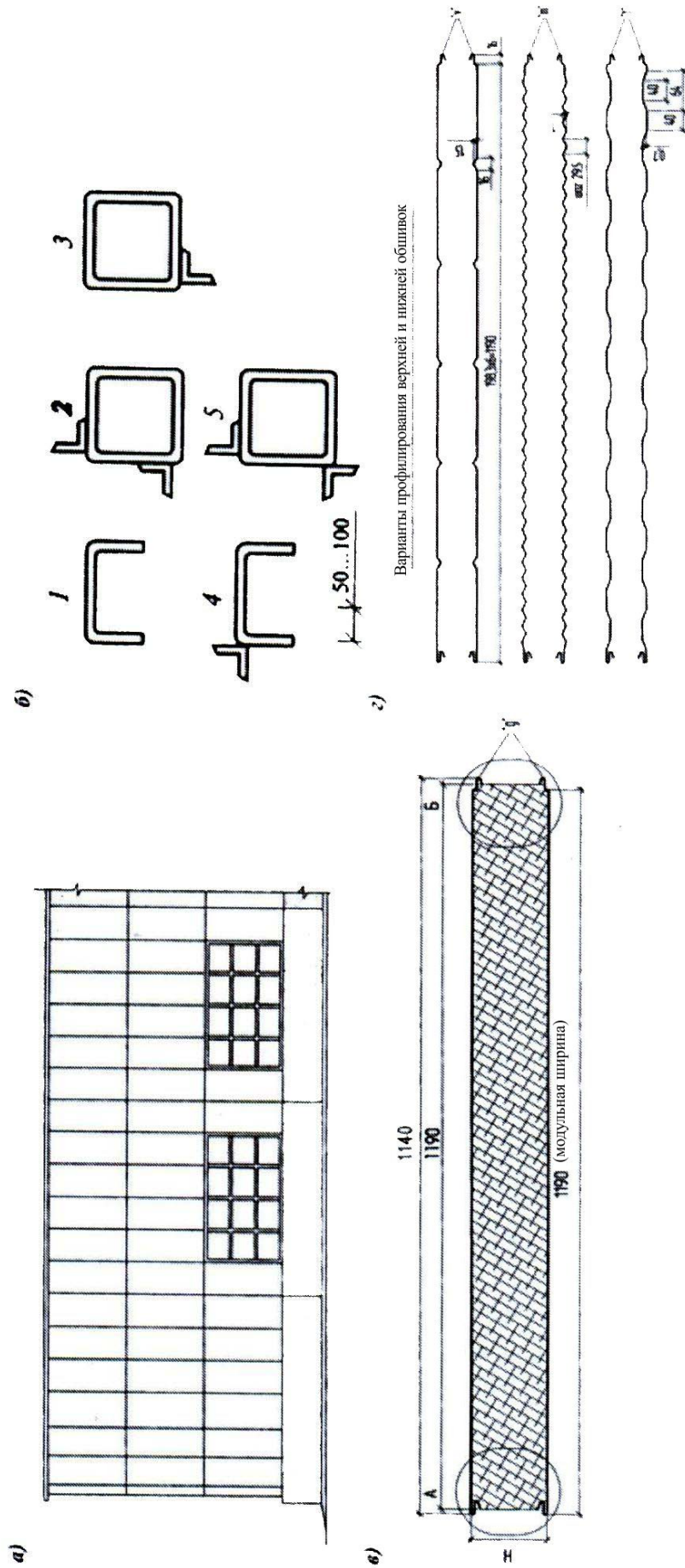


Рис. 48. Стены из металлических панелей:  
 а – фрагмент фасада; б – сечение ригелей (рядового 1, опорного надоконного 2, опорного подоконного 3, стыкового 4 и цокольного 5); в – стеновая трехслойная панель фирмы «Венталл»;  
 г – варианты профилирования верхней и нижней обшивки панелей

Панели изготавливают шириной 1190 и 1140 мм, длиной от 2,5 до 12 м и толщиной от 50 до 250 мм. Другие заводы-изготовители выпускают панели несколько иной ширины (990, 1050 мм и др.) с использованием других профилей обшивок, материалов утепляющего слоя и способов соединения друг с другом.

Панели компании «Вентал» при вертикальном монтаже устанавливают гребнем вперед «шип в паз». Продольные стороны панели соединяют посредством замка типа «паз» (рис. 49, а, б). В замок смонтированной панели наносят уплотняющий герметик для наружных работ. В качестве герметизирующего материала используют бутилкаучуковый шнур с высокой адгезионной способностью. Торцевые соединения панелей (горизонтальные швы) производят на ригелях фахверка. Стыки тщательно заделывают минеральной ватой и закрывают комплектом нащельников с использованием самоклеящейся уплотнительной ленты, самонарезающихся шурупов и винтов с герметизирующими шайбами (рис. 49, в, г). Наружные углы зданий решают с использованием специальных угловых нащельников (рис. 49, д, е).

В местах примыкания вертикальных панелей к настилу покрытия (парапетные участки) предусматривают тщательную заделку с использованием полимерной отверждаемой мастики, монтажной ленты и различных холодногнутых профилей (рис. 49, ж).

Монтаж стен из металлических панелей можно производить и с горизонтальной разрезкой. При этом варианте панели крепят непосредственно к колоннам каркаса или фахверка (рис. 49, в, г, е).

При обоих вариантах монтажа панели в цокольной части устанавливают на железобетонные панели (рис. 50).

При вертикальном монтаже панели в цокольной части устанавливают на слой минеральной ваты, уложенной по поддерживающему холодногнутому уголку (рис. 50, а), а при горизонтальном монтаже – на слой минеральной ваты, уложенной по холодногнутому швеллеру (рис. 50, б). Уголки и швеллеры крепят к цокольной конструкции дюбелями-гвоздями с шагом 600 мм. Соединения на цоколе при обоих вариантах монтажа панелей закрывают холодногнутыми профилями с тщательной заделкой бутилкаучуковым герметиком и самоклеящейся уплотнительной лентой.

*Окна.* Размеры и конструкции окон в производственных зданиях должны обеспечивать необходимые условия освещения и воздухообмена, обладать хорошими тепло- и звукозащитными свойствами, быть долговечными и удобными в эксплуатации.

Окончательные размеры, формы и месторасположение световых проемов назначают на основании светотехнических расчетов [17, 19, 13], увязанных с требованиями модульной координации и архитектурного замысла решения фасадов.

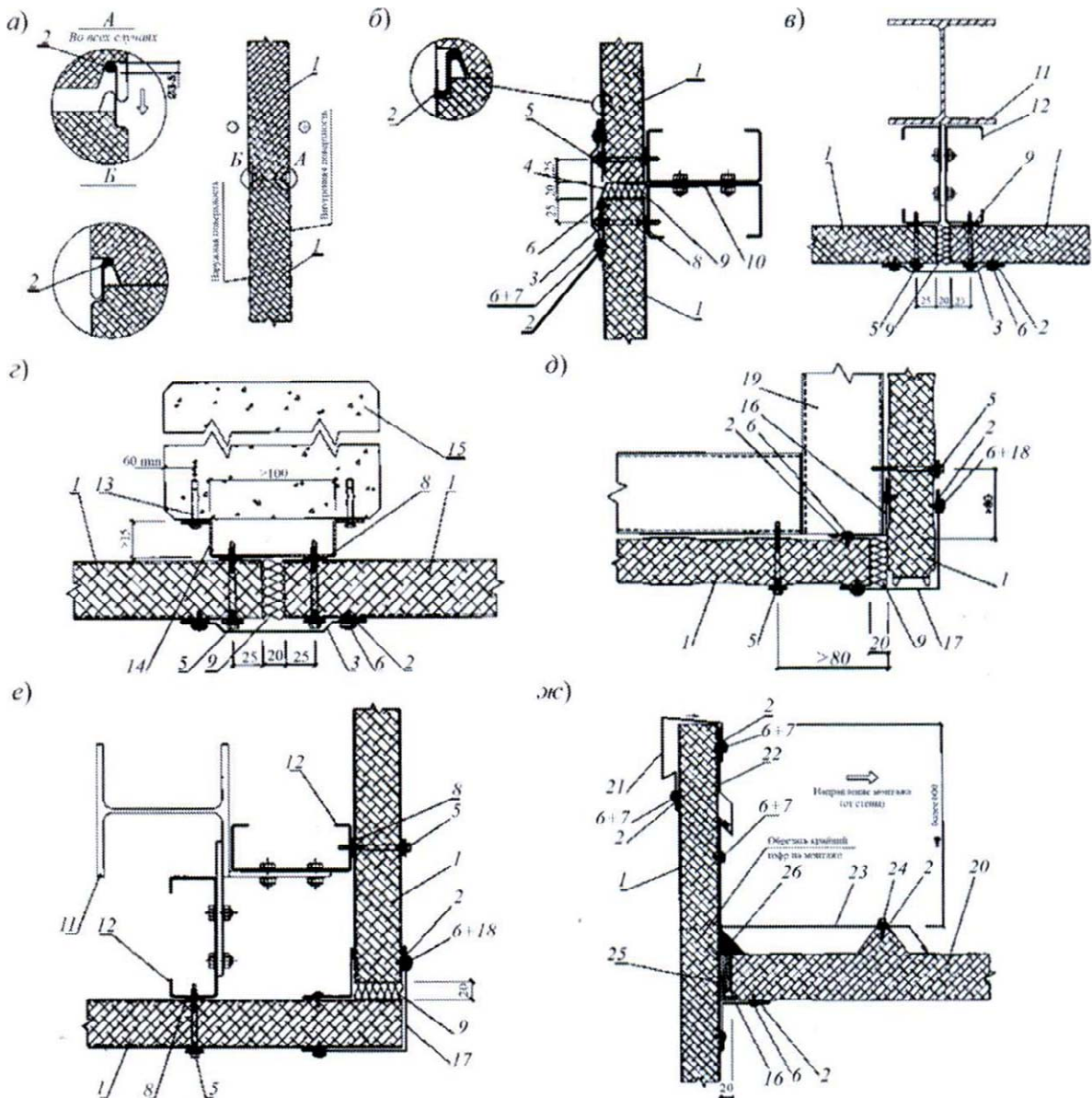


Рис. 49. Узлы соединений металлических панелей (фирмы «Венталл»):

а – замок стеновых панелей; б – стык вертикальных панелей;

в – то же горизонтальных на стальной колонне;

г – то же на железобетонной колонне;

д – наружный угол при вертикальном монтаже панелей;

е – то же при горизонтальном монтаже панелей; ж – соединения с парапетом;

1 – стеновая панель; 2 – герметик для наружных работ или бутилкаучуковый

шнур; 3 – профиль холодногнутый НФ20; 4 – профиль холодногнутый НФ21;

5 – шуруп-саморез с шайбой, тип SDT, шаг 400 мм;

6 – саморез с шайбой 4,2 x 14, шаг 300 мм; 7 – герметизирующая шайба F 14;

8 – самоклеящаяся уплотнительная лента; 9 – минеральная вата;

10 – металлический стеновой прогон со столиком;

11 – колонна (сварной двутавровый профиль); 12 – холодногнутый С-образный

профиль; 13 – дюбель-гвоздь Spike, шаг 400 мм; 14 – профиль холодногнутый

$t = 2$  мм ОЦ; 15 – железобетонная колонна; 16 – профиль холодногнутый НФ3;

17 – профиль холодногнутый НФ25; 18 – шайба герметизирующая;

19 – элементы металлического каркаса (прогоны); 20 – кровельная панель;

21 – профиль холодногнутый НФ10; 22 – профиль холодногнутый НФ11;

23 – профиль холодногнутый НФ16; 24 – шуруп SL2-T-A14 4,8 x 20, шаг 300 мм;

25 – монтажная лента; 26 – полимерная отверждаемая мастика



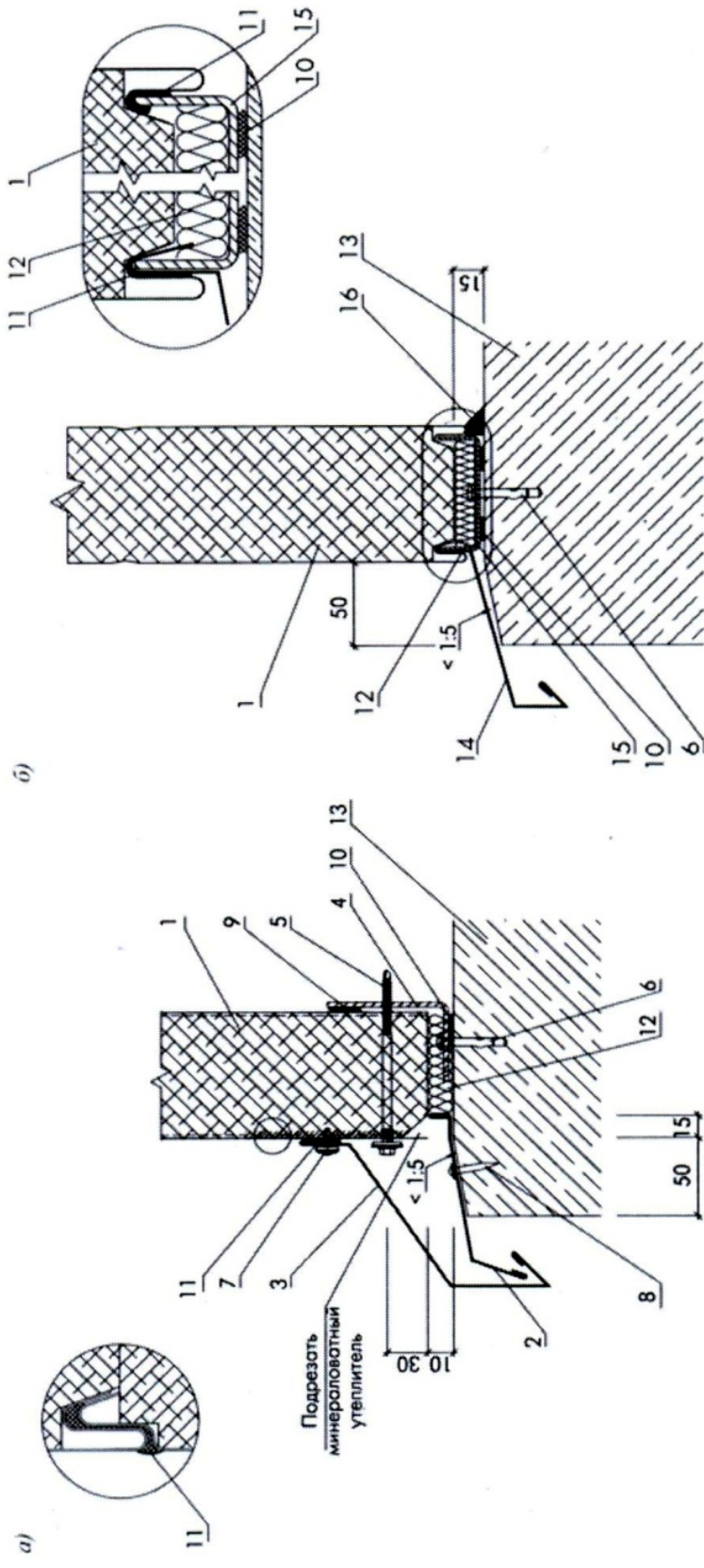


Рис. 50. Монтаж металлических панелей на цоколе:

- а – вертикальный монтаж панелей; б – то же, горизонтальный;
- 1 – стеновая панель «Венталл-С3»; 2 – профиль холодногогнутый НФ22; 3 – профиль холодногогнутой НФ23;
- 4 – уголок холодногогнутой ОЦ 70×50×2 мм; 5 – шуруп-саморез с шайбой тип SDT5, шаг 400 мм;
- 6 – дюбель-гвоздь Spike DL 10×4,8×32, шаг 600 мм; 7 – саморез 4,2×14 с шайбой F14, шаг 300 мм; 8 – дюбель;
- 9 – самоклеящаяся уплотнительная лента; 10 – бутилкаучуковый герметик-лента «Абрис С-ЛБ» 2×15 мм;
- 11 – герметик для наружных работ; 12 – минеральная вата Isover КТ-11 толщиной 50 мм; 13 – цоколь;
- 14 – профиль холодногогнутой НФ24; 15 – профиль холодногогнутой ПП1; 16 – полимерная отверждаемая мастика

Световые проемы в стенах могут быть в форме отдельных окон и лент (рис. 51). Учитывая повышенные требования к теплозащите зданий и высокую стоимость конструкций световых заполнений, в производственных зданиях преимущественно используют световые проемы в форме отдельных окон. Ленточные и сплошные проемы допускаются в строго обоснованных случаях.

Конструктивно оконные проемы в производственных зданиях могут быть заполнены панелями, блоками с переплетами, профильным стеклом, стеклопакетом или комбинированно, например, переплеты и стеклопакеты и т.п. Заполнение панелями длиной на шаг колонн 6 м применяют при ленточных и сплошных вариантах организации светопроемов, а также в отдельных светопроемах шириной на шаг колонн.

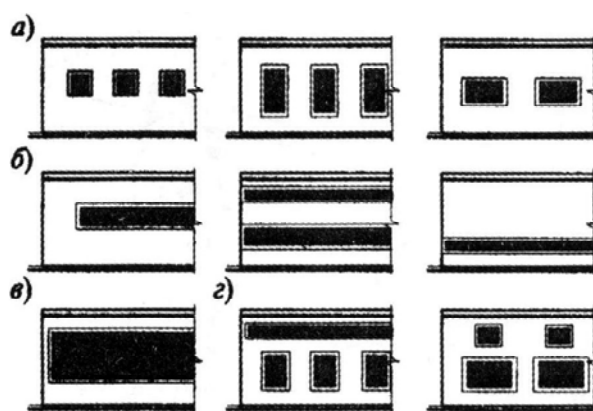


Рис. 51. Типы оконных проемов промышленных зданий:  
а – отдельные; б – ленточные; в – сплошные;  
г – варианты сочетания различных видов проемов

Наибольшее применение в производственных зданиях имеют конструктивные решения оконных заполнений блоками.

Блоки с переплетами выполняют из дерева, стали, алюминия или комбинированно: дерево – алюминий. Номенклатура индустриальных стандартных блоков весьма широка и увязана с размерами стеновых панелей. Она включает помимо размеров по ширине и высоте способы соединения переплетов (неподвижные или подвижные), количество остеклений и различную фурнитуру. В открывающихся окнах предусматривают фрамуги (створки). По способу открывания они могут быть распашными, поворотными, откидными, поворотно-откидными и раздвижными.

Деревянные окна могут быть рекомендованы только для производственных зданий с нормальным температурно-влажностным режимом и с повышенными требованиями к чистоте. В целях снижения деформации элементов окна при изменении температурно-влажностного режима эксплуатации их выполняют из цельной древесины или клееными из брусков, подвергнутых специальной пропитке, стойкой по отношению к огню и гнили.

Номинальные габаритные размеры стандартных оконных блоков приняты: по ширине 1,5; 3,0 и 4,5 м; по высоте 1,2 и 1,8 м. По способу открывания их выполняют глухими и с открыванием внутрь или наружу (рис. 52, а).

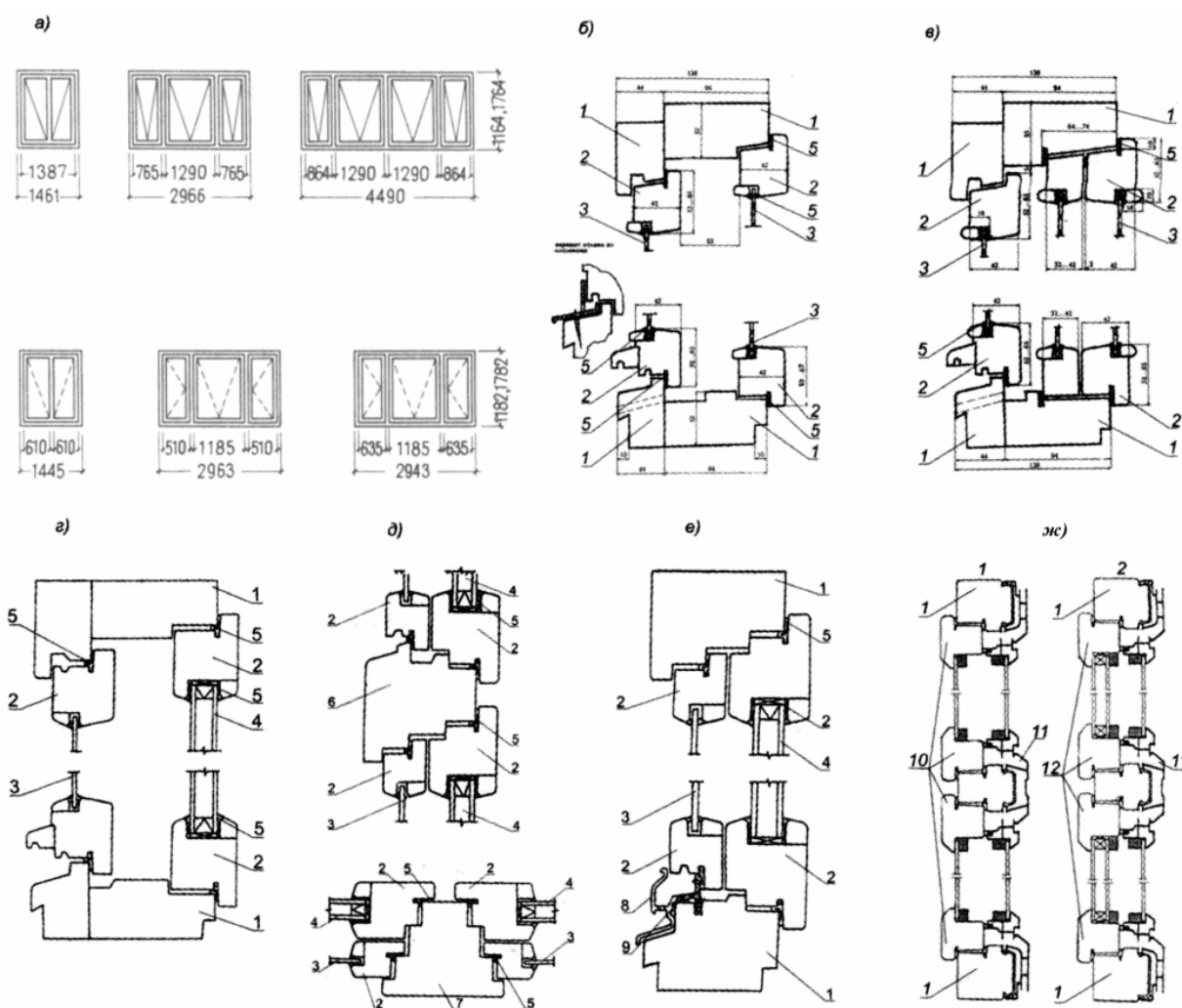


Рис. 52. Примеры конструктивных решений деревянных окон:  
 а – типы оконных блоков с открыванием створок наружу и внутрь;  
 б – оконный блок раздельной конструкции с самостоятельным наружным одинарным изделием;  
 в – раздельно-спаренная конструкция с тройным остеклением;  
 г – вариант с остеклением «стекло + однокамерный стеклопакет» в оконном блоке раздельной конструкции;  
 д – то же спаренной конструкции с импостным решением (вертикальное и горизонтальное сечение переплетов);  
 е – то же спаренной конструкции с распашным открыванием створок с алюминиевым дождезащитным профилем и термовставкой;  
 ж – дерево-алюминиевая спаренная конструкция (1-листовое или 2-листовое стекло и стеклопакет); 1 – коробка; 2 – переплеты; 3 – стекло; 4 – стеклопакет однокамерный; 5 – водостойкий герметик или уплотняющая прокладка; 6 – горизонтальный импост (поперечный); 7 – то же вертикальный; 8 – алюминиевый дождезащитный профиль; 9 – термовставка; 10 – внутренняя деревянная створка с листовым остеклением; 11 – то же наружная створка из алюминиевых сплавов; 12 – внутренняя деревянная створка со стеклопакетом

По теплотехническим и эксплуатационным требованиям блоки могут быть: одинарными, состоящими из коробок и одного ряда створчатых элементов с остеклением; отдельные с двойным остеклением; спаренные с двойным остеклением; отдельно-спаренные с тройным остеклением; с остеклением наружной створки и внутренней с заполнением стеклопакетом (рис. 52, б–ж).

Лучшими теплотехническими и эксплуатационными качествами обладают отдельно-спаренные конструкции с тройным остеклением. Они имеют приведенное сопротивление теплопередаче до  $0,64 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$  и выдерживают до 2000 циклов «открывание – закрывание» (рис. 52, в).

Более высокими эксплуатационными и эстетическими качествами обладают дерево-алюминиевые конструкции окон. Они могут иметь спаренное или отдельное решение с заполнением створок листовым стеклом или стеклом со стеклопакетами (рис. 52, е). Конструкции дерево-алюминиевых окон многовариантны. Особенно широк набор профилей алюминиевых переплетов для наружных створок. Крепление алюминиевых профилей к брускам деревянной коробки осуществляют на поворотных втулках через прокладки из полимерных материалов. Безотказность оконных проемов и петель выдерживает до 20000 циклов «открывание – закрывание».

Стальные окна и панели по сравнению с деревянными более долговечны и огнестойки. В производственных зданиях они имеют наиболее широкое применение. Размеры окон со стальными переплетами увязывают с конструкциями стен.

При железобетонных панельных конструкциях стен горизонтальной разрезки оконные заполнения решают из панелей или отдельных блоков (рам). Первый вид заполнения принимают при ленточном и сплошном типе оконных проемов или при устройстве окон шириной на шаг пристенных колонн, равный 6 м.

Оконные панели представляют собой рамы с глухими или открывающимися переплетами. В зависимости от высоты панели могут иметь только вертикальные переплеты и вертикальные и горизонтальные. В стенах из железобетонных панелей горизонтальной разрезки длина оконных панелей составляет 5985 мм, номинальная высота – 1,8; 2,4 и 3,6 м. Расстояние между вертикальными переплетами принято 1500 мм, горизонтальными – кратное 0,6 м (рис. 53, а). В стенах из легких металлических панелей вертикальной разрезки размеры стандартных оконных панелей составляют: по длине – 5985 мм, высоте – 1150, 1750, 2350 и 2950 мм. Расстояние между вертикальными переплетами принято 1 м (рис. 54, а). Обвязка и переплеты панелей может быть выполнена из прокатных или холодногнутых профилей, одинарных или спаренных труб. Панели навешивают на колонны каркаса или фахверка, как и стеновые (см. рис. 47).

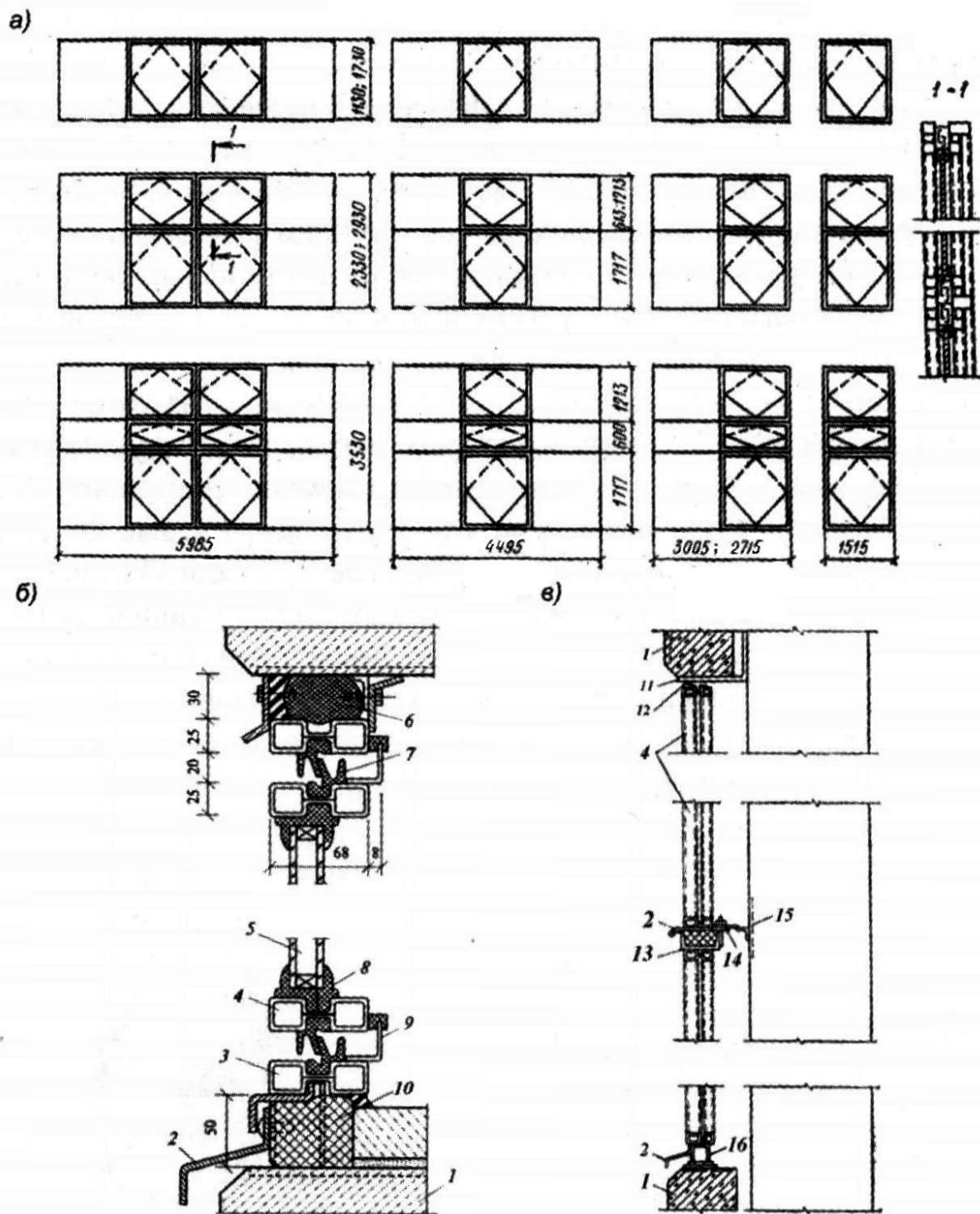


Рис. 53. Стальные окна из тонкостенных труб:  
 а – габаритные схемы открывающихся переплетов;  
 б – конструкция окна из спаренных труб со стеклопакетом;  
 в – крепления переплетов к железобетонной колонне;  
 1 – стенная панель; 2 – слив; 3 – рама; 4 – переплет; 5 – стеклопакет;  
 6 – герметик; 7 – мягкий притвор; 8 – резиновая прокладка;  
 9 – жесткий притвор; 10 – уплотнитель; 11 – опорный столик;  
 12 – элемент крепления переплета; 13 – ветровой профиль;  
 14 – элемент крепления профиля; 15 – закладная деталь в колонне;  
 16 – элемент установки переплета

Стальные оконные блоки выполняют в форме рам с глухими или открывающимися переплетами. Номинальные размеры стандартных стальных блоков приняты: при железобетонных конструкциях стен горизонтальной разрезки шириной 4495, 3025, 2715, 1515 мм (рис. 53, а); при металлических стенах вертикальной разрезки – 2950 и 1975 мм (рис. 54, а). Высота блоков кратна модулю 0,6 м и составляет 1,2; 1,8 и 2,4 м. Шаг вертикальных переплетов составляет: при железобетонных конструкциях стен 1,5 м, при металлических – 1,0 м. При высоте блоков более 1,2 м устанавливают горизонтальные переплеты с шагом, кратным 0,6.

Стальные оконные блоки, как и панели, выполняют из холодногнутых профилей и одинарных или спаренных труб. Лучшими теплотехническими и эксплуатационными качествами обладают блоки из стальных спаренных труб прямоугольного сечения размером 28×25×18 мм, соединенных стальной лентой 14×2 мм (рис. 53, б). Такая конструкция позволяет использовать двойное и тройное остекление или сочетание его со стеклопакетами. Стекла и стеклопакеты крепят к рамам и фрамугам резиновыми профилями.

В стенах с железобетонными панелями рамы оконных блоков соединяют с цокольными и перемычечными панелями системой закладных деталей с тщательным утеплением по контуру (рис. 53, б, в); при металлических стенах их соединяют через ветровые ригели фахверка и закладные детали в цокольной панели (рис. 54, б, в).

При необходимости устройства окон высотой более номинальных размеров стандартные блоки устанавливают друг на друга через горизонтальные ветровые профили, соединяемые с колоннами каркаса или фахверка. Высоту окон не рекомендуется устраивать более 7,2 м из-за ветровых нагрузок.

В некоторых производствах, где требуется по температурно-влажностному режиму строгое поддержание его определенных параметров (герметизированные производства), используют беспереплетное заполнение оконных проемов с использованием профильного стекла [3, 4].

**Покрытия и кровли.** В плоскостных системах балочного типа ограждающую часть покрытия составляют плиты, панели (настилы), представляющие собой несущую часть, и располагаемые на них элементы паро-, тепло- и гидроизоляции. В неотапливаемых зданиях отсутствуют элементы паро- и теплоизоляции (рис. 55).

Ограждающая часть покрытия подвержена разнообразным атмосферным (солнечная радиация, дождь, снег, ветер, низкие температуры) и эксплуатационным (высокие и низкие температуры, влажность, агрессивные среды и т. п.) воздействиям. Вследствие этого ограждающие конструкции должны обладать высокой стойкостью против этих воздействий и надежно защищать здание от преждевременного износа и разрушения.

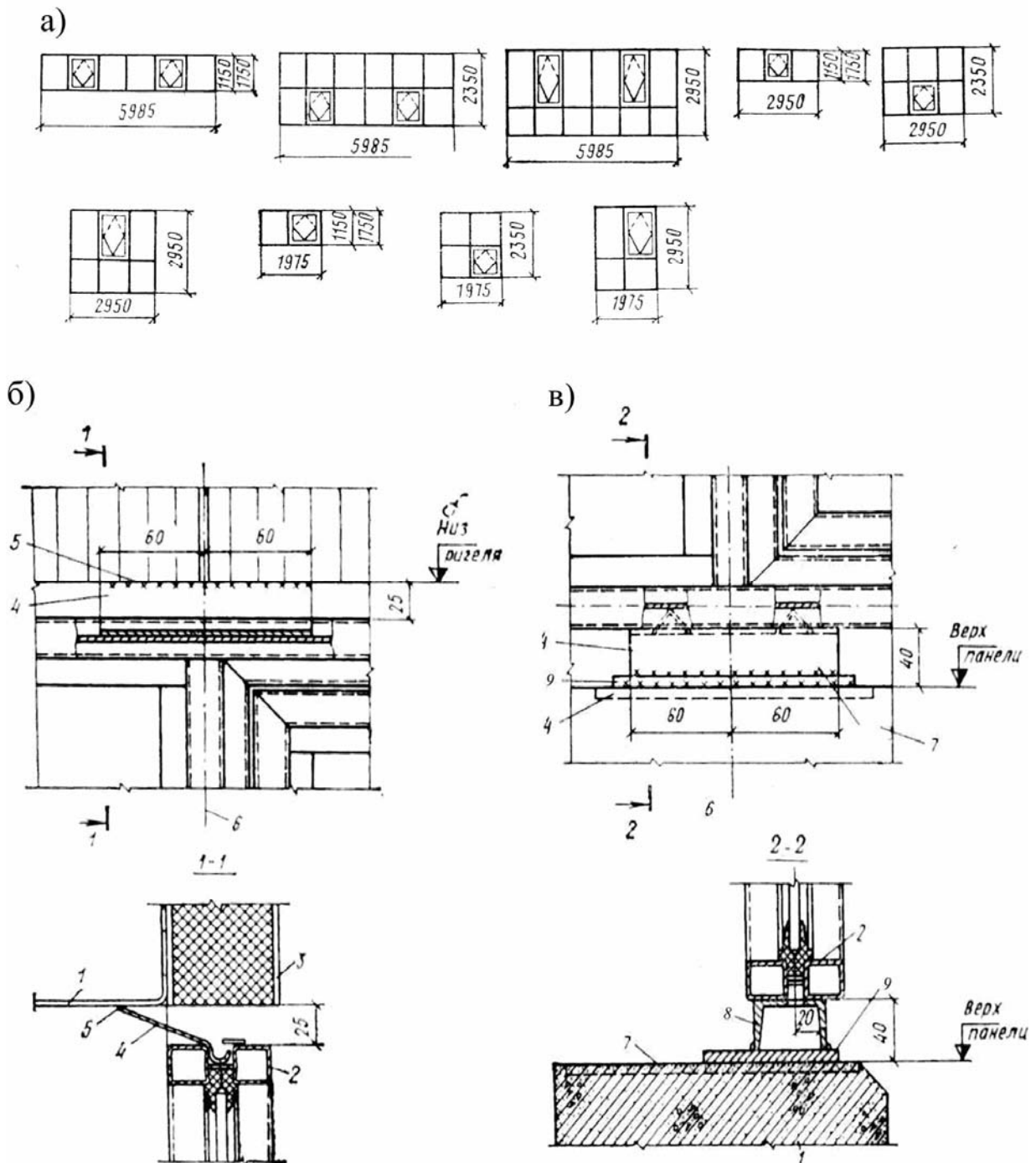


Рис. 54. Стальные окна из спаренных труб в стенах из металлических панелей:  
 а – номенклатура окон; б – деталь крепления рамы окна к опорному ригелю;  
 в – то же к цокольной панели;

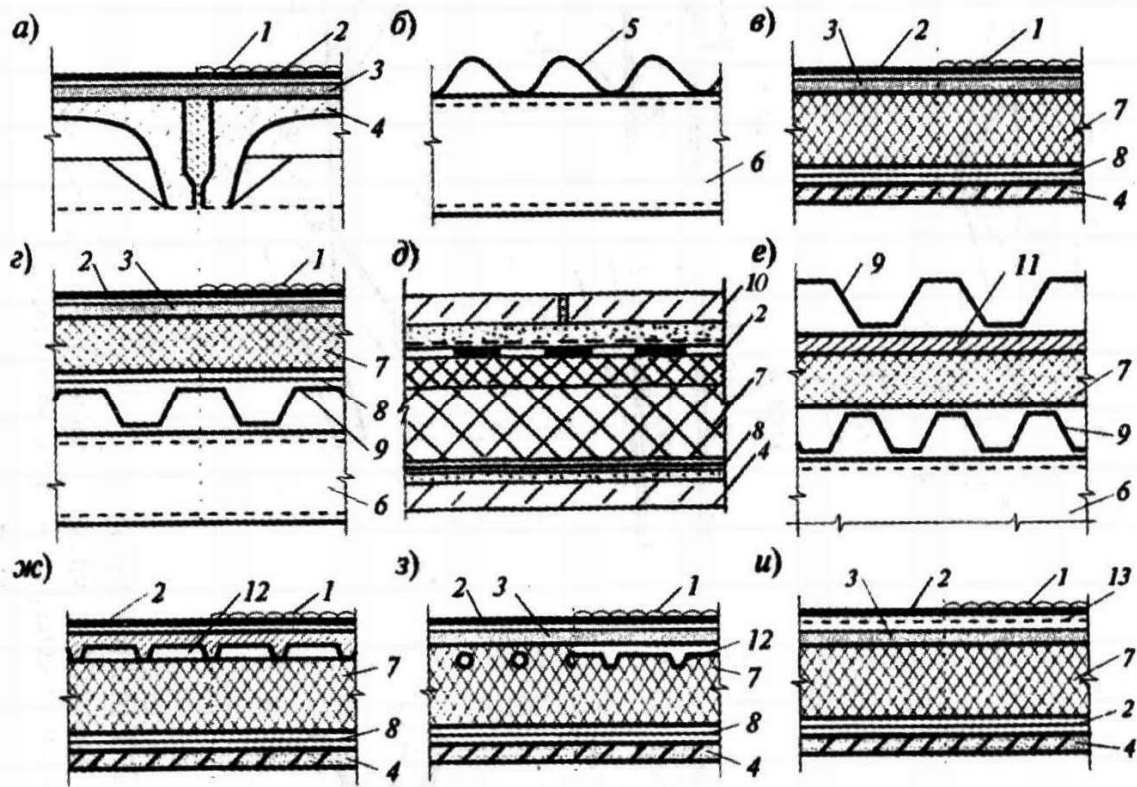


Рис. 55. Основные виды ограждающих конструкций покрытий (детали разрезов):  
 а, б – холодные; в, г, е – утепленные неветилируемые;  
 д – то же с эксплуатируемым покрытием; ж – вентилируемые;  
 з – частично вентилируемые; и – с диффузной прослойкой;  
 1 – защитный слой; 2 – кровельный ковер; 3 – выравнивающий слой;  
 4 – железобетонный настил; 5 – асбестоцементные или металлические листы;  
 6 – прогон; 7 – утеплитель; 8 – пароизоляция;  
 9 – металлический профилированный настил; 10 – железобетонные плиты;  
 11 – второй слой утеплителя; 12 – каналы или борозды;  
 13 – перфорированный кровельный материал

Устройство ограждающей части покрытия относится к числу наиболее трудоемких. При традиционных методах ее выполнения по железобетонным плитам возникает необходимость поэлементной и последовательной укладки слоев с использованием значительного ручного труда. К тому же, такие покрытия имеют большую собственную массу, утяжеляющую несущие конструкции покрытия. Вследствие этого ведется постоянный поиск более совершенных видов ограждающей части с использованием легких и надежных панелей, сокращающих трудоемкость ее устройства.

Ограждающая часть покрытия может быть решена по беспрогонной и прогонной схемам.

*Покрытия без прогонов* устраивают с использованием крупноразмерных панелей, которые опирают непосредственно на несущие конструкции покрытия. Традиционно многие годы используют железобетонные плиты с размером 3×6, 1,5×6, 3×12 и 1,5×12 м (рис. 56, а, б) [5, том 3]. Область



применения их достаточно широка. Они рассчитаны на применение в покрытиях одноэтажных зданий, оборудованных мостовыми кранами грузоподъемностью до 50 т или подвесными кранами грузоподъемностью до 5 т и без них, а также в условиях со слабо- и сильноагрессивной средой при систематическом воздействии температур до  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Конструкция панелей предусматривает установку светоаэрационных зенитных фонарей, крышных вентиляторов и легкобрасываемых участков кровли, для чего в плитах имеются проемы. Плиты, выполняемые из тяжелых бетонов (плотность более  $1800\text{ кг/м}^3$ ), являются несущей частью ограждения. Они имеют ребристое сечение. Высота продольных несущих ребер составляет: в плитах длиной 12 м – 450 мм; длиной 6 м – 300 мм; толщина плит обоих размеров – 30 мм. В отапливаемых зданиях по ним требуется обязательная теплоизоляция.

В целях совмещения в одной плите несущих и ограждающих функций разработаны плоские и ребристые плиты из легких бетонов размером  $1,5\times 6$  м (рис. 56, в, г) и вариант выполнения продольных ребер из тяжелого бетона, а плиты – из легкого бетона (рис. 56, д). Такие конструкции плит могут быть предложены в условиях неагрессивной и слабоагрессивной среды и в сравнительно теплых климатических районах.

Учитывая высокую трудоемкость устройства теплых покрытий в построечных условиях, разработаны комплексные плиты, поступающие на стройку с наклеенными в заводских условиях слоями пароизоляции, утеплителя и водоизоляционного ковра (рис. 56, е). В этом случае устройство покрытия сводится к заделке стыков полосками пароизоляции, утеплителя и кровли.

При использовании в покрытии утепляющего слоя его необходимо надежно защищать от потока водяного пара, направленного в сторону низких температур. С этой целью по верху железобетонных плит устраивают пароизоляцию: обмазочную из мастик или оклеечную из рулонных кровельных материалов на мастике. Последний вариант является более качественным и надежным.

Утепляющий слой, его материал и толщину назначают на основании теплотехнических расчетов с учетом огнестойкости и эластичности. Хорошие теплотехнические качества имеют плитные материалы из минеральной ваты повышенной жесткости на основе горных пород и из ячеистого бетона. В качестве утепляющего слоя могут быть использованы ячеистый бетон, различные пенопласты, а также насыпные материалы из керамзита, шунгизита, перлита и др.

В необходимых случаях (влажные и мокрые производства) в утепленных покрытиях предусматривают воздушные прослойки или отверстия для вентиляции утепляющего слоя (рис. 55, ж–и).

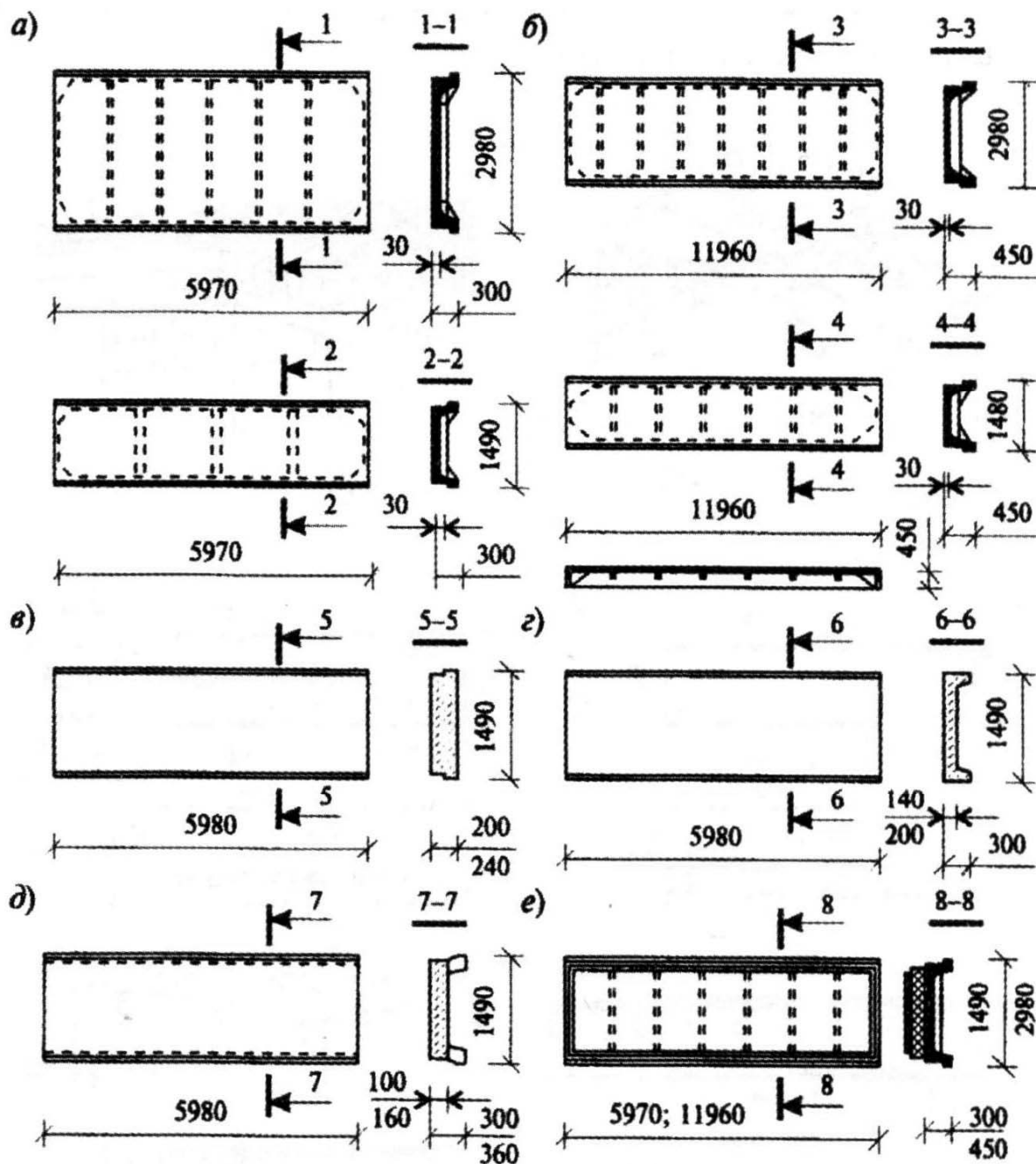


Рис. 56. Железобетонные плиты для покрытий без прогонов:  
 а – размером 3×6 и 1,5×6 м; б – то же, 3 x 12 и 1,5×12 м;  
 в – плоская из легких бетонов; г – ребристая из легких бетонов;  
 д – то же, комбинированная из тяжелого и легкого бетонов;  
 е – комплексная панель покрытия

Рулонные кровельные материалы укладывают по ровному и жесткому недеформированному основанию – стяжке. Чаще всего стяжку выполняют из цементно-песчаного раствора толщиной 15...20 мм. Для предотвращения образования трещин в цементно-песчаных стяжках предусматривают температурно-усадочные швы шириной до 5 мм через каждые 3 м по ширине и длине.

Верхний кровельный слой ограждающей конструкции во многом определяет долговечность покрытия.

При железобетонных плитах покрытия чаще всего используют рулонные материалы; реже – асфальтовые и мастичные.

По виду применяемого связующего вещества рулонные кровельные материалы подразделяют на битумные, дегтевые, битумно-полимерные и полимерные.

В группе битумных материалов наиболее распространен рубероид, получаемый путем пропитки кровельного картона мягким нефтяным битумом. Для улучшения качества рубероида в битум кровельного слоя вводят наполнитель в виде тонкодисперсного порошка (тальк, доломит, известняк и др.). Кровли из рубероида, обладая сравнительно невысокой стоимостью, трудоемки при устройстве, неогнестойки и недолговечны. Так, при устройстве кровель с уклоном до 2,5 % используют четыре слоя, при уклонах от 2,5 до 10 % – три. Каждый слой тщательно наклеивают на битумных мастиках. В целях повышения долговечности по верху рубероидных кровель укладывают защитный слой из мелкозернистого щебня или гравия, втопленного в битумную мастику (в один или два слоя).

Менее трудоемки кровли из наплавленных рубероидов, изготавливаемых путем пропитки кровельного картона нефтебитумом малой вязкости с последующим нанесением на обе стороны мастики из битума с минеральным наполнителем и пластификатора (цилиндровое масло, vapor и др.). К числу наплавленных относятся и битумно-полимерные рулонные материалы, полученные путем смешения битума, полиизобутилена и фенолоформальдегидного полимера с последующей минеральной посыпкой. Такие материалы приклеивают к основанию путем подплавления нижнего кровельного слоя горелками (горячий способ) или пластификацией этого слоя растворителем (холодный способ). Однако использование и этого метода не исключает устройство кровель из нескольких слоев.

Лучшими качествами (эластичность, способность растягиваться на 100 % и более, сохраняя при этом сплошность) обладают полимерные кровельные материалы. Они позволяют выполнять кровельные работы круглогодично в широком диапазоне эксплуатационной температуры, снижают трудоемкость при устройстве кровли в 2 – 3 раза, уменьшают массу кровли и транспортные расходы. Срок службы кровель из полимерных материалов значительно выше рубероидных и составляет более 25 лет. Наиболее распространены кровельные рулонные материалы на основе бутилкаучука, этиленпропиленового каучука, полиэтилена. При больших площадях кровли из листов клеивают карты площадью до 900 м<sup>2</sup>. Карты, как правило,

укладывают «насухо», пригружая слоем гравия толщиной 40–50 мм или прикрепляя с помощью винтов со специальными шайбами (рис. 57).

На крупных промышленных предприятиях над отдельными производственными зданиями могут быть предусмотрены эксплуатируемые покрытия для размещения части оборудования, вентиляционных и других систем. Такие покрытия предполагают обратный порядок размещения пароизоляционного и водоизоляционного слоев относительно утепляющего слоя. При этом верхний слой над утеплителем выполняют по цементно-песчаной стяжке из перфорированных рулонных кровельных материалов, покрытых прочными материалами из бетона или асфальта (рис. 55, д, и).

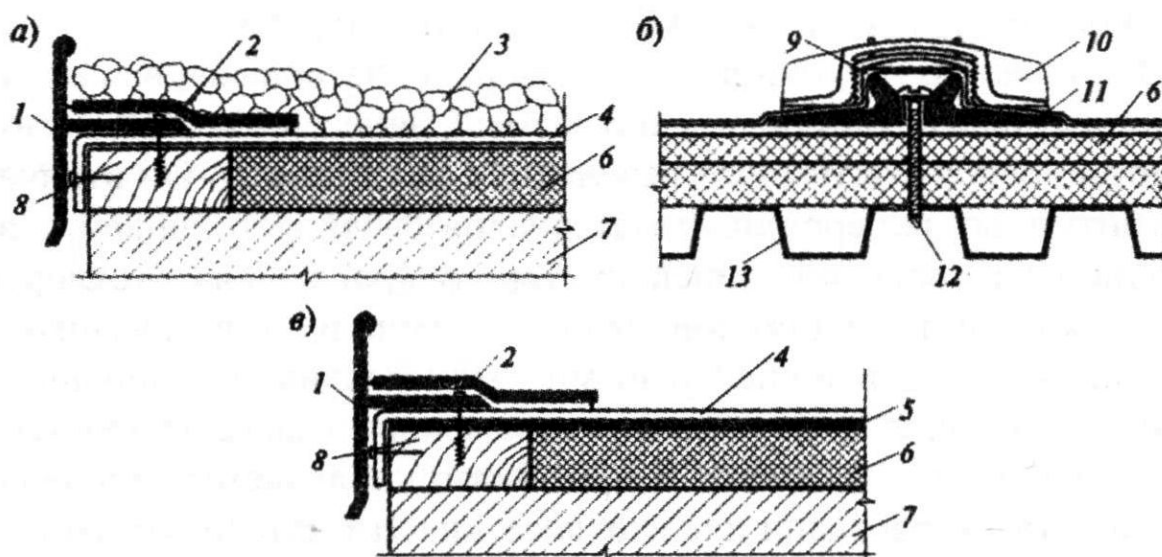


Рис. 57. Однослойные кровли из полимерных пленок:  
а – с укладкой насухо; б – с механическим креплением;  
в – с наклейкой пленок к основанию;

- 1 – профиль из жесткой резины; 2 – то же, из полимерного материала;  
3 – пригруз из щебня; 4 – полимерная пленка; 5 – клей; 6 – утеплитель;  
7 – плита покрытия; 8 – бортовая доска; 9 – резьбовая шайба; 10 – накладка;  
11 – элемент механического крепления теплоизоляции; 12 – винт;  
13 – стальной профилированный лист

В покрытиях зданий со взрывоопасными производствами должны быть предусмотрены легкобрасываемые участки из конструкций массой, не превышающей  $120 \text{ кг/м}^2$ .

Надежность и долговечность кровель из рулонных материалов во многом определяется качеством исполнения в местах примыкания к парапетным участкам стен, перепадов высот, в ендовах и деформационных швах (рис. 58). В этих местах предусматривают дополнительные слои рулонного ковра, защитные фартуки и др.

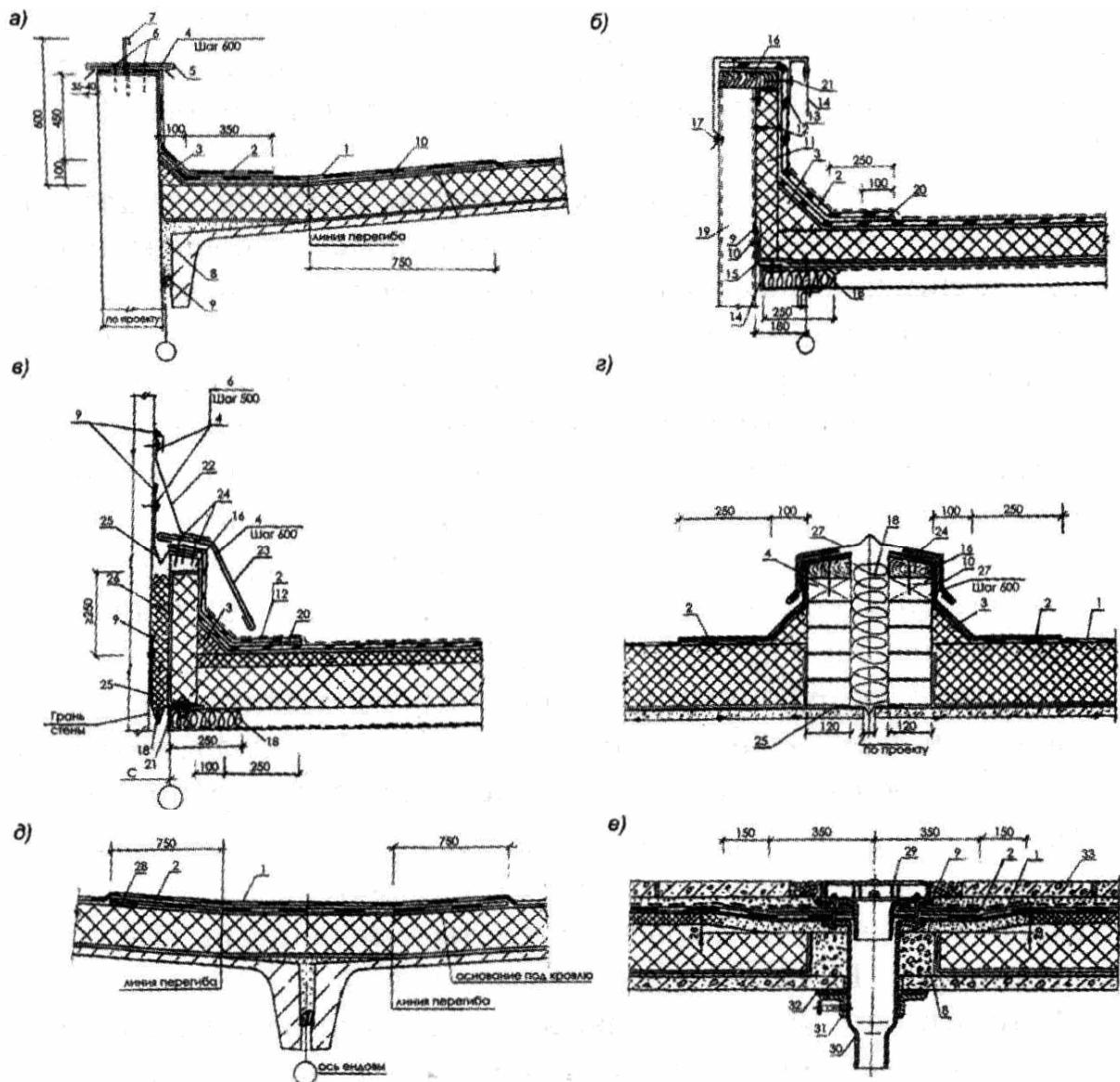


Рис. 58. Детали покрытий различной конструкции:

- а – примыкание рулонной кровли к парапету с покрытием по железобетонным плитам (у продольной стены); б – то же с покрытием по стальным профилированным листам (привязка «250»); в – деформационный шов с перепадом высот с покрытием по профнастилу; г – поперечный температурный шов с покрытием по железобетонным плитам; д – заделка кровли в средней ендове; е – эксплуатируемое покрытие (водоприемная воронка);
- 1 – основной водоизоляционный ковер; 2 – дополнительные слои кровли; 3 – наклонный бортик из минераловатных плит; 4 – костыль из стальной полосы 4×40 мм; 5 – защитный фартук из оцинкованной стали толщиной 0,8 мм; 6 – дюбельный гвоздь; 7 – ограждение кровли; 8 – легкий бетон; 9 – герметик; 10 – слой кровельного материала; 11 – дополнительный утеплитель; 12 – механическое крепление; 13, 14, 15 – фасонные элементы из оцинкованной стали; 16 – антисептированный и антипирерованный деревянный брус; 17 – заклепка комбинированная; 18 – минеральная вата; 19 – трехслойная стеновая панель; 20 – приклеивающий состав; 21 – стальная гребенка по форме гофра профнастила; 22, 23 – защитный фартук из оцинкованной стали; 24 – шуруп 5×50 мм; 25 – стальной компенсатор; 26 – стальной швеллер; 27 – защитный фартук из оцинкованной стали; 28 – точечная приклейка; 29 – водоприемная воронка; 30 – патрубок воронки; 31 – стальной хомут; 32 – эластичная прокладка; 33 – железобетонные плиты

В качестве кровельных покрытий вместо рулонных материалов могут быть различные мастики. Мастичные кровли выполняют из пластичных материалов, получаемых смешением органических вяжущих с минеральными наполнителями, и добавок (пластифицирующими, упрочняющими и др.). Их применяют с подогревом и без подогрева в зависимости от вида вяжущего вещества и состава. В качестве минеральных наполнителей мастик используют волокнистые и пылевидные материалы (асбест, молотый известняк, тальк и др.).

Покрытия по прогонам позволяют использовать вместо массивных железобетонных плит легкие панели, совмещающие в себе несущие, утепляющие и кровельные функции. Нагрузки от таких панелей (настилов) передаются через прогоны, укладываемые на верхние пояса стропильных конструкций.

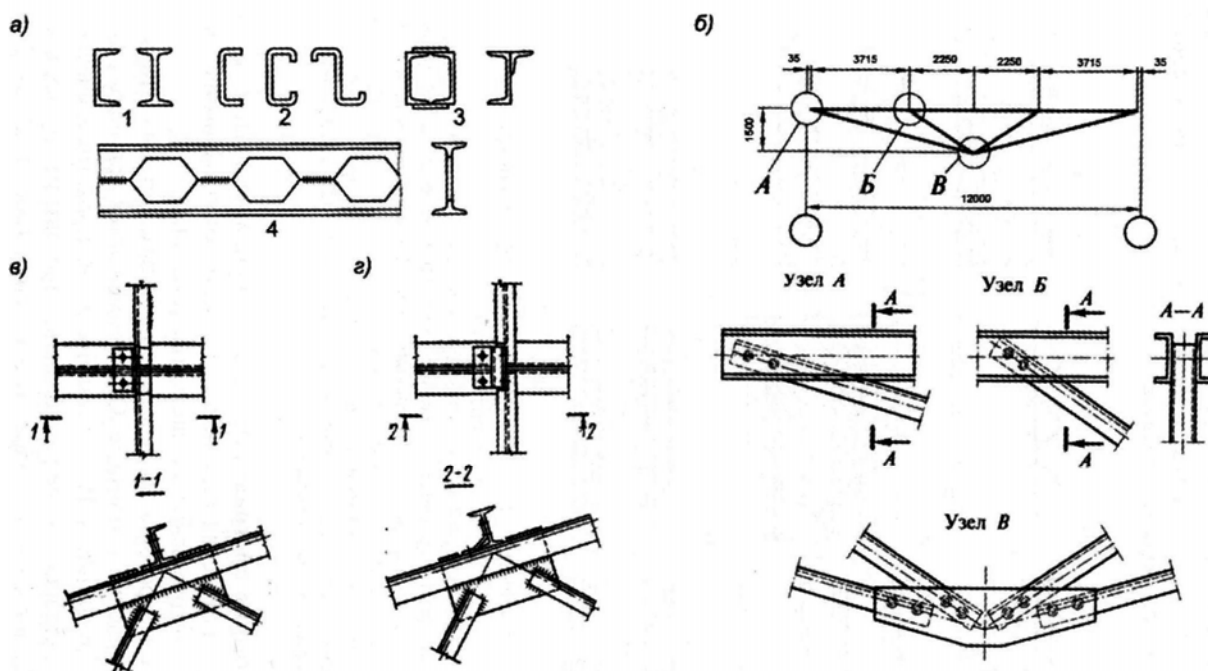


Рис. 59. Типы прогонов:  
 а – сплошного сечения (1 – прокатные; 2 – гнутые; 3 – составные; 4 – перфорированные); б – решетчатые прогоны длиной 12 м (схема и узлы трехпанельного прогона); в – установка прогона из швеллера; г – то же из двутавра

Конструкции прогонов решают в зависимости от шага стропильных конструкций и нагрузок, передаваемых на них (масса панелей, снег, ветер). При шаге стропильных конструкций 6 м прогоны применяют сплошного сечения из прокатных швеллеров, реже из двутавров. Более рациональны прогоны из гнутых профилей швеллерного, С- и Z-образного сечения (рис. 59, а). При шаге стропильных конструкций 12 м прогоны могут иметь составное и перфорированное сечение или решетчатое решение (рис. 59, б).

К стропильным конструкциям прогоны крепят с помощью коротышей из уголков, планок, гнутых элементов из листовой стали (рис. 59, в, г).

В отапливаемых производственных зданиях при прогонной схеме покрытий наибольшее применение получили трех- и двухслойные панели.

Среди трехслойных панелей наибольшее применение имеют конструкции с использованием в качестве внешних и внутренних обшивок стальных листов различного профиля и утепляющего слоя, размещенного между ними (рис. 60, а). Их выполняют по принципу стеновых конструкций (см. раздел 6). В отличие от стеновых кровельные панели имеют усиленный профиль внешней обшивки и решение стыков по длине и ширине. Такие панели применяют в покрытиях с уклоном более 1,5 %.

Отечественные заводы-изготовители выпускают панели различной модификации. Их ширина находится в пределах 0,9...1,2 м, длина от 2,5 до 12 м.

На рис. 60 представлен вариант конструкции кровельной панели и покрытия из них типа «Вентал» (производство в г. Балабаново Калужской области).

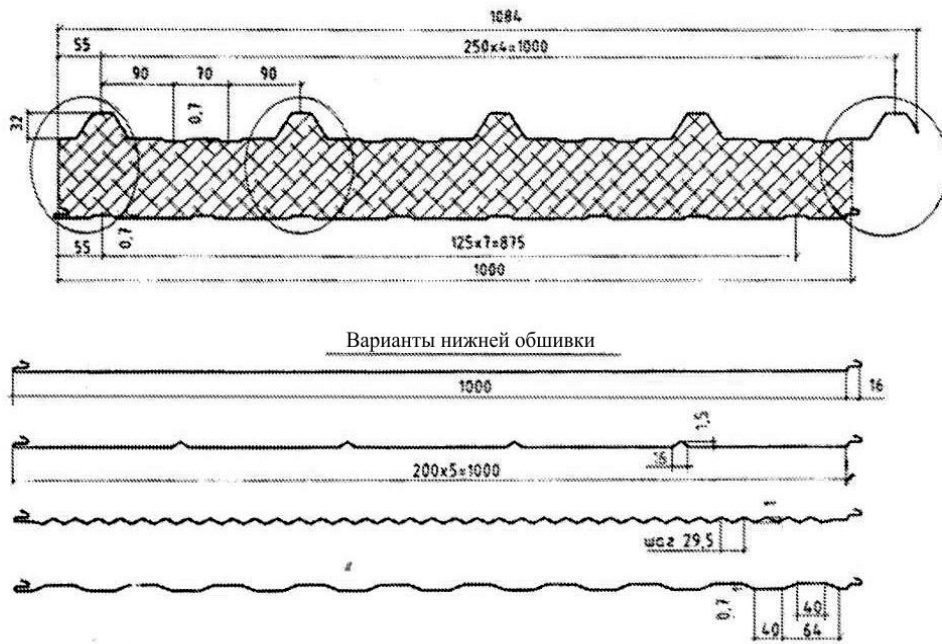
В качестве утепляющего слоя в рассматриваемом варианте панели использована минеральная вата плотностью 130 кг/м<sup>3</sup> на основе горных пород базальтовой группы. Толщина утепляющего слоя в зависимости от условий эксплуатации может быть от 50 до 200 мм.

Совместная работа всех слоев панели обеспечивается их склеиванием между собой различными композициями, например, из полиола и изоцианата.

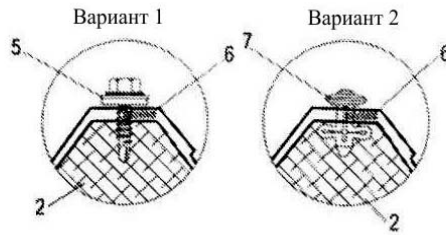
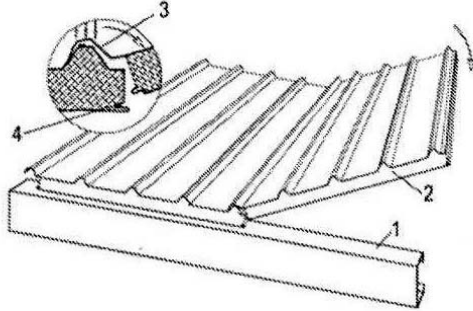
Монтаж покрытия производят рядами, начиная от низа к коньку. Панели укладывают по прогонам в направлении ската после монтажа стен. Между собой панели соединяют в замок, образуемый за счет гофра, выступающего из верхнего профилированного листа (рис. 60, б). Ряды кровельных панелей перекрываются в продольном направлении на 150–300 мм в зависимости от уклона кровли, для этого в торце панелей обрезают на необходимую длину нижней металлический лист обшивки и удаляют средний слой утеплителя с тщательной очисткой от клея внутренней поверхности верхнего листа (рис. 60, в).

Панели закрепляют к прогонам самонарезающими самосверлящими шурупами, оснащенных шайбами с герметизирующим уплотнителем. Винты устанавливают на вершине волны гофрированной верхней облицовки панели. Окончательное крепление панелей между собой по продольным кромкам осуществляют после полного закрепления панелей к прогонам. Крепежные винты устанавливают вдоль панели с шагом не более 500 мм. Установку фасонных элементов в коньках (рис. 60, г) и других местах (рис. 61 и 58, б, в) осуществляют после полного монтажа покрытия. Заводы-изготовители поставляют в комплекте с панелями необходимые изделия (нащельники, фартуки, профили, шурупы и др.), что позволяет качественно выполнить многие детали покрытия.

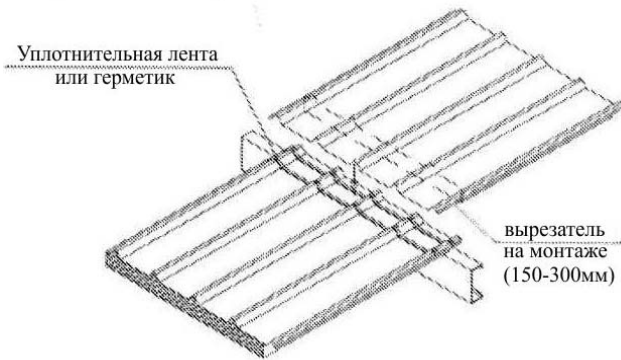
а)



б)



в)



г)

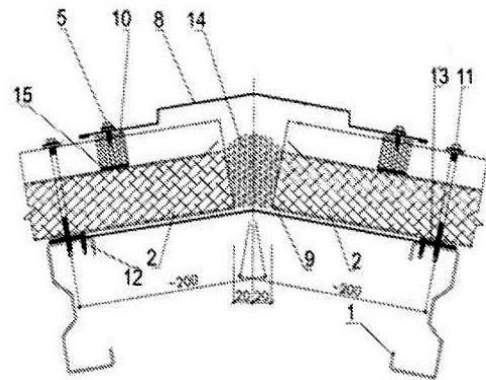


Рис. 60. Трехслойные металлические панели типа «Вентал-КЗ»:

а – поперечный разрез и варианты нижней облицовки;

б – замок кровельных панелей (соединение по продольной кромке);

в – принцип соединения рядов панелей; г – коньковый узел;

1 – прогон; 2 – кровельная панель; 3 – элемент замка; 4 – герметик для наружных работ или битилкаучуковый шнур; 5 – шуруп 4,8×20, шаг 500 мм вдоль гофр

(в коньке через 250 мм); 6 – уплотнение вдоль нахлесточного гофра;

7 – заклепка, шаг 500 мм; 8 – профиль холодногнутый НФ1; 9 – то же НФ39;

10 – уплотнитель профилеобразный коньковый; 11 – шуруп-саморез с шайбой,

шаг 250 мм (в каждый гофр); 12 – саморез 4,8×19, шаг 500 мм;

13 – самоклеящаяся уплотнительная лента;

14 – пена монтажная; 15 – клей-герметик (по контуру профиля)



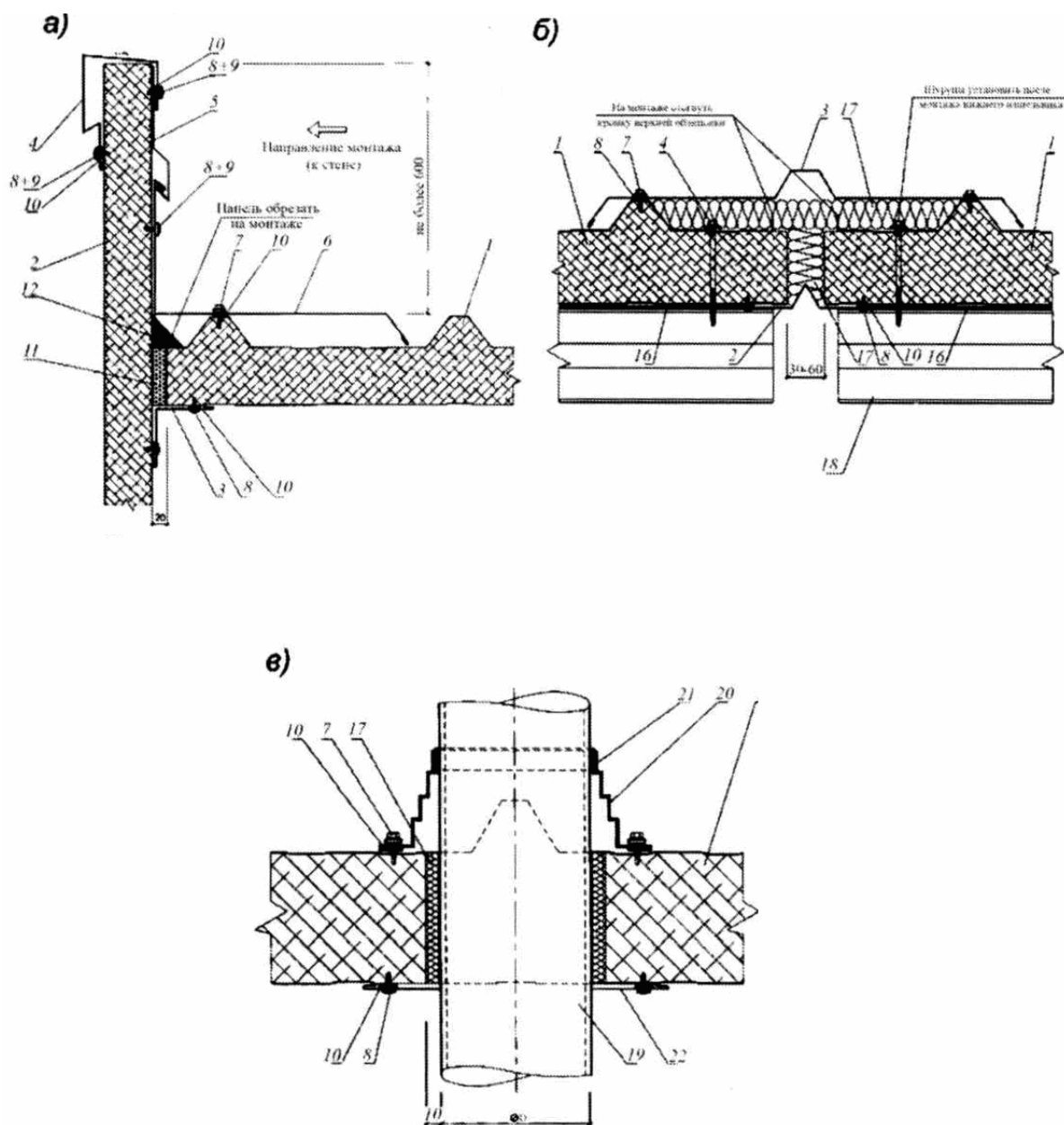


Рис. 61. Детали покрытия из трехслойных металлических панелей:  
 а – соединение с парапетом; б – деформационный шов; в – проходка через кровлю;  
 1 – кровельная панель «Венталл-КЗ»; 2 – стенная панель;  
 3 – профиль холодногнутый НФ3; 4 – то же НФЮ; 5 – то же НФ 11;  
 6 – то же НФ16; 7 – шуруп 4,8×20, шаг 300 мм;  
 8 – саморез 4,2×14, шаг 300 мм; 9 – герметизирующая шайба;  
 10 – герметик для наружных работ; 11 – монтажная пена;  
 12 – полимерная отверждаемая мастика; 13 – профиль холодногнутый НФ42;  
 14 – то же НФ43; 15 – шуруп-саморез с шайбой;  
 16 – самоклеящаяся уплотнительная лента; 17 – минераловатный утеплитель;  
 18 – прогон; 19 – проходка в виде трубы;  
 20 – универсальная проходка для труб диаметром до 660 мм;  
 21 – металлический хомут; 22 – нащельник нижний из двух частей

Двухслойные панели (монопанели) представляют собой конструкцию, состоящую из профилированного стального листа (настила), утеплителя и кровочного слоя. Их производство также налажено многими заводами-изготовителями. Как правило, отличительными особенностями изготавливаемых панелей являются: форма и размеры профилированного настила и способы его покрытия; материал, используемый в качестве утеплителя; конструкция стыков и вид кровочного материала. Ширина панелей находится в пределах от 750 до 1000 мм, длина – от 2,5 до 6–7 м. Толщину панелей принимают в зависимости от вида теплоизоляционного материала и климатических условий эксплуатации в пределах от 50 до 200 мм. В качестве кровочного материала используются различные полимерные материалы.

На рис. 62 приведен пример конструкции монопанели, разработанной ЦНИИпроектлегконструкция.

Конструкция панели состоит: из оцинкованного профилированного листа с полимерным покрытием и покраской толщиной 0,7 мм, шириной 845 мм; утепляющего слоя (материал «пенорезол» плотностью 80 кг/м<sup>3</sup>) толщиной от 80 до 140 мм и кровочного слоя из синтетического этиленпропилендиенового каучука (рис. 62, а). Такое полимерное покрытие относится к числу трудновоспламеняемых, при горении не выделяет токсичных продуктов и имеет низкое дымообразование.

Монтаж покрытия из двухслойных панелей производят в такой же последовательности как и из трехслойных панелей. Соединение панелей между собой по продольным сторонам осуществляют «в замок» после закрепления их к прогонам самонарезающими винтами (рис. 62, б). Замок соединения образуется за счет выпущенного гофра с одной из сторон профилированного настила (рис. 62, а). Самонарезающие винты закрепляют к прогонам через отверстия в панели с их последующей заливкой герметиком. Продольные и поперечные стыки заделывают накладками на липком слое шириной 200 мм.

В коньковой части в стык панелей закладывают минеральную вату, обернутую полиэтиленовой пленкой, а затем заделывают накладками на липком слое шириной 300 мм (рис. 62, в).

В местах примыкания монопанелей к выступающим участкам стен и у деформационных швов используют те же приемы, как и в покрытиях из трехслойных панелей.

**Водоотвод с покрытий.** В отапливаемых производственных зданиях, как правило, устраивают внутренний водоотвод. Наружный водоотвод допускается в неотапливаемых зданиях ограниченной высоты.

Система внутреннего водоотвода состоит из водоприемных воронок, водосточных стояков и подпольных трубопроводов или выпусков, связанных с ливневой канализацией (рис. 63, а). Стояки размещают рядом с колоннами и крепят к ним хомутами.

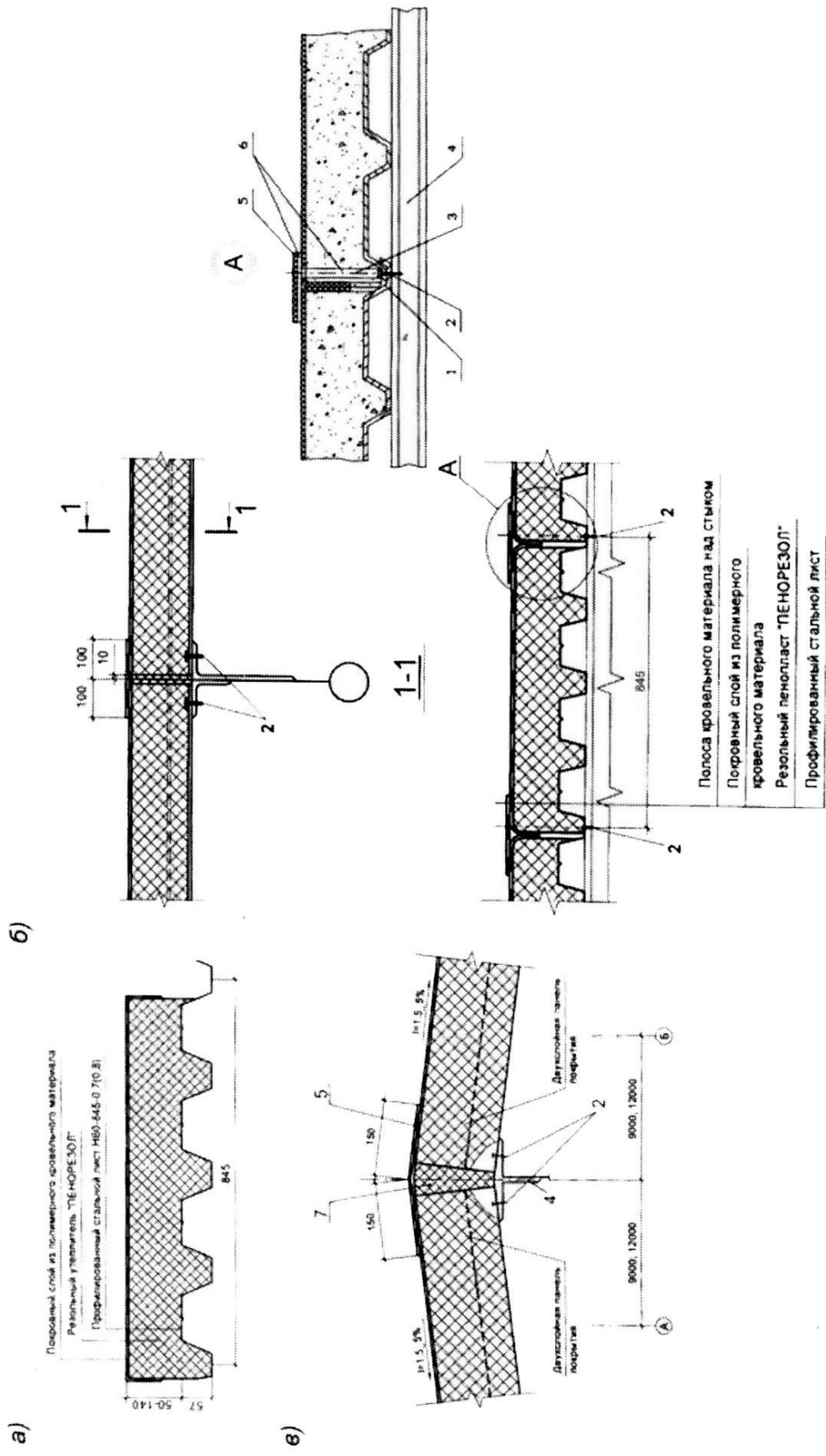


Рис. 62. Двухслойная металлическая панель (ЩИИ) проектлегконструкция):

- а — поперечное сечение; б — поперечный стык панелей; в — коньковый узел;
- 1 — замок соединения панелей; 2 — винт самонарезной; 3 — отверстие под винт (заливается герметиком); 4 — прогон;
- 5 — стыковая накладка на липком слое; 6 — герметик; 7 — минеральная вата, обернутая полиэтиленовой пленкой

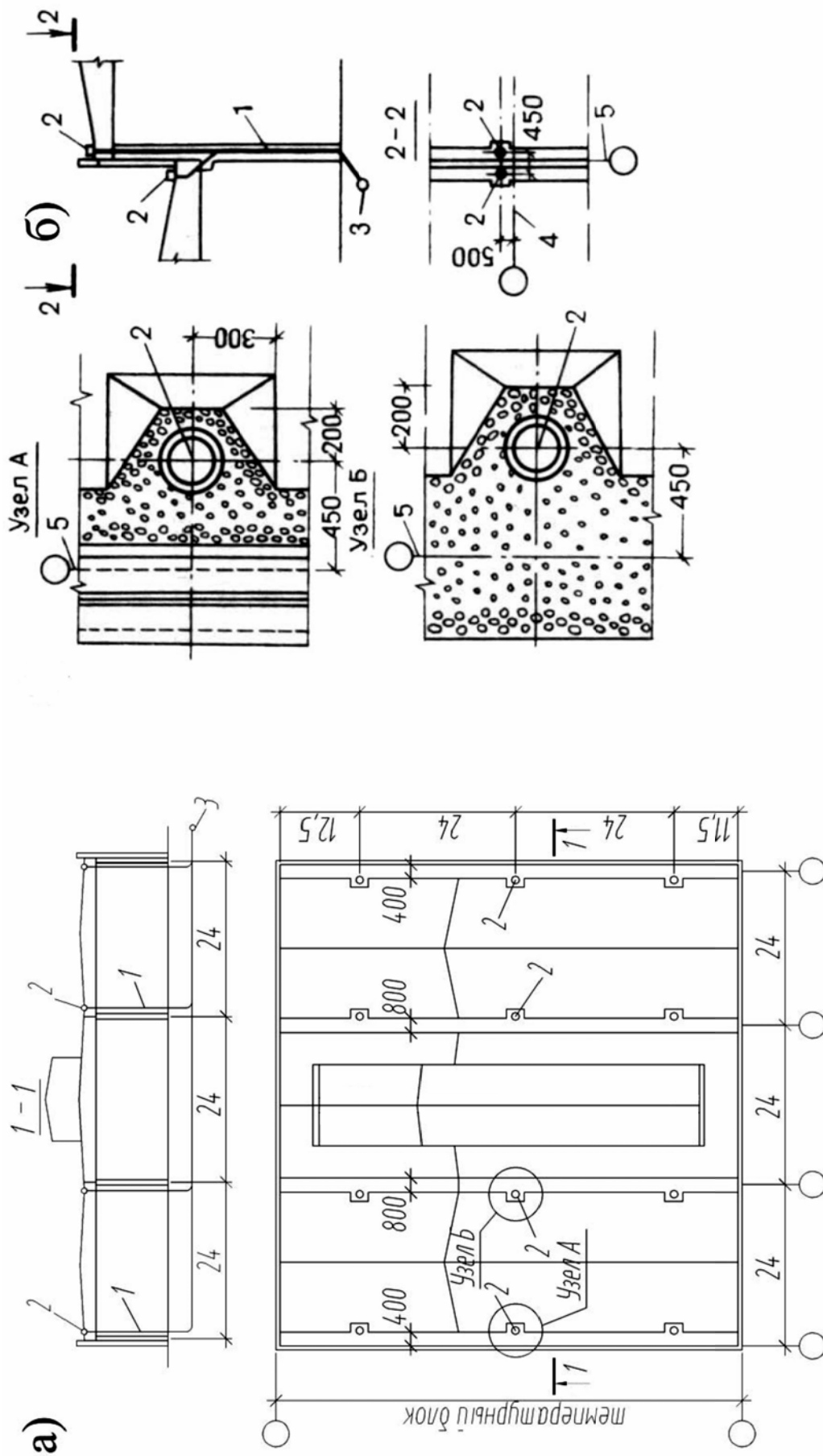


Рис. 63. Примеры решения внутренних водостоков с покрытий промышленных зданий без перепада высот (а), с перепадом высот (б);

1 – трубы; 2 – воронки; 3 – коллектор; 4 – поперечная разбивочная ось; 5 – продольная разбивочная ось

Организацию стока воды с покрытия к водоприемным воронкам осуществляют в зависимости от способа эксплуатации здания (отапливаемое или неотапливаемое), профиля, протяженности и конструкции покрытия и количества выпадающих осадков в данной местности. В тех случаях, когда в покрытии имеются высотные перепады, водоотвод организуют отдельно для разновысоких участков (рис. 63, б).

Места установки воронок на кровле выбирают с учетом профиля (уклона) покрытия. При скатных и малоуклонных покрытиях их устанавливают в крайних и средних ендовах без продольного уклона.

Ширину ендов принимают с учетом уклона кровли и размера привязки. При нулевой привязке ширину крайних ендов принимают около 0,4 м (при уклоне кровли 1:3; 1:4) и около 0,75 м при уклоне кровли 1:8 – 1:12 и менее. Ширину средних ендов при тех же уклонах кровли принимают соответственно 0,8 и 1,5 м.

В местах установки воронок в железобетонных плитах предусматривают отверстия, а непосредственно в конструкции покрытия – углубленные площадки с уклоном к воронке (рис. 63, узлы А, Б). Ось воронок привязывают к разбивочным осям. Расстояние от осей воронки до продольных и поперечных разбивочных осей принимают равным 450 мм.

В покрытиях производственных зданий устанавливают воронки разного типа (с наклонной или плоской решеткой). Воронки с плоской решеткой характерны для покрытий из легких металлических панелей и в эксплуатируемых кровлях. В покрытиях с железобетонными плитами применяют воронки с наклонной решеткой диаметром до 400 мм.

Купол воронки прижимными фланцами крепят к сливному патрубку. Основной водоизоляционный ковер кровли заводят и зажимают между сливным патрубком и прижимным фланцем шпильками с резиновыми прокладками. Сливной патрубок устанавливают на легкобетонные вкладыши или асбестовые кольца и крепят к железобетонным плитам посредством хомутов; купол воронки к прижимному фланцу крепят болтами (рис. 64). В местах установки воронок кровлю покрывают защитным слоем из мелкозернистого щебня.

При устройстве внутренних водостоков с покрытий неотапливаемых зданий в зимний период предусматривают обогрев воронок, стояков и трубопроводов теплым воздухом. Созданы воронки с электронагревателями.

Площадь водосбора, приходящуюся на одну воронку, определяют с учетом климатических условий, типа кровли и схемы системы внутреннего водоотвода. Максимальная площадь водосбора на одну воронку не должна превышать величин, указанных в табл. 2.

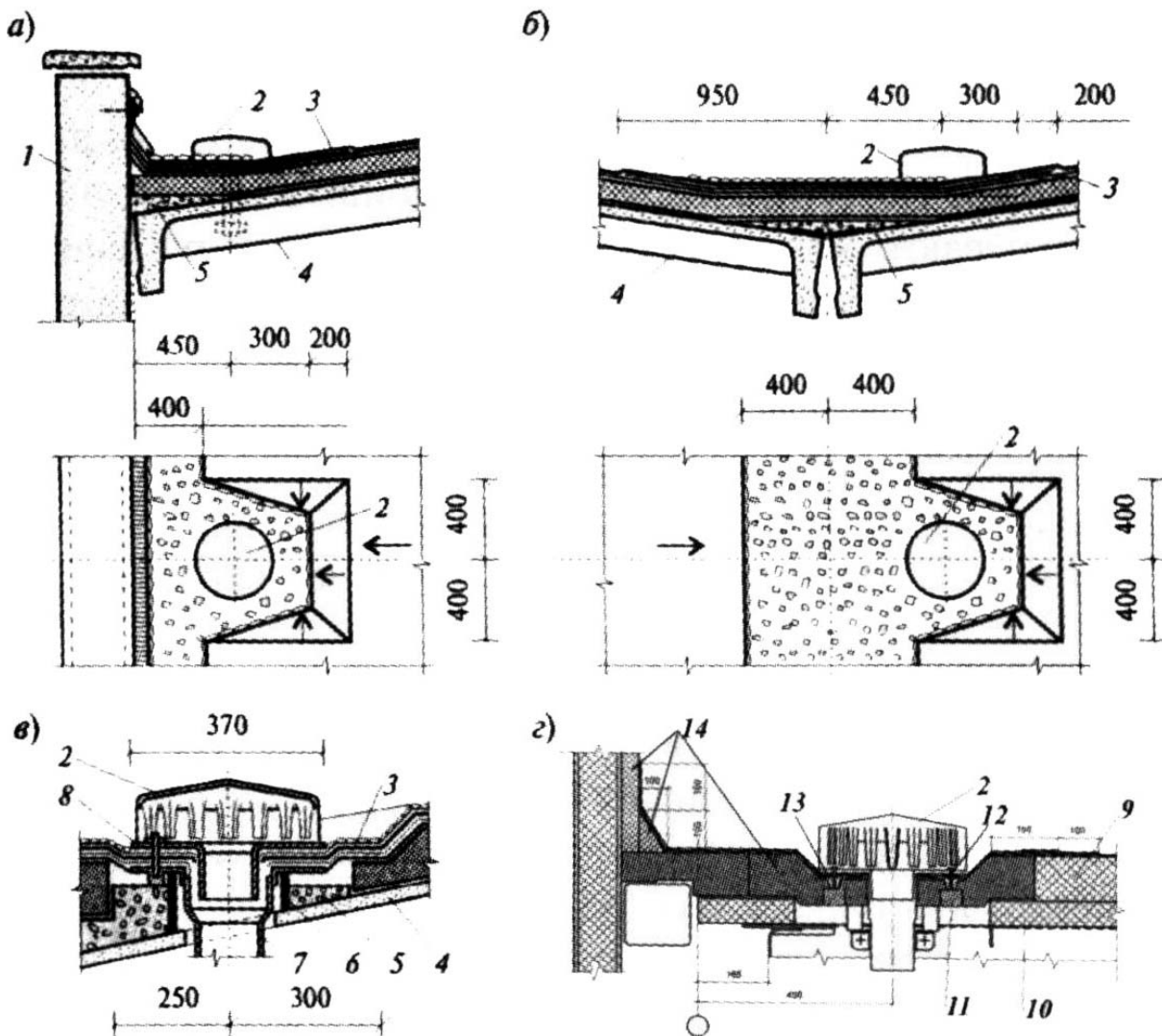


Рис. 64. Детали внутренних водосток:

- а – ендова пристенная; б – то же средняя;
- в – установка воронки в покрытии из железобетонных плит;
- г – то же в покрытиях из монопанелей у парапета или стены;
- 1 – парапет; 2 – воронка; 3 – основной водоизоляционный ковер;
- 4 – плита покрытия; 5 – набетонка; 6 – асбестоцементное кольцо;
- 7 – сливной патрубок; 8 – прижимной фланец; 9 – монопанель покрытия;
- 10 – стальной оцинкованный поддон;
- 11 – деревянная антисептированная подкладка 40×50×100 мм;
- 12 – болты М 10×25 с шайбой и гайкой; 13 – слой мастики;
- 14 – дополнительный утеплитель из минеральной ваты

При устройстве покрытия из монопанелей или трехслойных металлических панелей воронки монтируют на стальных оцинкованных поддонах (рис. 64, г). По периметру отверстия под поддоном панели усиливают рамкой из уголков.

При наличии светоаэрационных фонарей шириной 6 и 12 м с утепленными покрытиями в них предусматривают наружный водоотвод; внутренний водоотвод организуют при ширине фонарей более 12 м.

Таблица 2

Максимально допустимая площадь водосбора, м<sup>2</sup>,  
на одну водоприемную воронку

Тип кровли	Интенсивность дождя $q_{20}$ , л/с на 1 га		
	> 120	120–100	< 100
	Площадь водосбора		
Скатная	600	800	1200
Плоская	900	1200	1800

Значение  $q_{20}$  (интенсивность дождя продолжительностью 20 мин) для данной местности принимают по нормам. На рис. 65 приведены значения величин  $q_{20}$  для европейской части России.

Расстояние между воронками в ендовах скатных покрытий не должно превышать 24 м, а на плоских покрытиях – 48 м.

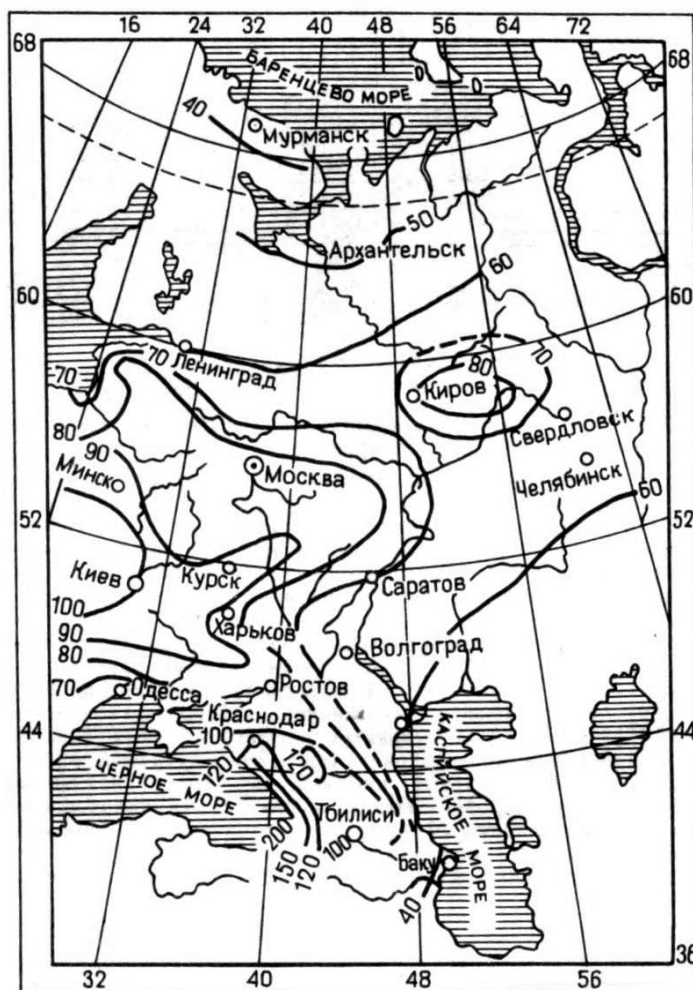


Рис. 65. Значения величины  $q_{20}$  для европейской территории России

**Меры по уменьшению снегоотложений на кровле.** Большие скопления снега на кровлях могут привести к обрушению покрытий, загроможда-

нию остекления фонарей, преждевременному разрушению материала кровли, из-за переменного замораживания и оттаивания снега.

Для борьбы с отложениями снега на покрытии выбирают профили, обеспечивающие минимальное задержание снега, при этом ориентируют профиль здания относительно господствующего направления ветра в зимний период и предусматривают другие мероприятия.

Простые профили покрытий без выступающих элементов и высотных перепадов создают наилучшие условия для сдувания снега. Поэтому в климатических районах с большими объемами снегопереноса, как правило, сооружают бесфонарные здания с устройством на покрытии невысоких парапетов (до 0,25 м).

В многопролетных зданиях с фонарями при действии ветра наибольшее количество снега скапливается в местах аэродинамической тени. Такая тень образуется в заветренной части фонарных надстроек, высотных перепадов смежных пролетов, на обратных скатах крутых покрытий и т.п. Для уменьшения отложений снега здания, их фонарные и другие надстройки целесообразно располагать параллельно господствующему направлению ветра в зимний период. Уменьшению снегоотложений на покрытиях зданий способствует применение зенитных фонарей. Кроме того, не следует окружать производственные здания высокой застройкой или высокими зелеными насаждениями.

### **Контрольные вопросы**

1. Требования к стенам производственных зданий и их особенности.
2. Фахверк, его назначение. Элементы фахверка.
3. Конструкции стен из железобетонных самонесущих панелей горизонтальной разрезки. Их виды, унифицированные размеры и детали сопряжения с колоннами.
4. Конструкции стен из металлических панелей. Виды панелей, их достоинства и недостатки.
5. Способы размещения окон как светопроемов в стенах. Назначение размеров окон с учетом светотехники и унификации.
6. Материалы и конструкции оконных заполнений и область их применения.
7. Ограждающая часть покрытий. Варианты ее исполнения.
8. Элементы утепленного покрытия по железобетонным плитам. Виды и материалы кровель.
9. Элементы утепленного облегченного варианта покрытия по прогонам
10. Детали рулонных кровель в местах примыкания к парапетным участкам стен и у температурных швов.
11. Водоотвод с покрытий. Схемы организованного водоотвода.



## 7. ФОНАРИ, ПОЛЫ, ПЕРЕГОРОДКИ, ВОРОТА, ЛЕСТНИЦЫ И ДЕФОРМАЦИОННЫЕ ШВЫ

**Фонари.** Представляют собой специальные конструкции в покрытии производственных зданий, обеспечивающие требуемые условия естественной освещенности или воздухообмена. В связи с этим их классифицируют на световые и аэрационные.

Световые фонари по форме могут быть прямоугольные, трапециевидные, треугольные, М-образные, шедовые и зенитные (рис. 66). Каждый из этих типов обладает определенной светоактивностью, удобством в эксплуатации и конструктивными особенностями.

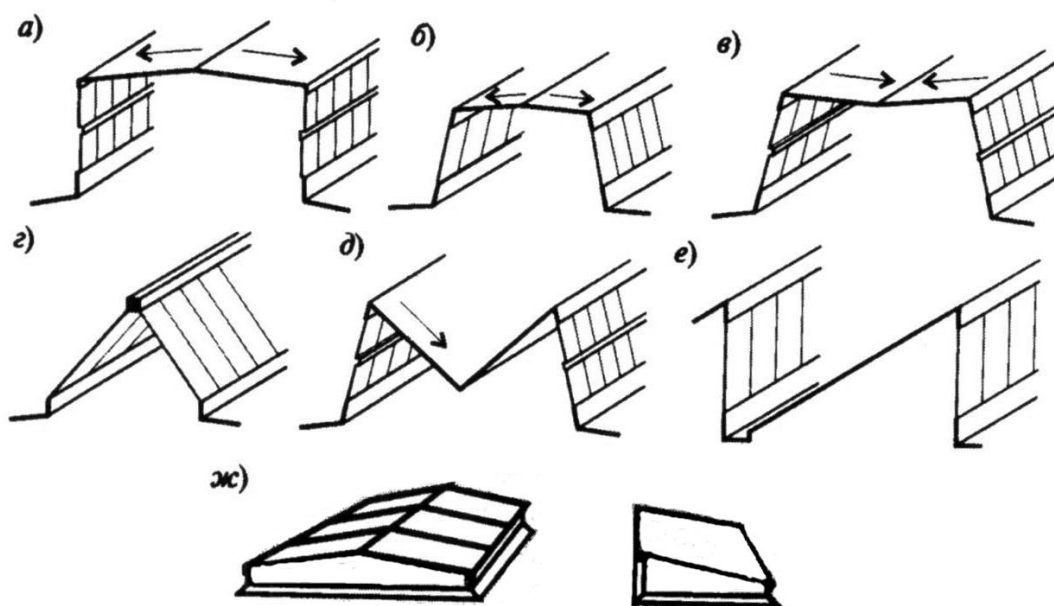


Рис. 66. Основные типы световых и светоаэрационных фонарей:  
а – прямоугольные; б, в – трапециевидные; г – треугольные;  
д – М-образные; е – шедовые; ж – зенитные (панельный и точечный)

Так, трапециевидные, треугольные и зенитные фонари обладают лучшей светоактивностью, но они не исключают излишнюю инсоляцию, приводящую к перегреву помещений.

Наибольшее применение имеют прямоугольные фонари, конструкции которых позволяют упростить устройство открывающихся боковых створок. В этом случае они выполняют световые и аэрационные функции. Их применяют в зданиях с избытками тепловыделений более  $23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ .

*Светоаэрационные фонари* прямоугольного типа конструктивно состоят из несущих и ограждающих элементов.

Несущую часть фонаря составляют фонарные фермы, фонарные панели, панели торца и связи (рис. 67).

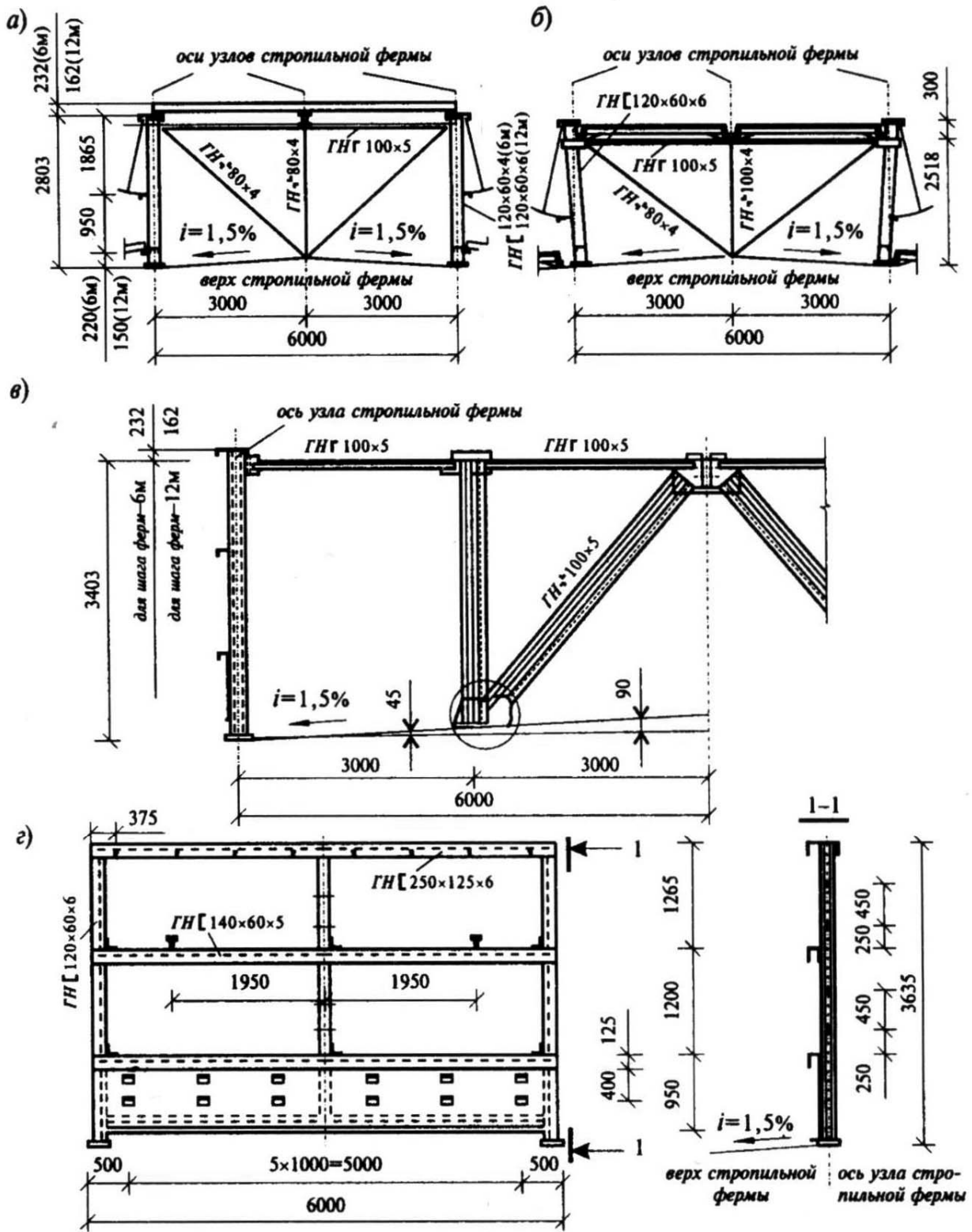


Рис. 67. Несущие конструкции прямоугольных светоаэрационных фонарей:  
 а – фонарная ферма пролетом 6 м под профилированный настил при шаге стропильных ферм 6 и 12 м;  
 б – то же под железобетонные плиты; в – то же пролетом 12 м;  
 г – фонарная панель длиной 6 м с двумя ярусами переплетов

Стандартные фонарные фермы выполняют шириной 6 м при пролетах здания до 24 м и шириной 12 м – при пролетах более 24 м. В большепролетных зданиях ширина фонарей может быть и иной. Конструкцию фонарей решают в соответствии с конструктивным исполнением покрытия. При покрытиях из легких панелей по прогонам фонарные фермы выполняют с вертикальными стойками (рис. 67, а); при железобетонных плитах – наклонными (рис. 67, б). Фермы выполняют из гнутых или прокатных швеллеров (стойки), спаренных уголков (раскосы) и одинарного уголка (горизонтальная связь между стойками). В беспрогонных покрытиях фонаря железобетонные плиты опирают на консоль стойки, которая опущена на 300 мм ниже верхнего пояса фонарной панели. Фонарные фермы устанавливают в соответствии с шагом стропильных конструкций (6 или 12 м). Стойки фермы крепят к верхнему поясу стропильных конструкций посредством опорной пластины на сварке.

Фонарные панели имеют длину, равную шагу фонарных ферм (6 и 12 м). На рис. 67, в показан вариант панели длиной 6 м. Панель состоит из несущего борта, выполненного из гнутого профиля высотой 950 мм, вертикальных стоек верхних и средних обвязочных поясов, к которым подвешивают переплеты.

Панель торца фонарей совмещает в себя функции фонарных ферм и панелей. Последние состоят из стоек, раскосов и верхней обвязки.

Ограждающая часть прямоугольных фонарей может быть выполнена утепленной и холодной. При утепленном варианте покрытие фонаря, его бортовую часть, торцы и остекление выполняют с соответствующей теплоизоляцией (рис. 68). Теплоизоляцию выполняют в увязке с принятым вариантом покрытия (по железобетонным плитам или с использованием легких настилов). Остекленную часть фонарей решают аналогично оконной. Стандартную высоту остекленной части принимают: при одноярусном устройстве переплетов 1800 мм, при двухъярусном –  $2 \times 1200$  мм. Обычно остекленную часть выполняют из оконных панелей длиной 6 м из холодногогнутого профилей с открывающимися створками (см. раздел 6). Переплеты в них верхнеподвесные, шаг вертикальных переплетов 1,5 или 1 м в зависимости от материала их исполнения (стальные, алюминиевые и т.п.). В качестве остекления лучше использовать однокамерные стеклопакеты, возможно одинарное или двойное листовое остекление. Стыки между глухими и открывающимися переплетами уплотняют резиновыми профилями. Открывание переплетов предусматривают реечного типа с электроприводом на угол  $35\text{--}40^\circ$ .

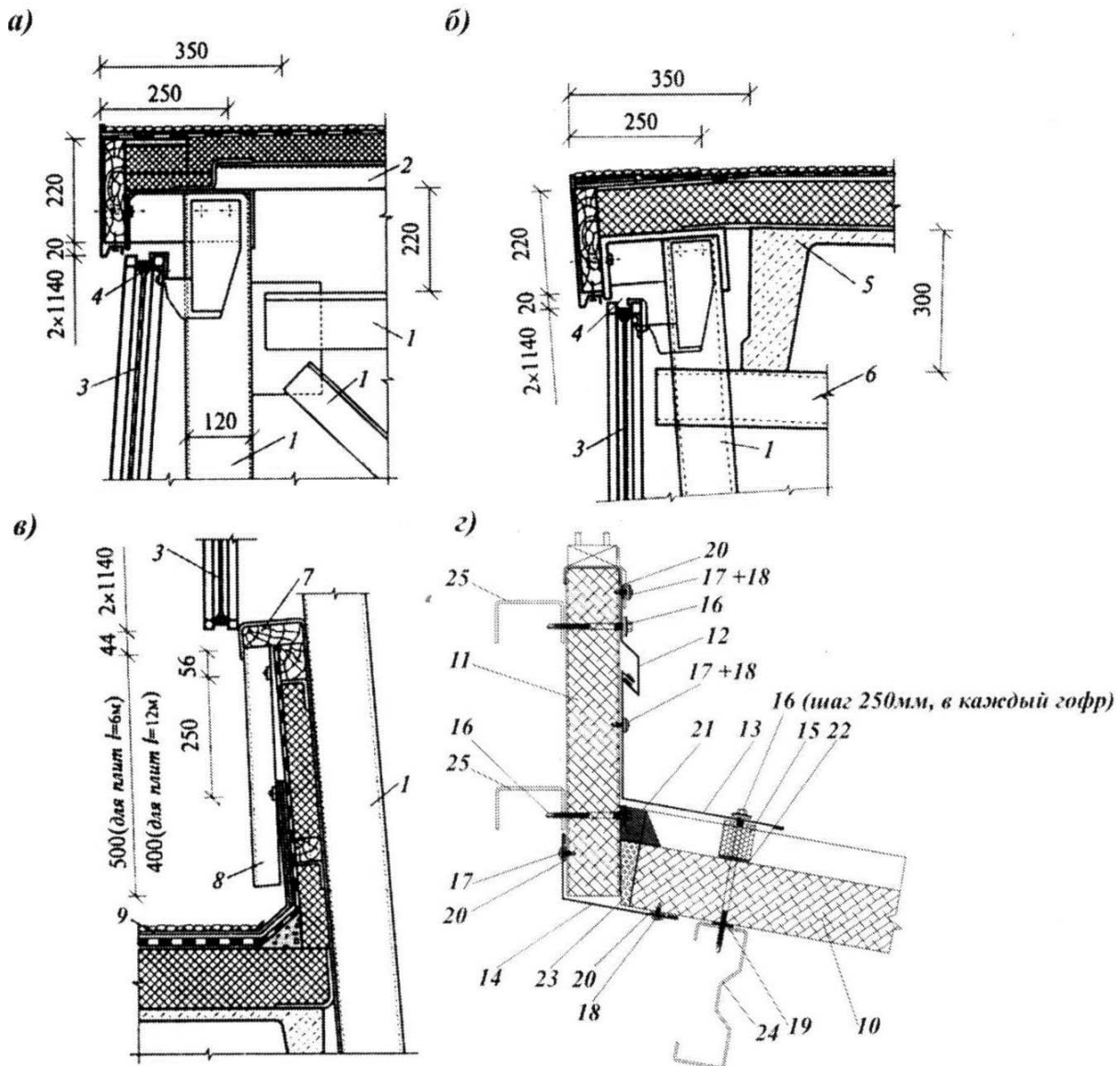


Рис. 68. Конструкции прямоугольных светоаэрационных фонарей (разрезы продольных стен):

- а – карнизный узел при покрытии из монопанелей;
- б – то же при покрытии из сборных железобетонных плит;
- в – цокольная часть фонаря при покрытии из сборных железобетонных плит;
- г – то же из панелей типа «сэндвич» («Венталл-КЗ»);
- 1 – элементы фонарной фермы (стойка, ригель, раскос); 2 – монопанель;
- 3 – остекление; 4 – шарнир для поворота переплета; 5 – железобетонная плита покрытия; 6 – консоль стойки фонарной фермы; 7 – гнутый стальной профиль;
- 8 – асбестоцементный волнистый лист; 9 – дополнительные слои водоизоляционного ковра с защитным слоем; 10 – кровельная трехслойная панель («Венталл-КЗ»); 11 – стеновая панель («Венталл-КЗ»); 12 – профиль холодногнутый НФ-11; 13 – то же НФ-15; 14 – то же НФ-17; 15 – уплотнитель профилеобразный; 16 – шуруп-саморез с шайбой, шаг 400 мм; 17 – саморез 402 x 14, шаг 300 мм; 18 – герметизирующая шайба; 19 – самоклеящаяся уплотнительная лента; 20 – герметик для наружных работ; 21 – полимерная отверждаемая мастика; 22 – клей-герметик; 23 – монтажная пена;
- 24 – прогон кровли; 25 – элементы каркаса светового фонаря (фонарная панель)

Пространственную жесткость и устойчивость фонарей обеспечивают вертикальными и горизонтальными связями, передающими усилия на диск покрытия (см. рис. 23). По противопожарным требованиям и удобства эксплуатации фонарные ленты не доводят до торцевых стен на один шаг стропильных конструкций, на один шаг их разрывают и у температурных швов.

Светоаэрационные фонари прямоугольного типа относятся к числу материалоемких и затратных в процессе эксплуатации. На остекленных поверхностях в зимний период образуются наледи, а в многопролетных покрытиях между лентами фонарей скапливаются отложения снега, пыли и других выбросов производства. Для учета последних факторов необходимо учитывать преобладающее направление ветра на зимний или летний периоды. С точки зрения исключения задувания ветром производственных выбросов обратно в здание и скопления снега в межфонарном пространстве фонарные ленты следуют направлять параллельно господствующему ветру или под углом к нему не более  $60^\circ$ .

*Зенитные фонари* наиболее эффективны в зданиях с повышенными требованиями к естественному освещению и с тепловыделениями до  $23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ . Они могут быть точечного типа или панельные (рис. 66, ж), односкатные, двускатные и криволинейные (рис. 69). Из панельных типов можно создавать ленты, собираемые из секций длиной 6 м.

Выбор размеров фонарей и способов их размещения в покрытии производят с учетом требований к естественному освещению и воздухообмену. Максимальная площадь, занятая фонарями в покрытии, не должна превышать 15 % освещаемой площади пола.

Зенитные фонари точечного типа площадью до  $4,5 \text{ м}^2$  рекомендуются для зданий высотой не более 8,4 м; при высоте зданий более 8,4 м следует применять фонари панельного типа площадью более  $4,5 \text{ м}^2$  (не более  $12 \text{ м}^2$ ).

Размеры проемов для зенитных фонарей увязывают с конструктивным исполнением покрытия. Так, в покрытиях из железобетонных плит размером  $1,5 \times 6$  м и из профильных стальных настилов световые проемы принимают  $1,5 \times 1,7$  и  $1,5 \times 5,9$  м; из железобетонных плит размером  $3 \times 6$  и  $3 \times 12$  м –  $2,9 \times 2,9$  м.

Общими конструктивными элементами всех видов зенитных фонарей являются опорный стакан, светопропускающее заполнение, защитная сетка и фартуки из оцинкованной стали (рис. 70). Стаканы выполняют из листовой стали толщиной 23 мм и холодногнутых профилей, соединенных на сварке или болтах. Высоту опорных стаканов назначают с учетом возвышения светопропускающего заполнения над уровнем кровли не менее чем на 300 мм. Стенки стакана утепляют минеральной ватой повышенной жесткости.

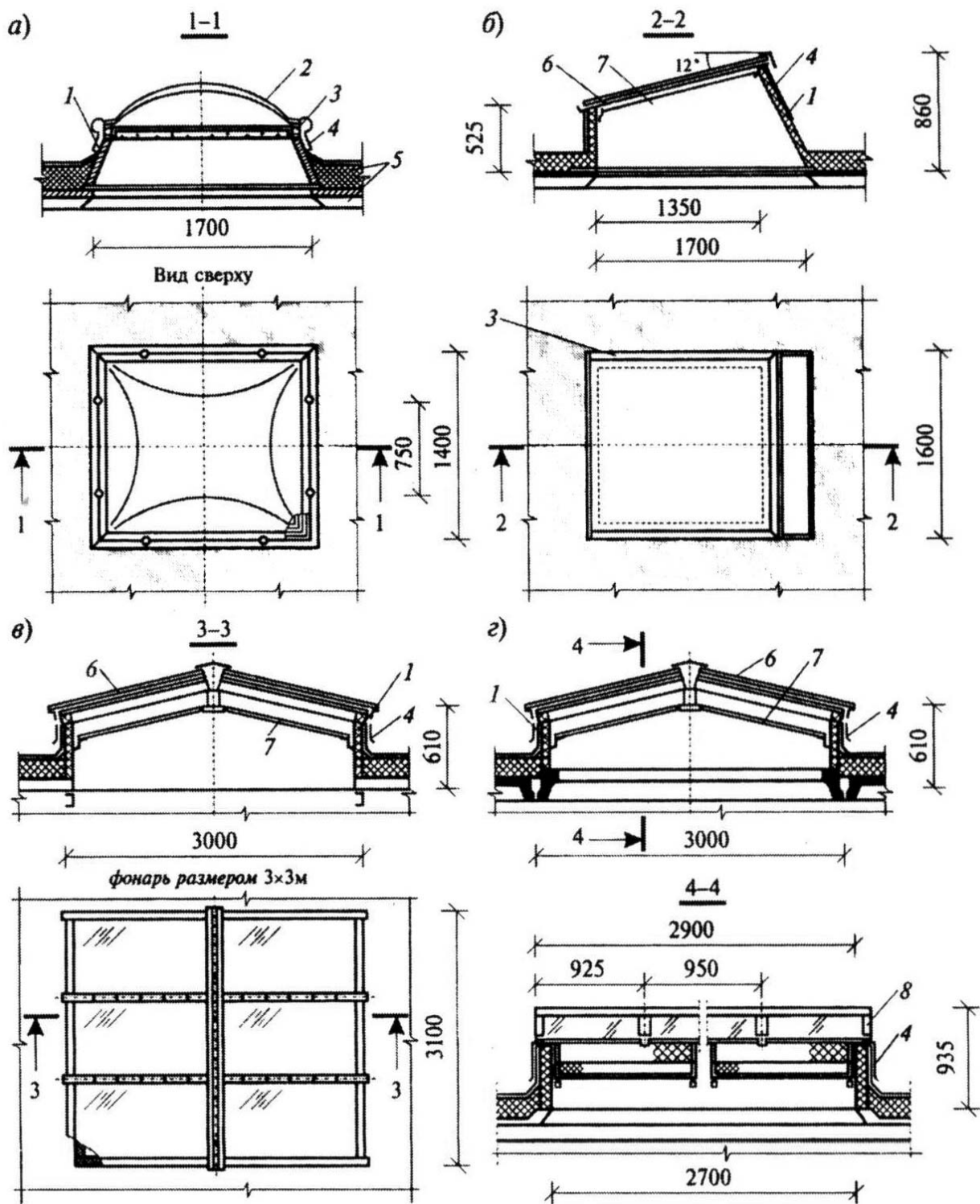


Рис. 69. Зенитные фонари:  
 а – купольный (разрез и вид сверху);  
 б – односкатный по железобетонным плитам;  
 в – двускатный с покрытием по профилированному настилу;  
 г – то же по железобетонным плитам (поперечный и продольный разрезы);  
 1 – стальной стакан; 2 – купол 1,6×1,4 м; 3 – элемент рамы;  
 4 – элементы фартука; 5 – утепленное покрытие здания; 6 – стеклопакет;  
 7 – сетка оцинкованная; 8 – нащельник боковой

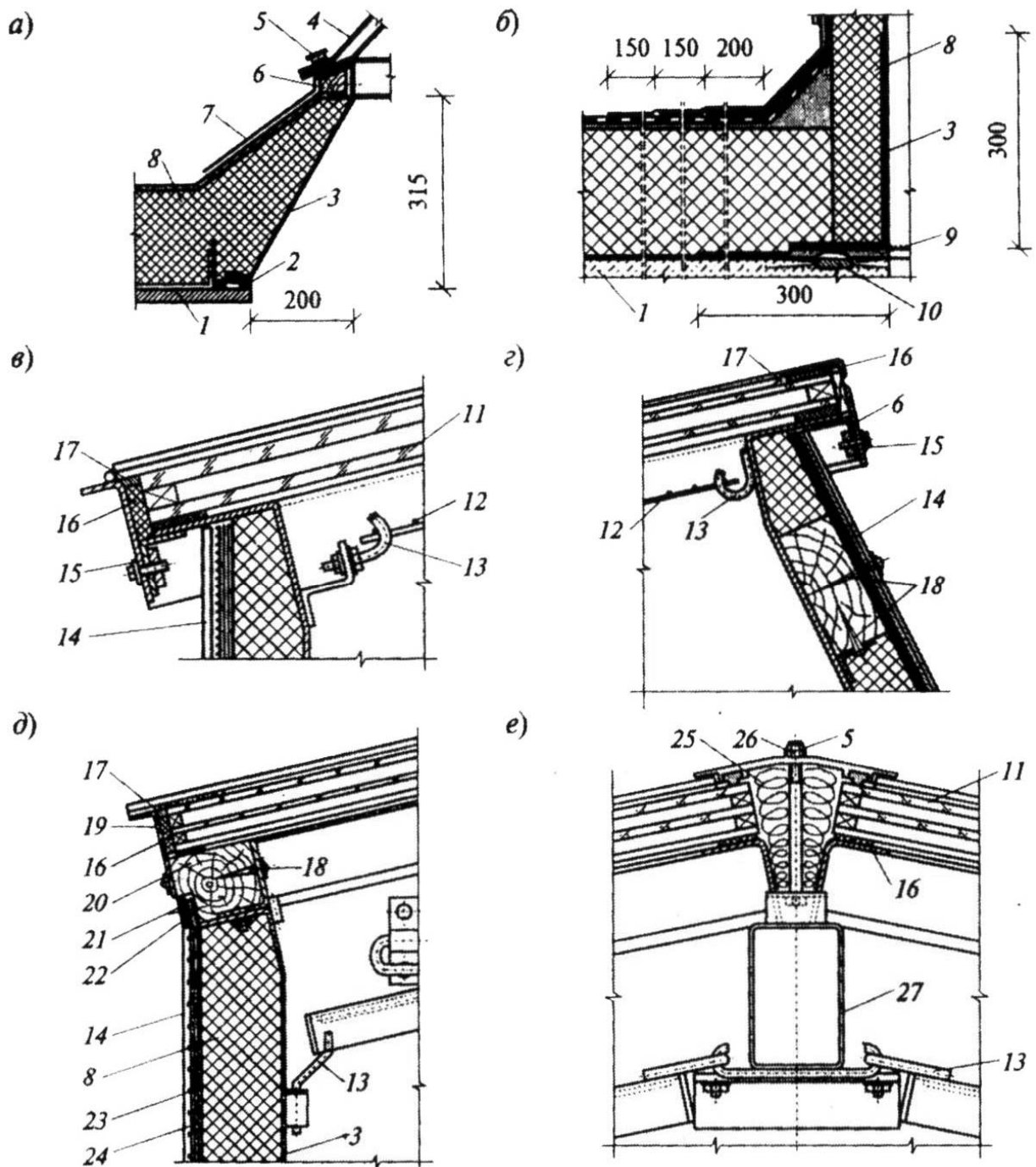


Рис. 70. Конструктивные детали зенитных фонарей:

- а – точечного типа из органического стекла;  
 б – г – односкатного с заполнением стеклопакетами; д, е – то же двускатного;  
 1 – плита покрытия; 2 – герметик; 3 – стальной стакан;  
 4 – двухслойный купол из оргстекла; 5 – колпачок; 6 – опорная рама;  
 7 – оцинкованная кровельная сталь; 8 – утеплитель;  
 9 – цементно-песчаный раствор;  
 10 – закладная деталь железобетонной плиты; 11 – стеклопакет;  
 12 – сетка сварная оцинкованная;  
 13 – натяжное устройство сетки (крюк, шайба, гайка); 14 – фартук;  
 15 – переплет; 16 – прокладка из губчатой резины; 17 – герметик;  
 18 – шурупы; 19 – прижимы; 20 – деревянные брусья; 21 – пленки;  
 22 – гвозди; 23 – рубероид кровельный; 24 – рубероид прокладочный;  
 25 – минеральная вата; 26 – гайка; 27 – балка коньковая

Светопрopusкающее заполнение зенитных фонарей выполняют одно-, двух- или трехслойным из листового стекла, стеклопакетов и листовых полимерных материалов в виде куполов или сводов. По теплотехническим соображениям при температуре наружного воздуха до  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  предпочтительнее заполнение из однокамерных стеклопакетов толщиной 27 мм. При более низких температурах наружного воздуха применяют двухкамерные пакеты толщиной 42 мм. Стеклопакеты опирают на переплеты через прокладки из губчатой и морозостойкой резины и закрепляют нащельниками из гнутых стальных швеллеров (рис. 70, в–е).

Зенитные фонари устанавливают глухими или открывающимися, что в последнем случае позволяет использовать их для аэрации и упрощает очистку от загрязнения. Они допускаются в производственных зданиях, выполненных из конструкций с повышенной огнестойкостью (I, II и III степени) и покрытиями кровель из негорючих или слабогорючих материалов с защитным покрытием из щебня или гравия. При наличии в покрытии горючих материалов в его продольном и поперечном направлениях через каждые 54 м должны быть предусмотрены разрывы шириной не менее 6 м. На такие же расстояния фонари должны отстоять от торцевых и противопожарных стен.

*Аэрационные фонари* устраивают в производственных зданиях с большими выделениями тепла, пыли и газов. При наличии таких источников выделений только на определенных участках здания используют аэрационные шахты.

В практике промышленного строительства нашли применение аэрационные фонари, разработанные в советский период различными проектными и конструкторскими организациями и специалистами (КТИС, ЦНИИПСК и др.). Работа различных типов аэрационных фонарей основана на принципе недопустимости задуваемости при различных направлениях ветра. С этой целью у продольных открытых сторон фонарных надстроек предусматривают ветрозащитные панели. Панели могут иметь стационарное или переменное положение (рис. 70, а, б) со средней и верхней подвесками (рис. 70, в, е, ж). Положение ветрозащитных панелей изменяют в зависимости от направления ветра и времени года. Размеры открытых проемов по высоте устанавливают на основании аэрационных расчетов; длину – в зависимости от протяженности вентилируемых участков производственного здания. Оба размера подчиняют модульной координации и обычно увязывают с размером пролета фонаря А.

Конструктивно аэрационные фонари-надстройки решают как и прямоугольные светоаэрационные фонари. Ширину фонарных ферм А назначают в увязке с размерами пролетов (чаще всего 6 и 12 м). Ветрозащитные панели из металла, асбеста и других воздухонепроницаемых материалов устанавливают вертикально или наклонно под углом до  $40^{\circ}$  на расстоянии  $0,35\text{--}0,5\text{ А}$  от стоек фонарной фермы. При вертикальной установке ветрозащитных панелей производительность аэрационных фонарей заметно снижается.



Фонарь системы инж. Батурина (рис. 71, д) рассчитан на стабильную работу независимо от направления ветра и времени года. Он состоит из двух частей, наружные боковые стороны которых имеют глухое решение, а внутренние оборудованы управляемыми жалюзиными решетками. Глухая сторона может быть выполнена с заполнением остекленными панелями – в этом случае фонарь является светоаэрационным. Фонарь устраивают с разрывами по длине, а торцы частей ограждают перегородками. При любом направлении ветра стенки фонаря и поперечные перегородки отражают набегающие потоки воздуха, создавая разрежение между частями фонаря. Такие фонари хорошо зарекомендовали себя в производственных зданиях с повышенной запыленностью.

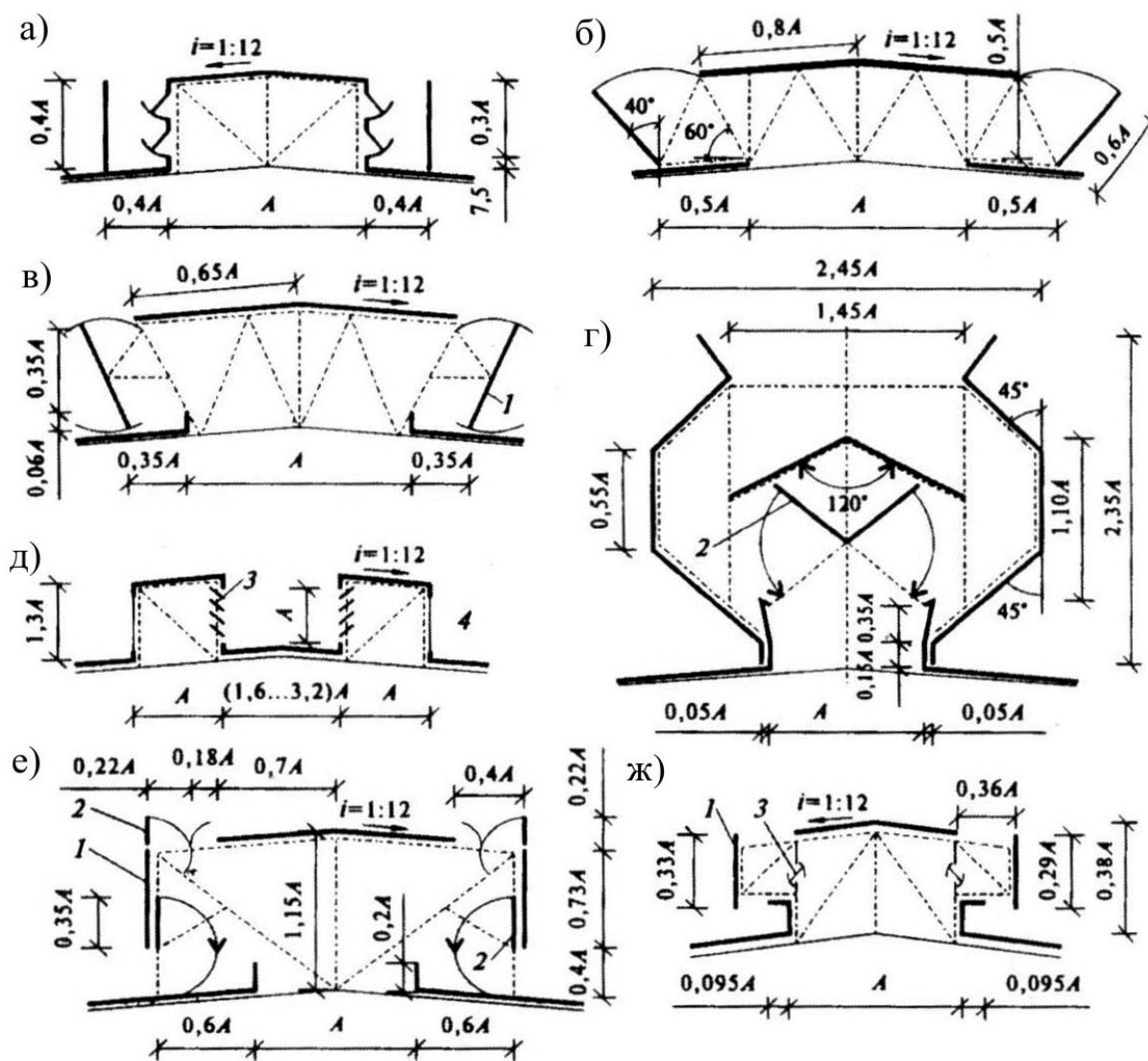


Рис. 71. Аэрационные фонари:  
 а – световой фонарь с ветрозащитными панелями; б – фонарь КТИС;  
 в – фонарь ЦНИИПСК; г – фонарь Гипромеза; д – фонарь Батурина;  
 е – фонарь МИОТ-2; ж – фонарь ЛенПСП;  
 1 – ветрозащитная панель; 2 – клапаны; 3 – жалюзи; 4 – глухое остекление

На рис. 71, г показан пример аэрационной шахты, незадуваемость которой обеспечивается формой ее поперечного сечения. Интенсивность вытяжки через шахту регулируют посредством клапана из двух плоскостей. Атмосферные осадки, попадающие внутрь шахты, отводятся на крышу здания по наклонным поверхностям через щели у основания шахты. Такие конструкции шахт хорошо зарекомендовали себя в производственных зданиях, в которых в зимнее время не требуется поддерживать положительную температуру.

**Полы.** В пределах производственного здания полы могут подвергаться самым различным нагрузкам и воздействиям. В одних случаях они должны быть устойчивы против механических воздействий (удары при падении изделий и материалов, истирание и т. п.), в других – стойкими против влаги, кислот, щелочей, масел и др. Помимо прочности полы должны обладать огнестойкостью, быть гигиеничными, эстетичными, удобными при уборке, ремонте и т. п. Большое экономическое значение имеют стоимость материалов и трудоемкость при устройстве полов, снизить которую можно за счет индустриальных методов проведения работ.

Основными элементами полов являются покрытие, подстилающий слой и основание. При необходимости в конструкцию пола вводят тепло- и звукоизоляционные слои, гидроизоляцию, стяжки.

В качестве основания пола могут быть естественный грунт в одноэтажных зданиях и плиты перекрытий в многоэтажных зданиях.

Верхний слой пола – покрытие – непосредственно подвергается эксплуатационным воздействиям. От качества этого слоя зависит соответствие пола необходимым требованиям. Его выполняют непосредственно по подстилающему слою или по стяжке в зависимости от кровочных материалов.

Подстилающий слой распределяет нагрузки, действующие на пол, и передает их на основание. Он должен обладать достаточной прочностью, стойким к перепадам температур, обладать малой деформативностью. Материалы и толщину подстилающего слоя назначают в зависимости от действующих на него нагрузок и воздействий (влаги, агрессивные компоненты, температуры и др.). Материалами для подстилающего слоя могут быть бетон, гравий, щебень, песок. В бетонных подстилающих слоях должны быть предусмотрены деформационные швы, располагаемые во взаимно перпендикулярных направлениях через 8–12 м.

Стяжки в конструкциях пола применяют для выравнивания поверхности подстилающего слоя, распределения нагрузок от покрытия пола на нижележащие слои, придания покрытию пола заданного уклона, укрытия различных трубопроводов и др. Для устройства стяжек используют бетоны, цементно-песчаные растворы с повышенной прочностью на сжатие. Легкие бетоны в стяжках используют лишь в случаях необходимого обеспечения теплоусвоения покрытия пола.

Гидроизоляцию, как элемент пола, предусматривают в конструкциях полов многоэтажных зданий для защиты перекрытий от поверхностных жидких воздействий; в одноэтажных – для защиты от поверхностных и грунтовых воздействий. Ее устраивают в полах многоэтажных зданий надстилающим слоем, в одноэтажных зданиях для защиты от грунтовой влаги между основанием и подстилающим слоем. В основном гидроизоляцию выполняют оклеечной из рулонных материалов (изол, гидроизол, рубероид, полимерные пленки и т.п.). При устройстве гидроизоляции на основе битумных материалов ее выполняют в два слоя, из полимерных материалов (полиизобутилы, поливинилхлоридные пленки) – в один слой.

Тепло- и звукоизоляционные слои в конструкциях полов устраивают в обоснованных случаях. Теплоизоляция пола чаще всего необходима в отапливаемых одноэтажных зданиях, в которых в качестве основания пола являются грунты. Ее устраивают в соответствии с теплотехническим обоснованием из малотеплопроводных жестких материалов (ячеистый бетон, древесно-стружечные плиты и т.п.). Утепляющий слой должен иметь надежную гидро- и пароизоляцию. Его располагают по подстилающему слою.

Звукоизоляционные слои характерны для полов в междуэтажных перекрытиях. Их рассчитывают и конструируют аналогично конструкциям гражданских зданий. В качестве звукоизоляционных материалов могут быть использованы жесткие минераловатные, древесно-волоконистые плиты и др. Звукоизоляционный слой располагают между покрытием пола и подстилающим слоем.

При устройстве полов по грунтовому основанию должны быть учтены свойства естественных грунтов. Пол устраивают только на грунтах, исключающих возможность деформации конструкции от просадки грунтов. При использовании под основание пола естественных грунтов с нарушенной структурой или насыпных грунтов их предварительно уплотняют. При пучинистых грунтах в основание пола, когда возможно их промерзание, полы утепляют или производят замену пучинистого грунта непучинистым. Особые меры должны быть приняты по понижению грунтовых вод, если их уровень может находиться в зоне основания и подстилающего слоя.

При укладке бетонного подстилающего слоя на основание из естественных грунтов, даже с надлежащими свойствами, лучше предусматривать подушку из увлажненного песка толщиной 40...100 мм или слой щебня или гравия, втопленного в грунт на глубину не менее 40 мм.

В зависимости от материала покрытия различают полы бесшовные со сплошным покрытием, из штучных, рулонных и листовых материалов.

*Полы со сплошным покрытием* являются наиболее распространенными в производственных зданиях. По сравнению с конструкциями полов из штучных материалов они лучше поддаются механизации и во многих случаях дешевле.

Бетонные полы (рис. 72, а) устраивают на участках производственных зданий с повышенной влажностью, при попадании на пол минеральных масел и органических растворителей. Они обладают высокой прочностью против механических воздействий при интенсивном движении транспорта, падении предметов и др. Их устраивают из тяжелых бетонов плотностью выше  $1800 \text{ кг/м}^3$ , укладываемых в два – три слоя. В большинстве случаев толщина верхнего покровочного бетонного слоя достаточна в пределах до 50 мм, а подстилающего слоя – до 200 мм. К числу существенных недостатков бетонных полов следует отнести: нестойкость против воздействий кислот и щелочей, пыльность, непривлекательный вид и необходимость выполнения трудоемкой операции по затирке верхнего слоя.

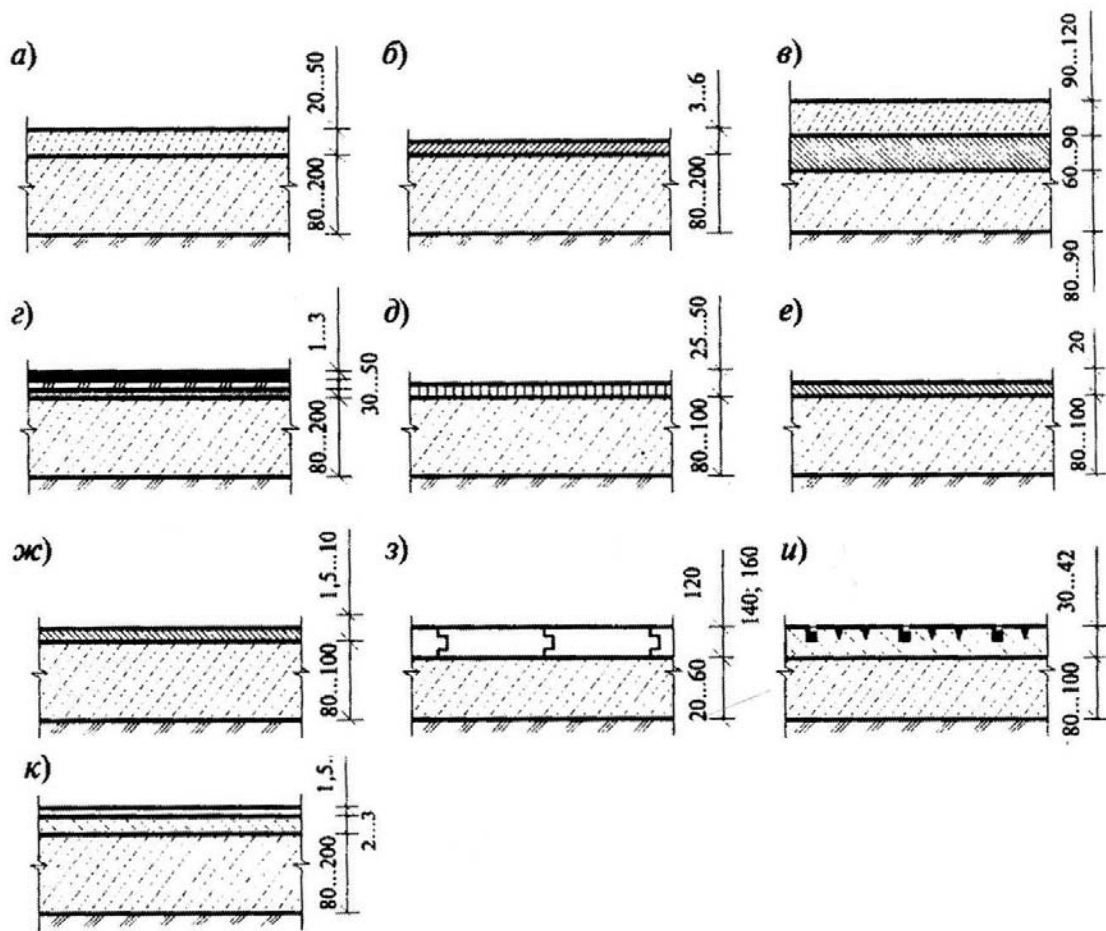


Рис. 72. Основные типы полов в производственных помещениях (разрезы):  
а – бетонные; б – металлоцементные; в – жаростойкие бетонные;  
г – силикатные; д – асфальтобетонные; е – полимерцементобетонные;  
ж – полимерные наливные; з – сборные из комплексных бетонных плит;  
и – из металлических плит; к – из линолеума

Более гигиеничными и эстетичными являются мозаичные бетонные полы. При устройстве таких полов в верхний слой бетонного покрытия добавляют цветные пигменты или крошку, содержащую мрамор, базальт, гранит и др. Поверхность такого пола, как правило, шлифуют.

Металлоцементные полы (рис. 72, б) обладают по сравнению с бетонными более высокими прочностными качествами верхнего покровочного слоя. Этот слой выполняют из смеси цемента и металлического порошка или окалины, втираемой в незатвердевшую поверхность бетонного подстилающего слоя с помощью механических заглаживающих устройств. Толщина упрочненного верхнего слоя составляет 3...6 мм. Для устройства таких полов могут быть использованы стальные и чугунные стружки и опилки размером до 5 мм.

Жаростойкие бетонные полы необходимы на производственных участках с возможным воздействием на них высоких температур (иногда 700 °С и выше). Их выполняют на основе глиноземистых цементов или жидкого стекла. Покрытия из жаростойких бетонов укладывают в два слоя общей толщиной не менее 120 мм. Нижний слой, который на 30 мм меньше верхнего, армируют сетками из арматурной стали диаметром 5 – 6 мм с размером ячеек 80×80 мм (рис. 72, в). Полы с покрытием из бетонов на основе жидкого стекла (силикатные полы) кроме жаростойкости обладают хорошей стойкостью против воздействий различных кислот и растворов солей кислотной реакции. Силикатное покрытие устраивают толщиной 30 – 50 мм (рис. 72, г).

Асфальтобетонные покрытия выполняют из смеси битума с минеральным порошком, песком, щебнем или гравием (рис. 72, д). Их применяют в мокрых зонах здания без воздействия на них органических растворителей, горячей воды, с умеренным движением транспорта на мягком ходу. Толщина асфальтобетонного покрытия достаточна в пределах 25...50 мм, его укладывают по гравийным, щебеночным и бетонным подстилающим слоям.

Полимерцементнобетонные полы выполняют из смеси цемента, песка, щебня, пигментов и полимерных добавок. Включение в обычный бетон полимеров значительно повышает его прочность при растяжении и ударах (в 2 – 3 раза), увеличивает износостойкость и понижает пылеотделение при эксплуатации.

В качестве полимерных добавок применяют поливинилацетатные дисперсии или дивинилстирольный латекс. Дисперсные добавки повышают стойкость пола при воздействии на него минеральных масел, масляных эмульсий и органических растворителей, а латексы – при воздействии воды, минеральных масел и растворов щелочей малой интенсивности.

Полимерцементнобетонные покрытия укладывают слоем толщиной 20 мм по бетонному подстилающему слою, плитам перекрытия или стяжке из мелкозернистого бетона (рис. 72, е).

Полимербетонные полы в наилучшей мере обладают высокой химической стойкостью, износоустойчивостью и долговечностью. Они

достаточно гигиеничны, могут иметь разнообразный по цвету и рисунку вид.

Полимербетонную смесь получают на основе синтетических смол, отвердителей и химически стойких наполнителей и заполнителей. В качестве наполнителей используют (размер частиц менее 0,15 мм) кварцевую, андезитную и диоритовую муку, графический порошок и др. Заполняющую часть полимербетона формируют из крупно- и мелкозернистого материала (чаще всего песок). В качестве крупного заполнителя может быть кислотоустойчивый щебень или гравий, керамзит, аглопорит с размерами зерен до 5 мм. В жидком состоянии полимербетонную смесь разливают по бетонному подстилающему слою толщиной до 10 мм и заглаживают (рис. 72, ж); в более жестком состоянии смесь уплотняют виброрейкой или катком.

Полимерцементнобетонные и полимербетонные покрытия имеют недостатки: высокие усадочные деформации и низкую теплостойкость.

Полы с покрытиями из штучных и рулонных материалов наиболее эффективны, когда их изготавливают из крупноразмерных комплексных элементов высокой заводской готовности.

Полы из крупноразмерных комплексных бетонных плит с размером основных элементов 3×3 и доборных размерами 1,5×1,5 и 1×1 м выполняют с покрытиями из жаростойкого и мозаичного бетона, поливинилацетатно-цементобетонными, латекс-цементобетонными и др.

Плиты могут иметь толщину до 160 мм в зависимости от нагрузки, действующей на них (рис. 72, з). Их укладывают соединением пазов и гребней, предусмотренных по контуру плит. В качестве подстилающего слоя чаще всего используют песок. При полах на грунте толщина песчаного слоя достаточна в пределах 60 мм и 20 мм – при полах по перекрытию. Такие конструкции полов по сравнению с другими отличаются заметно меньшей трудоемкостью при их устройстве: их можно устраивать при любой температуре наружного воздуха.

Металлические полы (рис. 72, и) применяют как специальные на участках, предусматривающих движение тележек на металлических шинах, перекачивание предметов и при воздействии высоких температур. Их выполняют из чугунных дырчатых и стальных штампованных перфорированных плит.

Чугунные дырчатые плиты, имеющие размеры 248×248 и 298×298 мм с высотой ребер 30 и 42 мм при толщине плит 6 мм, укладывают на песчаную или мелкозернистую бетонную подготовку. Для лучшего сцепления с бетоном ребрам жесткости плиты придают треугольную форму с шипами.

Стальные штампованные листы размером 300×300 мм изготавливают из горячекатаной стали толщиной 3 мм. Их укладывают, как правило, по прослойке из мелкозернистого бетона.

Лицевая поверхность чугунных и стальных плит может быть гладкой или рифленой.

Полы из мелкогазмерных блоков и плиток по своей конструкции и областям применения весьма разнообразны.

В производственных зданиях наибольшее применение получили полы из бетонных блоков и плиток из керамики, шлакоситалла и на основе синтетических материалов.

Бетонные блоки с различными покрытиями и добавками изготавливают размером 300×300 и 400×400 мм. Их толщина может быть от 50 до 120 мм в зависимости от состава (жаростойкие, полимерные и т.п.). Блоки укладывают по прослойке из песка толщиной 20...40 мм. Равность поверхности пола обеспечивают соединением блоков при помощи паза и гребня.

Плиточные полы из керамики размерами 100×100 и 150×150 мм при толщине 10...17 мм относятся к числу наиболее стойких против воздействия влаги и кислот. Они обладают высокой прочностью и большим разнообразием по внешнему виду. К ровному жесткому основанию их укладывают на цементно-песчаном растворе или приклеивая специальными клеями и мастиками.

Шлакоситалловые плиты, получаемые методами прессования или непрерывного проката из смеси металлических шлаков со специальными добавками, стойки против воздействия кислот и щелочей, легко очищаются от производственных загрязнений. Их изготавливают размерами 300×300, 400×400; 500×500 и 600×600 мм при толщине 8...10 мм с глянцево-гладкой поверхностью и толщиной 17...20 мм – при рифленой. Плиты укладывают на подстилающие слои аналогичного керамическим. К числу недостатков шлакоситалловых плит относятся: хрупкость, скользкость при ходьбе, сложность в устройстве.

Блоки и плиты на основе полимерных составов (карбалидно-формальдегидные смолы с добавками древесных опилок и др.) обладают более высокими теплотехническими свойствами и ударной вязкостью.

На ряде производственных участков, где требуется архитектурная отделка помещений, применяют поливинилхлоридные (ПВХ) плитки. Их выпускают с гладкой или тисненой поверхностью толщиной 1,5...2,5 мм. Наиболее распространены плитки размером 300×300 мм.

Кумарановые плитки производят на основе фенолформальдегидного полимера, отвердителя и порошкообразных наполнителей (тальк, слюда, каолин, древесная мука). Плитки имеют высокую механическую прочность и устойчивость к кислотным воздействиям.

Резиновые плитки изготавливают методом прессования резиновых смесей на основе каучука и резиновой крошки. Они могут быть одноцвет-

ными с рифлениями на лицевой стороне и ребристыми обратной поверхностью. Размеры плиток 510×510×26 мм.

Все виды плиток, как правило, к поверхности выравнивающей стяжки приклеивают клеями и мастиками соответствующего состава (кумарано-каучуковые, латексные типа «бустилат» и др.).

К недостаткам полов из плиток следует отнести наличие в покрытии большого количества швов, что снижает их долговечность и гигиеничность.

Полы из рулонных и листовых материалов отличаются меньшим количеством швов в покрытии, большим разнообразием и меньшей трудоемкостью при устройстве.

Чаще всего в качестве рулонных материалов используют линолеумы (рис. 72, к). Их изготавливают безосновными и с упрочняющей или тепло- и звукоизоляционной основой. Безосновный линолеум (релин) выполняют из поливинилхлорида и резины, он отвечает повышенным санитарно-гигиеническим требованиям. Вследствие эластичности, мягкости и незначительной толщины линолеум укладывают только по ровному и прочному основанию. Подстилающий слой делают, как правило, из бетона, а стяжку – из цементно-песчаного раствора.

Листовые конструкции полов выполняют из твердых и сверхтвердых древесно-волокнистых, древесно-стружечных, цементно-стружечных и виниловых листов. Их толщина может быть от 3 до 19 мм.

Полы из плит на основе древесных компонентов могут быть применены на участках, где отсутствуют механические, температурные и агрессивные воздействия на них. Более стойкими, особенно в агрессивных средах, являются полы из листов из винилпласта, полиэтилена, полипропилена и других полимерных материалов.

В местах стыков полов различных конструкций должны быть предусмотрены окаймляющие устройства, исключающие выкрашивание, обмятие, водопроницание и др. Особое внимание уделяют примыканию пола к стенам, колоннам, фундаментам под оборудование и другим выступающим над полом конструкциям, а также к каналам и приямам (рис. 73). В помещениях с большой интенсивностью воздействия на пол жидкостей предусматривают уклоны полов. Величину уклонов принимают в зависимости от конструкции пола. Так, при бесшовных покрытиях (кроме бетонных всех видов) уклон составляет 0,5...1,0 %; в бетонных – 1...2 %. Уклон полов создают стяжкой.

При высоком уровне грунтовых вод, когда подстилающий слой может находиться в пределах их поднятия, уровень пола в одноэтажных зданиях располагают на 700 мм выше планировочной отметки примыкающей территории.



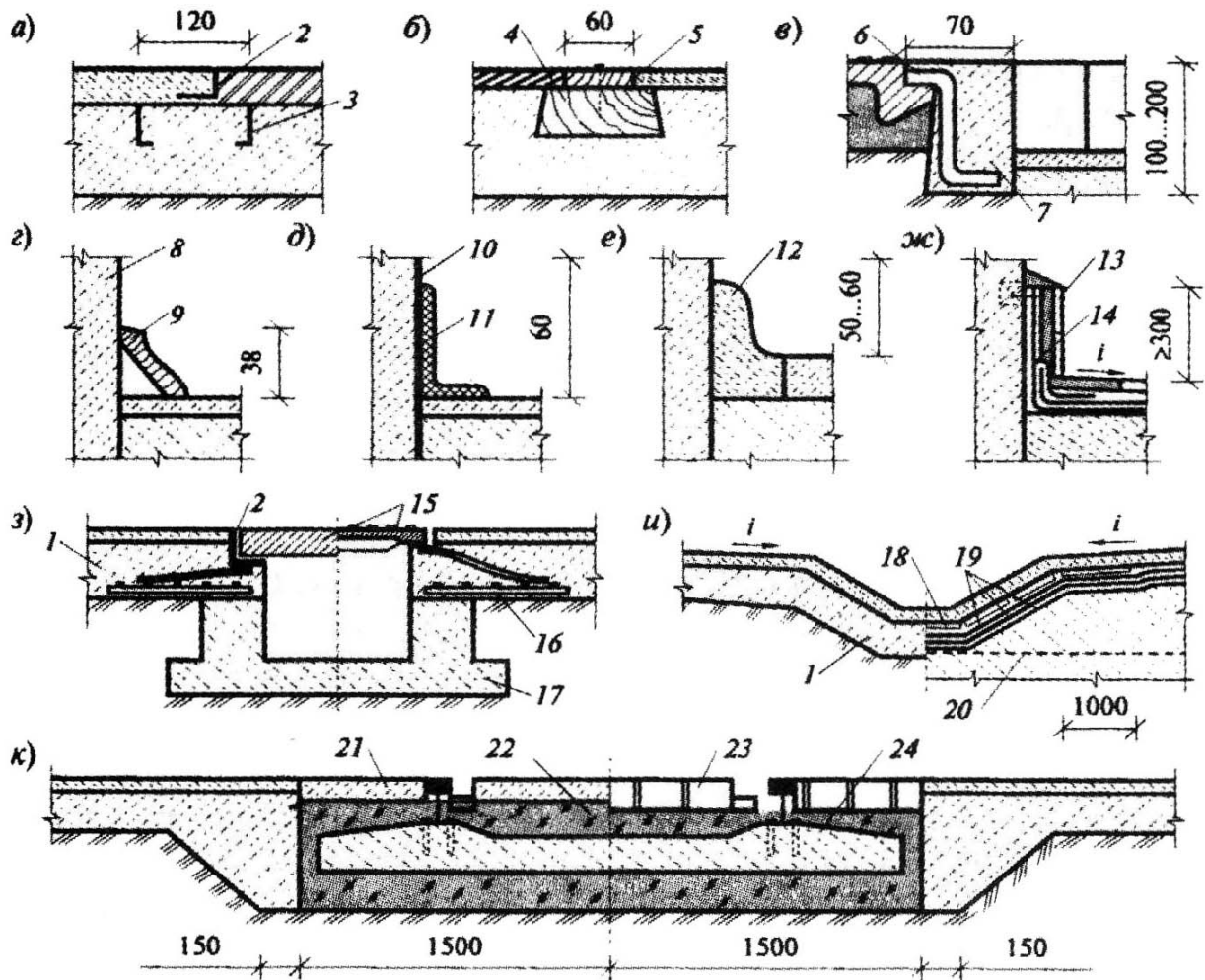


Рис. 73. Детали полов промышленных зданий:

- а, б – примыкание сплошных покрытий; в – то же из штучных материалов;  
 г – ж – плинтусы; з – примыкание пола к каналу; и – сточный лоток;  
 к – полы в зоне железнодорожных путей;  
 1 – подготовка; 2 – уголок; 3 – анкер; 4 – пробки; 5 – рейка; 6 – крюки;  
 7 – бетонный бортик; 8 – стена; 9 – деревянная галтель; 10 – мастика;  
 11 – плинтус пластмассовый; 12 – плинтус из раствора;  
 13 – плинтус из керамических плиток; 14 – изоляция на мастике;  
 15 – съемные плиты; 16 – сварная сетка; 17 – канал; 18 – плиточная изоляция;  
 19 – то же оклеенная; 20 – подстилающий слой или плита перекрытия;  
 21 – железобетонные плиты; 22 – песок;  
 23 – брусчатка (кирпич, торцовая шашка и т.п.);  
 24 – железобетонная шпала

**Лестницы** различают основные, служебные, пожарные и аварийные.

Основные лестницы служат для связи с этажами и для эвакуации людей. В зависимости от высоты этажа лестницы выполняют двух-, трехмаршевые и с большим количеством маршей (рис. 74). Их размещают в самостоятельных шахтах или с опиранием лестничных площадок на ригели каркаса.

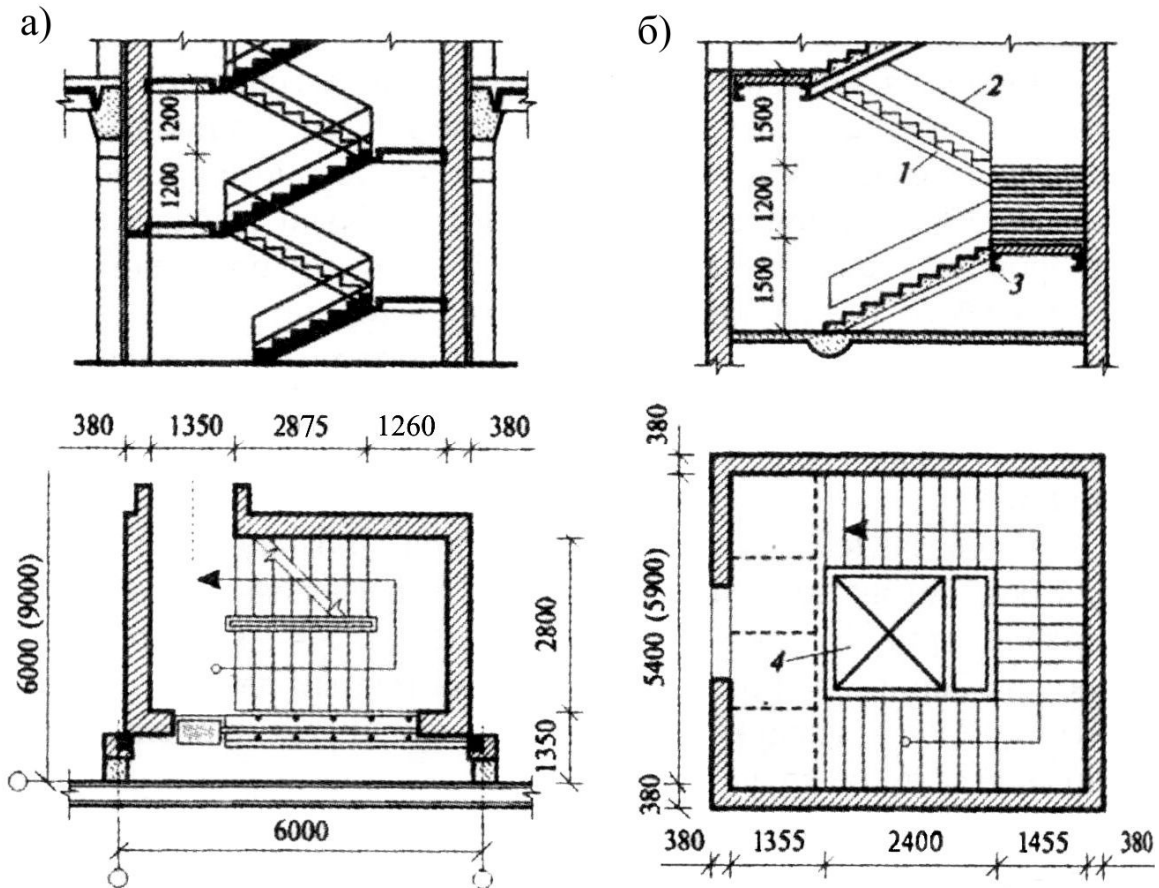


Рис. 74. Типы основных лестниц:  
 а – двухмаршевая с цельными маршами;  
 б – трехмаршевая с отдельными ступенями по косоурам;  
 1 – косоур; 2 – ограждение; 3 – балка; 4 – лифт

Основные параметры лестниц (высота подъема, уклон, ширина маршей) и количество лестниц принимают в зависимости от плотности людских потоков, степени огнестойкости, пожарной категории здания и условий эксплуатации (см. раздел 3).

Конструктивно их решают из сборных железобетонных элементов (см. рис. 29) или сборными с металлическими косоурами и железобетонными ступенями.

Служебные лестницы устраивают для связи с рабочими площадками и могут быть использованы как дополнительные к основным лестницам между этажами. Их, как правило, выполняют стальными с уклоном не более 1:1 в виде маршевых и стремянок.

Маршевые лестницы (рис. 75, а, б) состоят из сборных лестничных маршей и промежуточных площадок. Ширина таких лестниц достаточна в пределах до 700 мм. Промежуточные площадки шириной не менее 900 мм рекомендуется устраивать по высоте не более чем через 4 – 4,5 м. Несущие конструкции марша в виде двух тетив выполняют из прокатных швеллеров, к которым прикрепляют ступени, имеющие только проступь. Такие

лестницы применяют для обслуживания и ремонта мостовых кранов и другого оборудования.

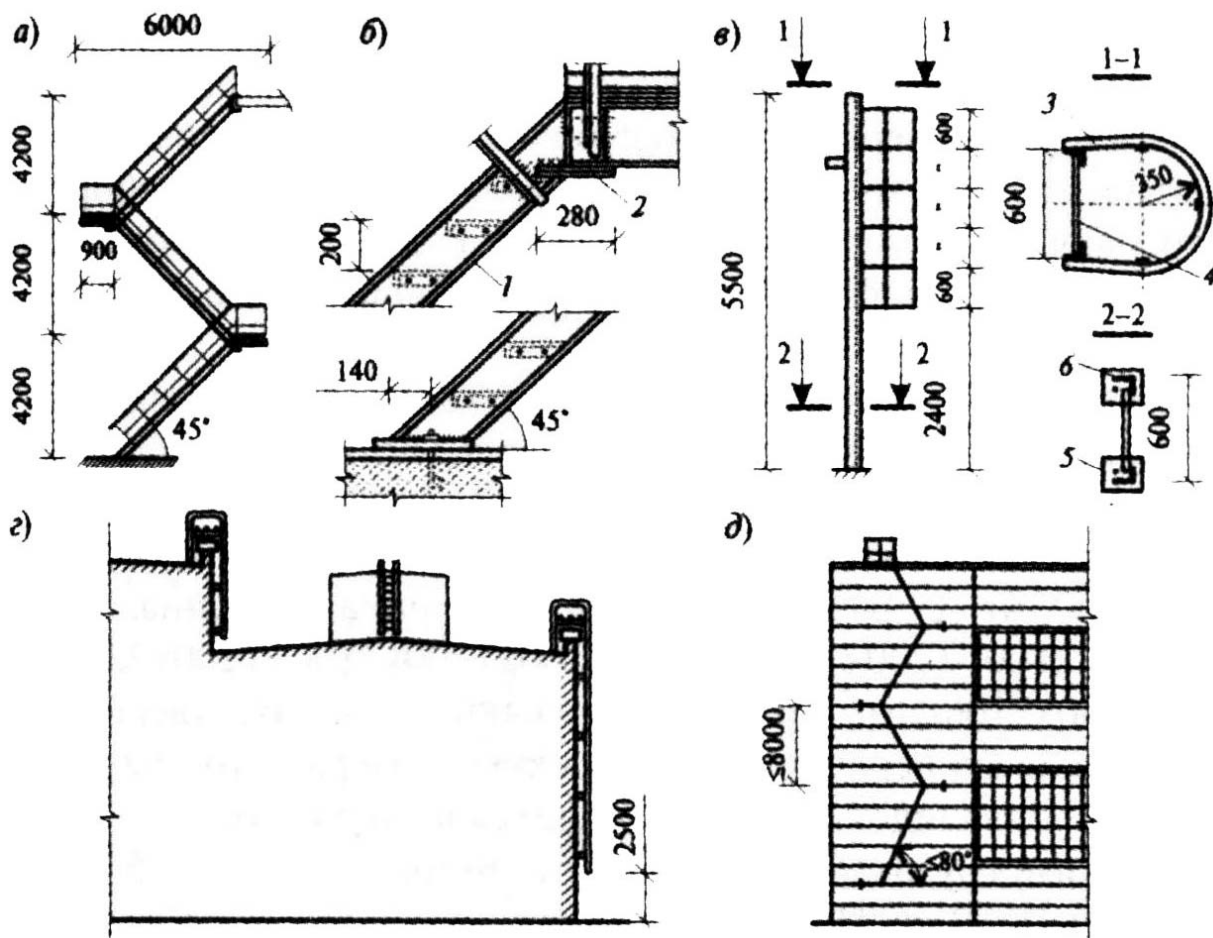


Рис. 75. Служебные и пожарные лестницы:  
 а – служебная маршевая; б – верхний и нижний узлы опирания марша;  
 в – лестница-стремянка; г – пожарная лестница 1-го типа; д – то же 2-го типа;  
 1 – швеллер № 18; 2 – уголок 50×5 мм; 3 – полоса 40×4 мм;  
 4 – стержень диаметром 18 мм через 300 мм; 5 – пластина 100×100×6 мм;  
 6 – уголок 80×80 мм

Вертикальные лестницы-стремянки (рис. 75, в) используют для индивидуального пользования, например, для подъема крановщика на посадочную площадку.

Пожарные лестницы предусматривают в производственных зданиях высотой более 10 м для подъема пожарных на кровлю. Они могут быть двух типов.

Первый тип лестниц (рис. 75, г) применяют в зданиях для подъема на высоту от 10 до 20 м и в местах перепада высот кровель от 1 до 20 м. Их выполняют вертикальными стальными шириной 0,7 м, начинающимися с высоты 2,5 м, и с площадками при выходе на кровлю. Аналогично конст-

рукциям лестниц-стремянок их оборудуют дугами через каждые 0,7 м с радиусом закругления не менее 0,35 м.

Второй тип лестниц – маршевый (рис. 75, д) с уклоном не более 6:1, шириной 0,7 м, начинающийся с высоты 2,5 м от уровня земли. В таких лестницах через каждые 8 м устраивают площадки с поручнями. Их применяют для подъема на высоту более 20 м и в местах перепада высот более 20 м.

**Аварийные лестницы** используют только для эвакуации и спасения людей из здания на случай пожара или аварии. Конструктивно их выполняют, как и стальные маршевые пожарные лестницы, но с обязательной доводкой до уровня земли.

**Перегородки.** В производственных зданиях их количество стремятся сделать по возможности минимальным, чтобы не затруднять технологическое переоборудование, перепланировку помещений и не ухудшать естественное освещение и воздухообмен. Наиболее целесообразны перегородки сборно-разборной конструкции. Их решают в соответствии с требованиями прочности, устойчивости, огнестойкости, индустриальности возведения, а в отдельных случаях – с требованиями звуко-, теплоизоляции и других специальных требований.

В зависимости от функционального назначения различают перегородки выгораживающего и разделительного типа.

**Выгораживающие перегородки** устанавливают на неполную высоту помещения в местах для ограждения кладовых, проходов и других, опасных для людей участков.

Среди разнообразных конструктивных решений перегородок такого вида наибольшее применение получили консольные сетчатые стальные перегородки и панельные из асбестоцементных и стальных листов. Сетчатые стальные перегородки выполняют двух типов (рис. 76).

Первый тип перегородок (рис. 76, а) может быть выполнен непосредственно на месте из стоек и стальной сетки или собран из щитов заводской готовности. При устройстве перегородок непосредственно на месте стальную сетку крепят к стойкам прижимными накладками с помощью болтов (рис. 76, в). Стойки высотой 1,8 м из гнутых уголков или прямоугольных труб устанавливают с шагом 1,5 м и крепят к конструкциям пола самоанкеривающимися болтами (рис. 76, б).

Перегородки из щитов заводской готовности высотой 1,8 и 2,4 м могут быть выполнены глухими или поворотными с раздаточными окнами и дверями (рис. 76, г). Ширина щитов составляет 1,5; 1,0 и 0,7 м. Щиты устанавливают на покрытие пола и крепят самоанкеривающимися болтами. Между собой щиты соединяют болтами (рис. 76, д).

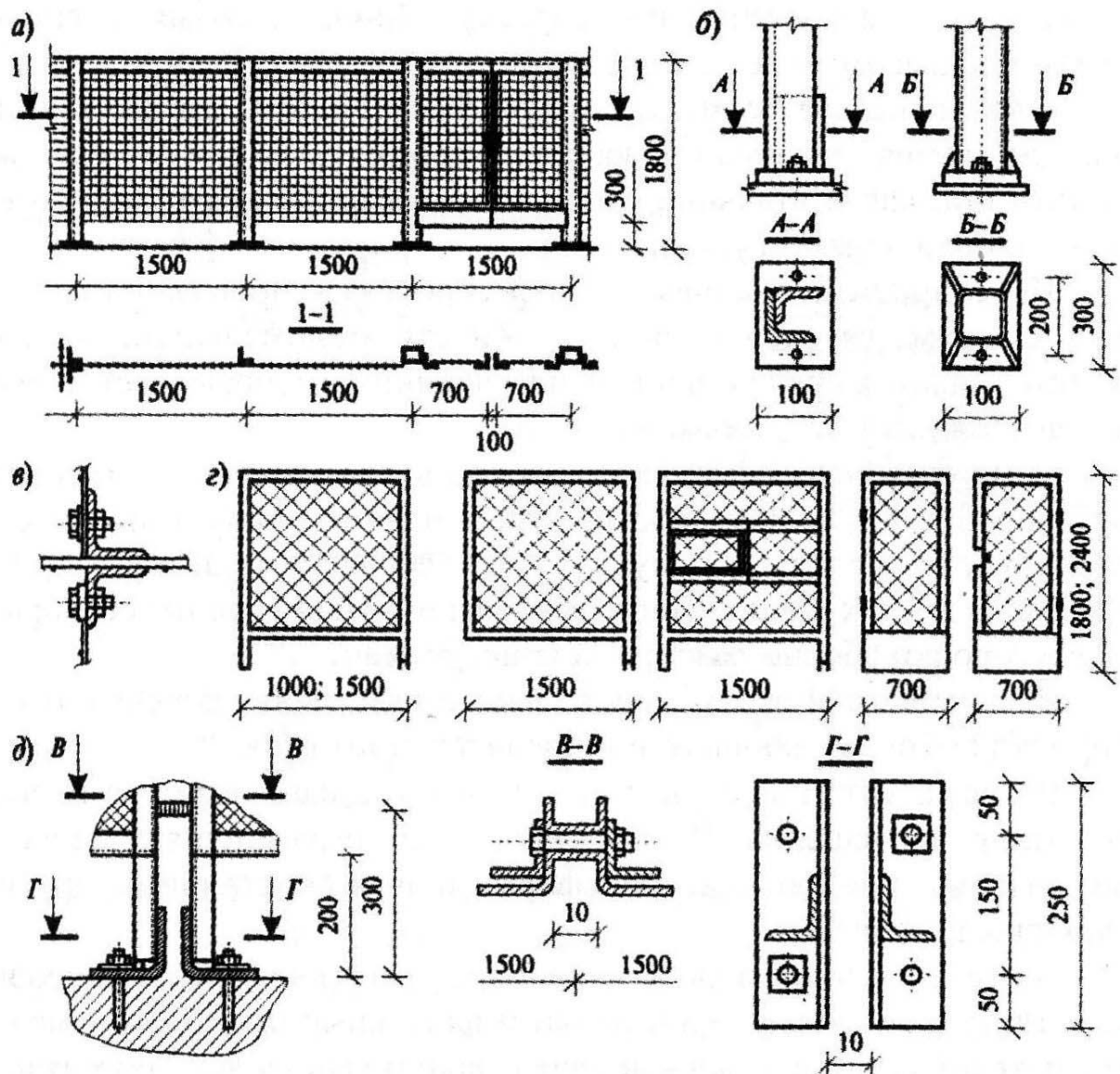


Рис. 76. Выгораживающие перегородки из стальной сетки:  
 а – консольные сетчатые (общий вид и план);  
 б – стойки из гнутых уголков и прямоугольных труб;  
 в – крепление сетки к стойкам;  
 г – виды щитов консольных сетчатых перегородок (рядовой, поворотный, с раздаточным окном, дверной);  
 д – крепление щитов к полу и между собой

Панельные выгораживающие перегородки, как правило, выполняют из асбестоцементных или стальных профилированных листов высотой 2,4 и 3,6 м. Их монтируют из панелей и стоек. Панели состоят из листов и обвязки из труб прямоугольного сечения (рис. 77, а). Панели делают глухими, с дверными полотнами и с раздаточными окнами. Их навешивают на консольные стойки из гнутых замкнутых профилей или из холодногнутых швеллеров. Стойки устанавливают с шагом 6 м и крепят к бетонному подстилающему слою фундаментными болтами.

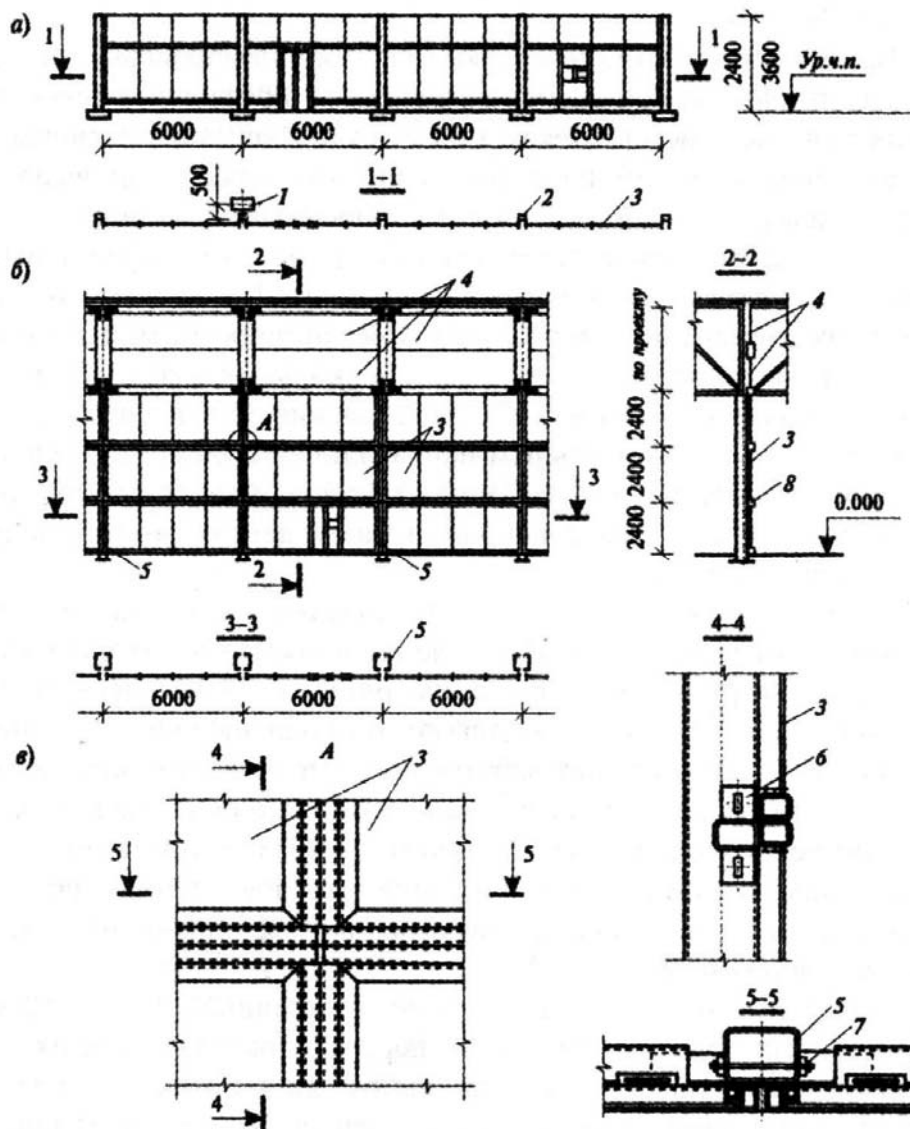


Рис. 77. Перегородки панельные из асбестоцементных и стальных листов в стальной обвязке:

а – консольные выгораживающие;

б – разделительные продольные в одноэтажном здании;

в – сопряжение перегородок;

1 – колонна каркаса; 2 – стойки перегородок; 3 – панель рядовая;  
4 – асбестоцементные или стальные листы в стальной обвязке с размещением по месту; 5 – фахверковые колонны; 6 – фланец; 7 – шпилька; 8 – ригель

Выгораживающие перегородки могут быть выполнены и из других материалов и конструкций. Например, из стекла и пластика или быть комбинированными, когда нижнюю часть перегородок выполняют глухой, а верхнюю – из сетки или светопрозрачных материалов.

Разделительные перегородки предназначены для полной изоляции смежных помещений. Их возводят на всю высоту здания или

этажа. По конструктивному решению они могут быть кирпичные, из мелкогабаритных блоков и сборные из крупногабаритных элементов.

Кирпичные перегородки обладают повышенной технической надежностью и лучше соответствуют технологическим особенностям производства. Их устраивают толщиной 120 и 250 мм. В одноэтажных зданиях при высоте более 4 м их опирают на фундаментные балки, а при высоте до 4 м – на утолщение в бетонной подготовке пола. В многоэтажных зданиях перегородки опирают на междуэтажные перекрытия. Перегородки толщиной 120 мм армируют горизонтальными стержнями и крепят через 3 м по вертикали к колоннам подвижными соединениями. Их располагают между колоннами или прислоняют к ним. Для устойчивости перегородок делают кирпичные пилястры или крепят их к фахверковым колоннам, имеющим шаг 6 м.

Из сборных перегородок наиболее распространены конструкции из панелей, выполненных из тяжелых или легких бетонов (керамзитобетон, гипсобетон и др.). Перегородки из тяжелого бетона могут эксплуатироваться в помещениях с любым влажностным режимом, а из легких бетонов – только при сухом и нормальном режимах эксплуатации. Панельные конструкции перегородок решают с горизонтальной или вертикальной разрезкой (рис. 78). Их размеры подчиняют требованиям унификации. Так, панели горизонтальной разрезки выполняют высотой 600, 900, 1200, 1500, 1800 и 3000 мм с максимальной длиной 6 м. В большинстве случаев толщина панелей из бетонов достаточна в пределах 80 мм. В местах примыкания к подкрановым балкам, устройства температурных швов и у торцов стен длину принимают меньшей, в них могут быть предусмотрены проемы для устройства одной или двух дверей (рис. 78, а).

В одноэтажных зданиях панельные перегородки выполняют из двух частей: нижней (самонесущей) на высоту, не доходящую на 1,2 м до низа стропильных конструкций, и верхней (навесной) из асбестоцементных, фибролитовых или стальных листов по стальному каркасу (рис. 77, б и 78, б). В продольных перегородках зданий с мостовыми кранами ее самонесущие части доводят только до низа подкрановых балок.

Панели прислоняют к основным или фахверковым колоннам и крепят к ним подобно стеновым панелям (см. рис. 47). Верхнюю листовую часть перегородок крепят к стальным ригелям фахверка крюками. Фахверковые колонны могут быть железобетонными и стальными. Стальные фахверковые колонны целесообразны при высоте перегородок более 10,8 м. Их выполняют из двух швеллеров. Железобетонные и стальные фахверковые колонны устанавливают с шагом 6 м на самостоятельные фундаменты и крепят шарнирно к фермам или балкам покрытия.

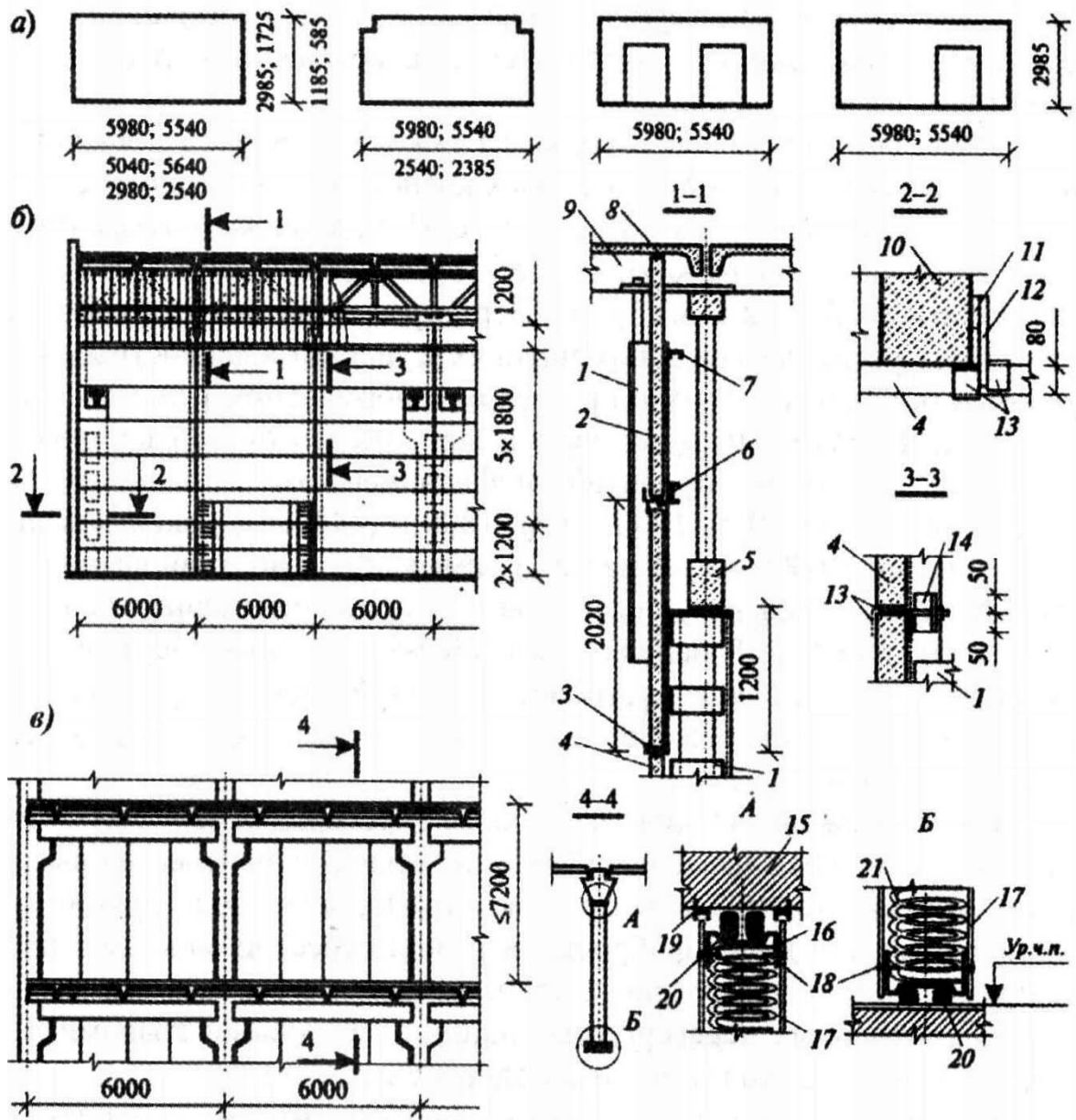


Рис. 78. Разделительные перегородки:

- а – железобетонные перегородки (рядовая; в местах примыкания к ригелям и балкам; с дверным проемом); б – панельная перегородка в одноэтажном здании (фрагмент поперечной перегородки); в – каркасно-обшивная перегородка в многоэтажном здании;
- 1 – фахверковая колонна; 2 – фибролит; 3 – швеллер № 10; 4 – панель перегородки; 5 – ферма покрытия; 6 – ригель из швеллеров № 16 и № 10 и уголка 50×5 мм; 7 – швеллер № 12; 8 – пакия; 9 – плита покрытия;
- 10 – основная колонна; 11 – пластинка 170 x 80 мм (крепится дюбелями); 12 – стальной анкер; 13 – уголки 7070×4 мм длиной 60 мм;
- 14 – уголок 80×50×6 мм длиной 100 мм; 15 – ригель или плита перекрытия;
- 16 – направляющая из холодногнутого швеллера 100×50×0,8 мм;
- 17 – гипсокартонные или гипсовые листы; 18 – самонарезные винты;
- 19 – стальные обрамляющие элементы; 20 – поризол или губчатая резина;
- 21 – минеральная вата



В многоэтажных зданиях перегородки, помимо эксплуатационных требований (метеорологические условия), во многих случаях должны иметь необходимую звукоизолирующую способность, огнестойкость и эстетичный вид. Среди различных конструктивных решений в условиях нормального температурно-влажностного режима в помещениях наибольшее применение получили перегородки каркасно-обшивного типа (рис. 78, в). Каркас перегородки из дерева или металла включает верхний и нижний направляющие элементы и стойки, располагаемые обычно с шагом 600...1000 мм. При стальном варианте каркаса верхний направляющий элемент крепят к ригелям или плитам перекрытий, а нижний – к полу дюбелями. В качестве обшивок каркаса могут быть использованы асбестоцементные, гипсоволокнистые, гипсокартонные, цементно-стружечные и другие листовые материалы, а также профильное стекло. Для улучшения звукоизоляции пространство между обшивками заполняют минераловатными плитами, а в местах примыкания к полу и перекрытию предусматривают упругие прокладки из пороизола или губчатой резины. Листы противопожарных обшивок располагают «вразбежку» и крепят по краям и по середине ширины к каркасу шурупами. Стыки между листами шпаклюют, оклеивают бумажной лентой и затирают.

**Ворота и двери.** Ворота предусматривают для проезда транспортных средств и прохода людей. Расстояние между воротами устанавливают исходя из технологических требований и условий эвакуации людей из помещений.

Выбор типа и конструкции ворот производят по показателю безотказности, который классифицируется на три категории. К первой категории относят типы ворот, гарантирующие безотказность при 50 тыс. и более циклах открывания-закрывания; ко второй – от 25 до 50 тыс. циклов и к третьей – от 10 до 25 тыс. циклов. Помимо безотказного доступа транспортных средств и рабочего персонала в ограждаемое помещение, конструктивное решение ворот должно удовлетворять требованиям огнестойкости, тепло- и звукоизоляции и составлять единое целое с композиционно-художественным решением здания.

По способам открывания ворота классифицируют на распашные, откатные и подъемные.

В производственных зданиях наиболее распространены распашные и откатные виды ворот, отличающиеся простотой конструктивного исполнения и достаточной безотказностью.

Распашные ворота (рис. 79) применяют в зданиях различного назначения для проезда безрельсового и рельсового транспорта в помещения с категориями производств пожарной опасности В, Г и Д. Ворота состоят из рамы, петель и полотна с приборами для открывания, как правило, наружу.

Рама ворот состоит из ригеля и двух стоек, устанавливаемых на фундамент и закрепляемых к нему анкерными болтами. Раму устанавливают с наружной стороны стены здания. Стойки и ригель посредством пластин крепят к закладным деталям стены. При панельных конструкциях стен их участки, примыкающие к проему ворот, выполняют из кирпича. Полотна навешивают на раму с помощью шарнирных петель. Фиксация полотна в закрытом и открытом положениях осуществляется верхним и нижним запорными устройствами.

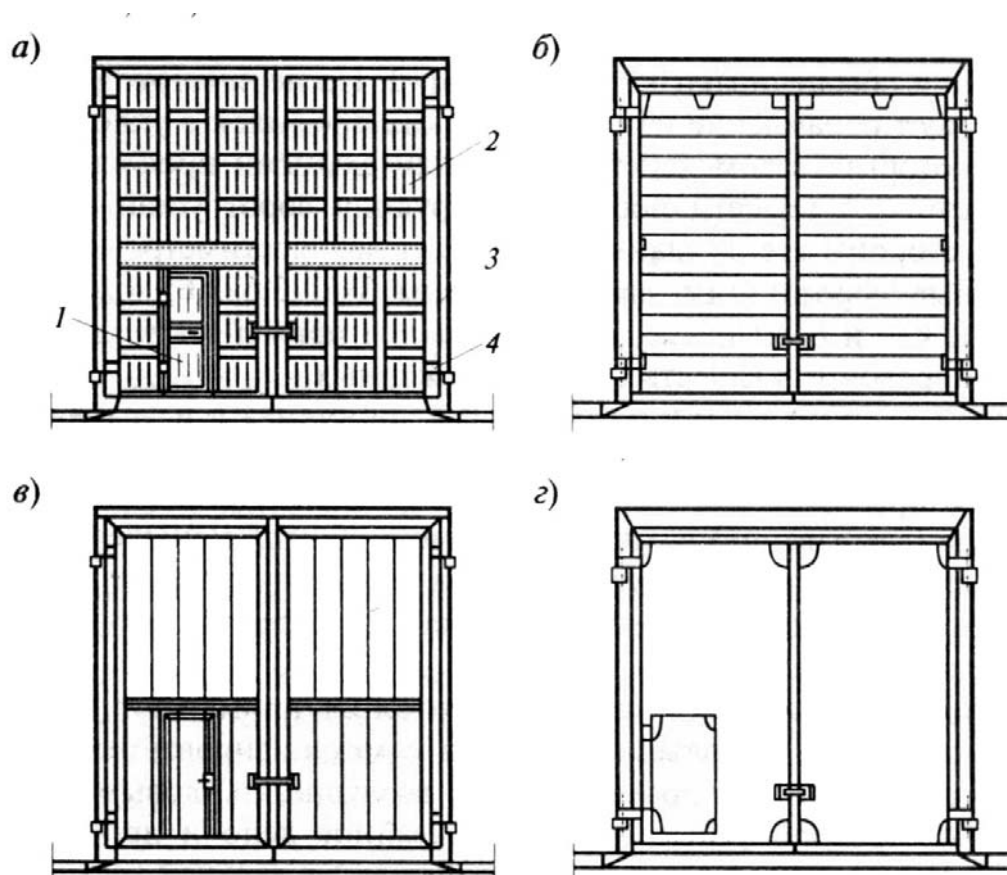


Рис. 79. Распашные ворота:  
 а – из трубчатого профиля; б – из панелей типа «сэндвич»;  
 в – из досок; г – клефанерные;  
 1 – калитка; 2 – створка; 3 – рама; 4 – петля

Размеры проемов ворот (ширина, высота) назначают в зависимости от габаритов транспортных средств и перемещаемых грузов, а также от конструктивного исполнения. Так, для пропуска автомобильного транспорта установлены стандартные размеры ворот 3×3; 3,6×3,6 и 3,6×4,2 м; железнодорожного транспорта нормальной колеи (1520 мм) – 4,2×4,2 и 4,8×5,4 м; электрокаров 2,4×2,4 м.

В отапливаемых производственных зданиях устанавливают утепленные полотна ворот. Их выполняют: из трубчатых профилей с заполнением филенками; из деревянных брусков, обшитых досками или водостойкой

фанерой с заполнением утепляющим слоем (минеральные, полистирольные плиты); из «сэндвич»-панелей. В створках полотна возможно устройство калитки. В неотапливаемых зданиях полотна ворот конструируют без утепляющего слоя.

Откатные ворота (рис. 80) с открыванием полотен в две или одну стороны (раздвижные ворота) обладают большой надежностью и пропускной способностью (выдерживают 50 – 100 циклов в сутки). Их можно устраивать в угловых пролетах, а также в пролетах, имеющих шаг колонн 12 м. Ворота выполняют таких же размеров, как и распашные.

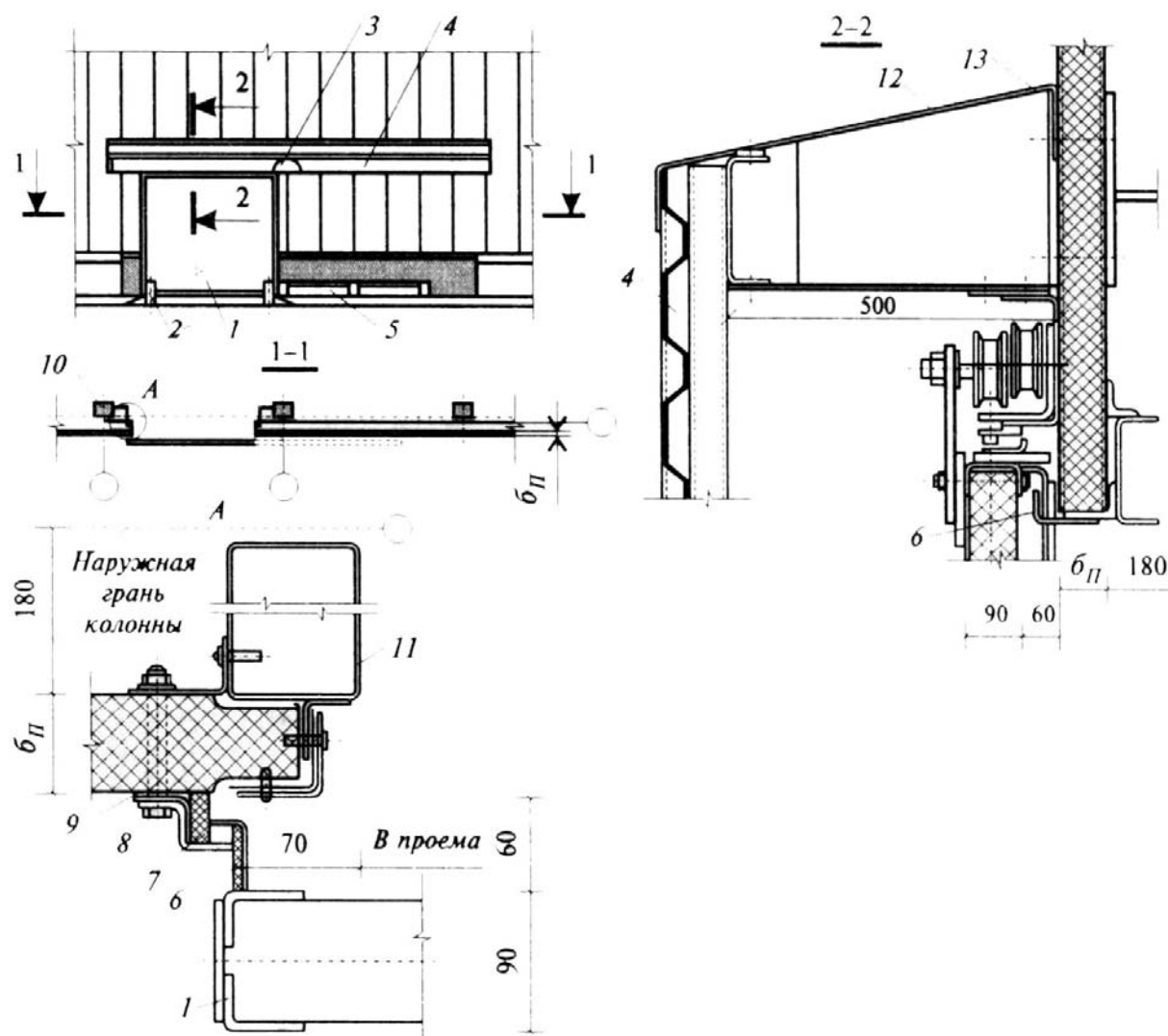


Рис. 80. Откатные ворота с применением гнутых профилей из тонколистовой стали:

- 1 – полотно ворот; 2 – колесоотбойник; 3 – монорельс с приводом;
- 4 – козырек; 5 – направляющая; 6 – элементы обрамления; 7 – уплотнитель;
- 8 – элемент крепления; 9 – прокладка; 10 – стойка фахверка;
- 11 – стойка рамы ворот; 12 – слив; 13 – костыль

Все типы откатных ворот, как правило, выполняют из легких несущих элементов рам и полотен. Рамы и обвязку полотен выполняют из гнутых профилей или из прямоугольных труб, а полотна – из легких панелей типа «сэндвич», профилированных листов и др.

Откатные ворота с применением гнутых профилей состоят из полотна, монорельса с приводом, двух кареток, уплотнительных профилей и колесоотбойников (рис. 80). Несущей частью ворот является балка козырька, к которой крепится монорельс. Крепление балки к колоннам каркаса или фахверка осуществляют с помощью крепежных элементов. Полотна подвешивают к кареткам, которые установлены на монорельс и обеспечивают катание полотна. По периметру проема ворот предусматривают обрамление из металлических профилей с уплотнителями из резины, которые обеспечивают герметичность в местах утепляющего слоя стеновых панелей. Конструкция ворот устанавливается с наружной стороны стены здания и занимает два шага колонн по 6 м. Их не разрешается применять в зданиях с агрессивной средой и в качестве противопожарных.

**Д в е р и .** В производственных зданиях различают наружные и внутренние двери.

Наружные двери для входа и выхода людей из здания являются эвакуационными. Внутренние двери для связи с производственными участками и помещениями считаются эвакуационными, если они ведут в коридор, вестибюль или непосредственно на лестничную клетку с последующим выходом наружу.

Количество эвакуационных дверей, их размеры и месторасположение устанавливают в зависимости от численности эвакуирующихся через них людей и предельно допустимого расстояния от наиболее удаленного места возможного пребывания людей (рабочего места) до ближайшего эвакуационного выхода [11]. Число эвакуационных выходов из помещений и этажей должно быть не менее двух, а из здания – не менее числа эвакуационных выходов с любого этажа здания. Калитки в воротах не считаются эвакуационными выходами.

Ширину наружных дверей около лестничных клеток и дверей из лестничных клеток в вестибюль принимают не менее ширины марша лестницы. Во всех случаях ширина эвакуационных дверей должна быть такой, чтобы через проем можно было беспрепятственно пронести носилки с лежащим на них человеком и обеспечить проезд колясок работающих инвалидов (не менее 1,2 м). Все эвакуационные двери должны открываться по направлению выхода из здания.

Наружные входные двери в отапливаемые производственные здания выполняют, помимо удобства пользования, с теплоизоляцией, а на ряде производств – и с огнезащитой.

В производственных зданиях наружные двери устанавливают непосредственно в плоскости наружной стены (рис. 81). Для уменьшения теплотерь из здания предусматривают входы в здания через тамбуры-шлюзы глубиной более ширины дверного проема, в которых устанавливают двери тех же размеров, как и в наружных. Конструкции наружных дверей выполняют из дерева, металла и стекла.

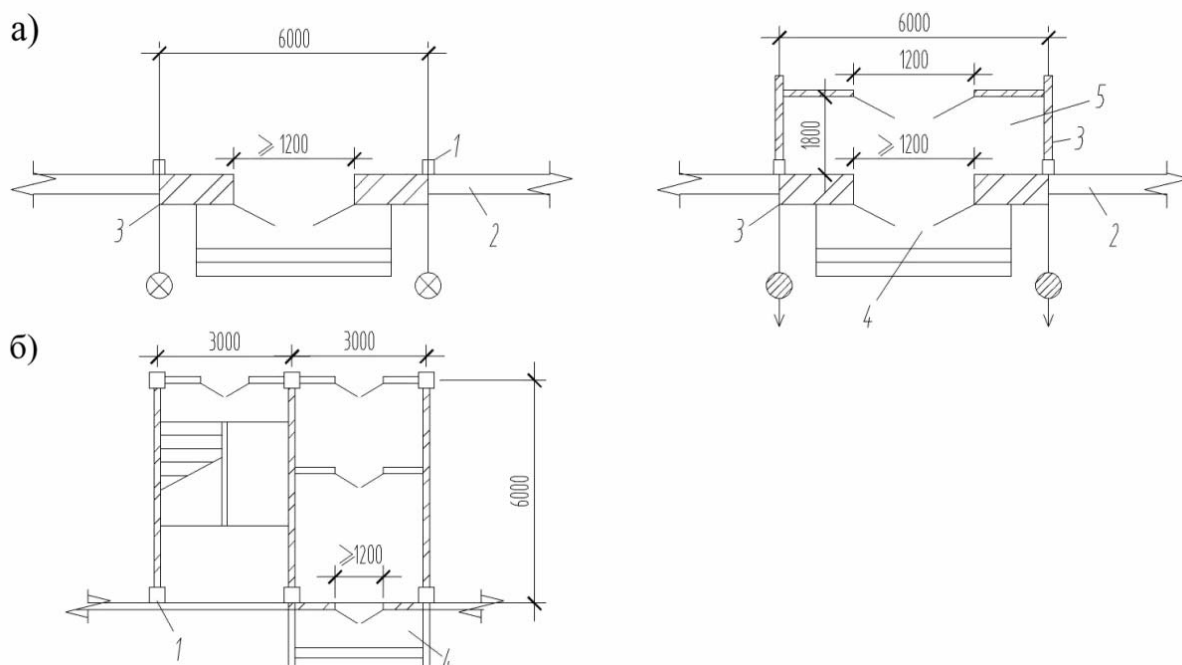


Рис. 81. Варианты устройства наружных дверей:  
 а – в одноэтажных зданиях (без тамбура и с тамбуром-шлюзом);  
 б – в многоэтажных зданиях;  
 1 – колонны каркаса; 2 – стеновые панели; 3 – кирпичная кладка;  
 4 – входная площадка; 5 – тамбур-шлюз

Деревянные двери (рис. 82, а) устанавливают в зданиях с нормальным температурно-влажностным режимом. Наружные двери выполняют двухпольными шириной 1274, 1474 и 1874, высотой 2000 и 2300 мм. Однопольные двери шириной 884 и 984 мм и высотой 1800 и 2000 мм, как правило, являются внутренними. Коробку деревянных дверей выполняют из брусков 94×56 мм. Наружные двери выполняют с коробами, которые укрепляют стальными полосами размером 14×4 мм на шурупах (через 100 мм). Полотна склеивают из досок толщиной 40 мм, они могут быть отделаны различными облицовками (облицовочная фанера, пластики и т.п.). На нижней части наружных дверей делают накладку из оцинкованной стали, алюминия или пластика.

В противопожарных деревянных дверях полотна выполняют из двух щитов, склеенных из досок и расположенных «вразбежку». Между щитами прокладывают асбестовые или стальные листы. Щиты между собой соединяют шурупами и обрамляют обкладкой. Поверхность полотен обклеивают фанерой. Коробку и щиты пропитывают антипиренами, а все трущиеся части выполняют из неискрящих материалов (сталь с латунью и т.п.).

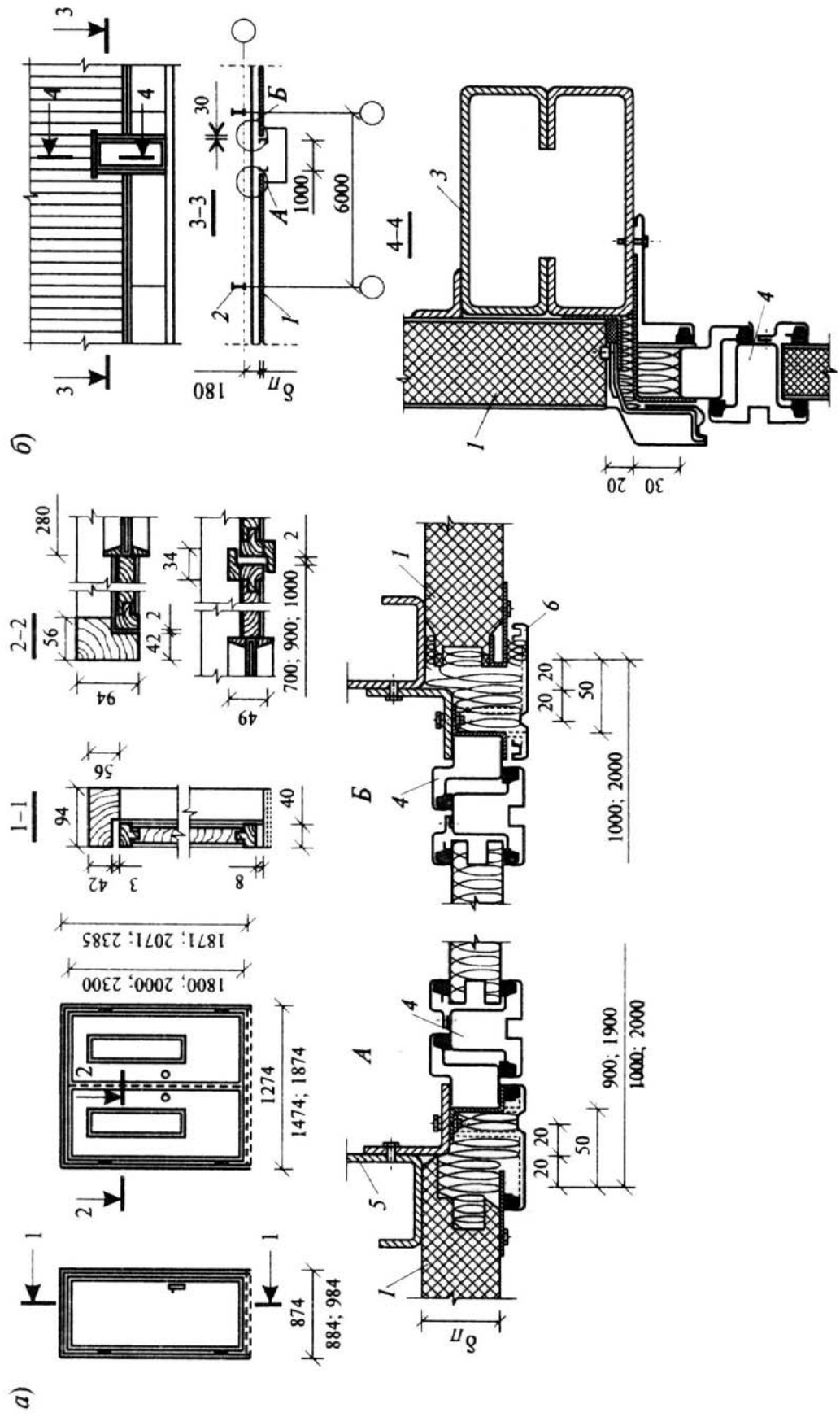


Рис. 82. Двери промышленных зданий:  
 а - деревянные (однопанельная и двухпанельная); б - металлическая из трехслойных панелей;  
 1 - стеновая панель; 2 - колонна; 3 - ригель; 4 - дверь; 5 - стойка; 6 - нащельник

Металлические двери в производственных зданиях имеют более широкое применение. В утепленном варианте их устраивают в отапливаемых зданиях из стали, реже из алюминия.

Стальные двери (однопольные и двухпольные) выполняют шириной 0,9; 1,5 и 1,8 м, высотой 2,1 и 2,4 м. Коробку и обвязку полотна двери делают из стальных холодногнутых оцинкованных и окрашенных профилей, а полотна из трехслойных вставок, состоящих из наружных и внутренних стальных листов и среднего слоя из жестких или полужестких минеральных плит на синтетическом связующем (рис. 82, б). Горизонтальные и вертикальные элементы обвязок коробки и полотна соединяют между собой при помощи специальных уголков и самонарезающих винтов.

В противопожарном исполнении по контуру коробок и стального полотна двери устанавливают герметизирующие прикладки и механизмы, запирающие полотно в верхнем, нижнем и боковом притворе.

**Деформационные швы.** Их предусматривают в производственных зданиях с большими размерами в плане или состоящих из нескольких объемов с различными высотами и нагрузками на основание.

В зависимости от назначения деформационные швы подразделяют на температурные, осадочные и антисейсмические.

Температурные швы предохраняют от образования трещин в конструктивных элементах зданий вследствие деформаций, вызываемых колебаниями температур наружного и внутреннего воздуха. Они могут быть поперечными и продольными, в обоих случаях расчленяя по вертикали все надземные конструкции здания на отдельные части и обеспечивая независимость их горизонтальных перемещений. Фундаменты и другие подземные элементы здания не расчленяют температурными швами, так как они под воздействием температуры не деформируются до опасной величины.

Расстояние между температурными швами назначают в зависимости от конструктивного решения здания, климатических показателей района строительства и температуры внутреннего воздуха (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

Наибольшие расстояния между температурными швами, допускаемые при наружной температуре не ниже  $-40^{\circ}\text{C}$

Конструкции каркаса	Неотапливаемые здания	Отапливаемые здания	Открытые сооружения
Сборные железобетонные	40	60	40
Смешанные (железобетонные колонны, стальные фермы)	40	60	40
Стальные	200	230	130

При температуре наружного воздуха ниже  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  расстояние между швами при стальном каркасе принимают: в отапливаемых зданиях – 60 м, в неотапливаемых – 140 м и в открытых сооружениях – 100 м.

В одноэтажных зданиях поперечные температурные швы устраивают на парных колоннах без вставок (рис. 83, а), а в многоэтажных зданиях – на парных колоннах со вставкой или без нее на двух или одной разбивочной осях (рис. 83, д, е). Парные колонны в местах поперечных швов опирают на общие фундаменты (см. рис. 11).

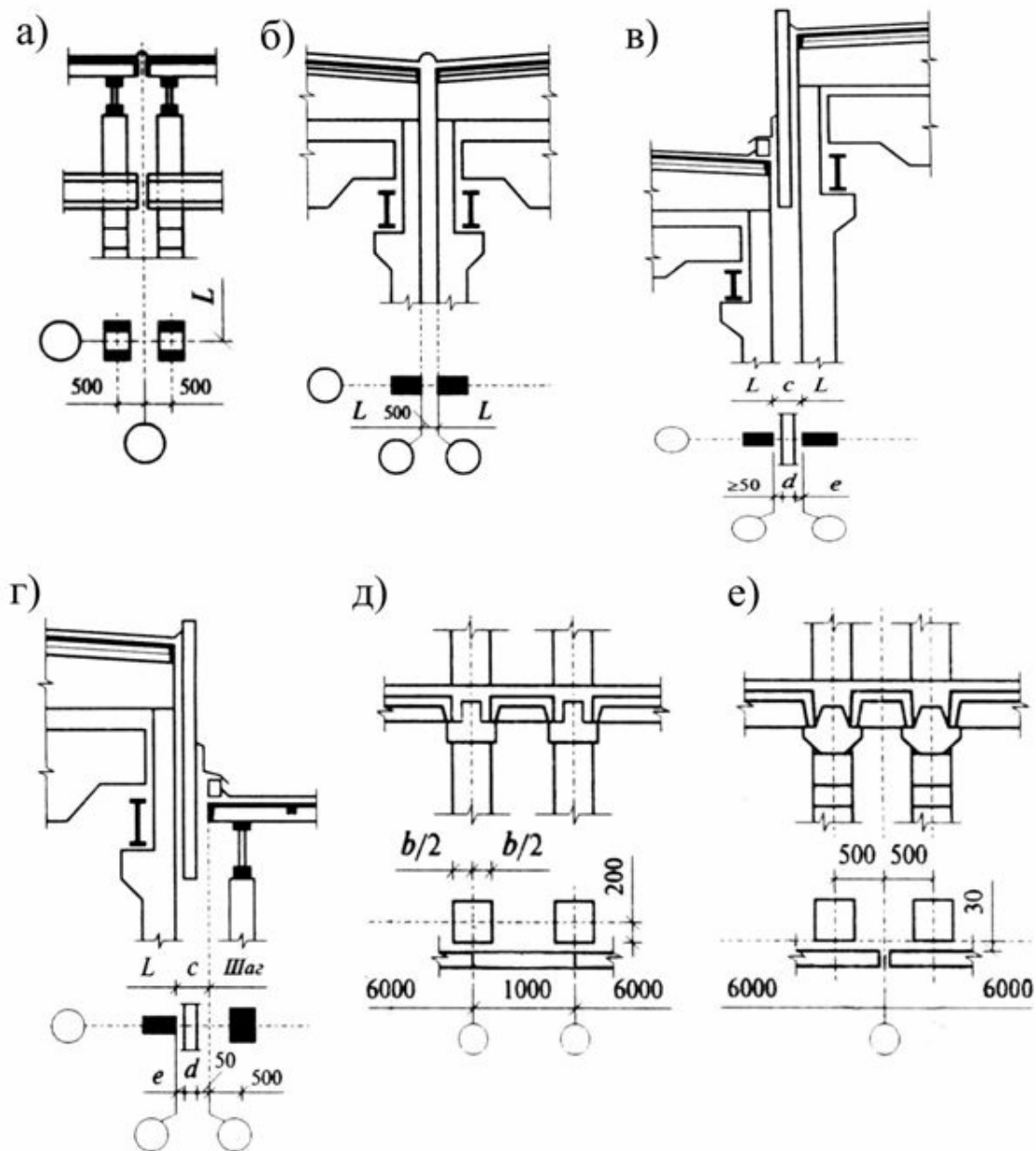


Рис. 83. Температурные и осадочные швы:  
 а – поперечный температурный шов в одноэтажных зданиях;  
 б – продольный шов с зданиях с пролетами одинаковой высоты (при привязке «0»); в – то же с пролетами разной высоты;  
 г – то же, в местах взаимно перпендикулярных пролетов;  
 д, е – поперечный температурный шов в многоэтажных зданиях (на двух и одной разбивочных осях)



Продольные температурные швы в одноэтажных зданиях устраивают на двух рядах колонн со вставкой, ширину которой в зависимости от вида привязки («0» или «250») в смежных пролетах принимают 500, 750 и 1000 мм (рис. 83, б). В местах примыкания пролетов разной высоты температурные швы совмещают с осадочными. Размер вставки между разбивочными осями может быть и иной и зависит от толщины разделительной стены (рис. 83, в). Эти условия соблюдаются и в местах примыкания взаимно перпендикулярных пролетов (рис. 83, г). В зданиях без мостовых кранов с железобетонным каркасом допускается устройство продольных температурных швов на одинарных колоннах. При этом несущие конструкции покрытия одного из прилегающих к шву пролетов ставят на колонны через скользящие прокладки или катковые опоры (рис. 84, а, б). Такой шов позволяет отказаться от парных колонн и подстропильных конструкций, а также от доборных элементов в стенах и покрытии. Допускается устройство продольного температурного шва на одной колонне и в зданиях без мостовых кранов с металлическим или смешанным (железобетонные колонны и стальные фермы) каркасом. При этом фермы одного из пролетов, прилегающих к шву, опирают на колонны через гибкие металлические пластины (рис. 84, в).

Осадочные швы устраивают в стыках смежных частей зданий, в которых возможна неодинаковая и неравномерная осадка. Такая осадка может происходить при значительной разнице высот смежных частей здания, различных по величине и характеру нагрузок на основания, а также при разнородных грунтах основания под фундаментами и наличии пристроек к производственному зданию.

В отличие от температурных они расчленяют по вертикали все конструкции здания, допуская самостоятельную осадку отдельных его объемов. Осадочные швы можно совмещать с температурными швами.

Антисейсмические швы предусматривают в зданиях, располагаемых в районах с землетрясениями. Такие швы разрезают здание на отдельные отсеки, представляющие собой самостоятельные устойчивые объемы, и обеспечивают их независимую осадку.

В ограждающих конструкциях температурные и осадочные швы предусматривают в тех же местах, что и в несущих конструкциях. Исключение составляют полы со сплошным покрытием, в которых устраивают дополнительные швы.

Температурные швы в покрытиях выполняют без разрыва кровельного ковра (рис. 84, г, д). Швы перекрывают полуцилиндрическими стальными компенсаторами, которые крепят к плитам покрытия. На компенсаторы укладывают полужесткие минераловатные плиты, затем оцинкованную сталь и водоизоляционный ковер, усиленный в пределах шва дополнительными слоями кровельного покрытия. В местах перепада высот на покрытии по-

ниженных пролетов устраивают дополнительные стенки из утепленных панелей или кирпича. Сверху шов закрывают компенсаторами и фартуком из оцинкованной стали (рис. 84, е).

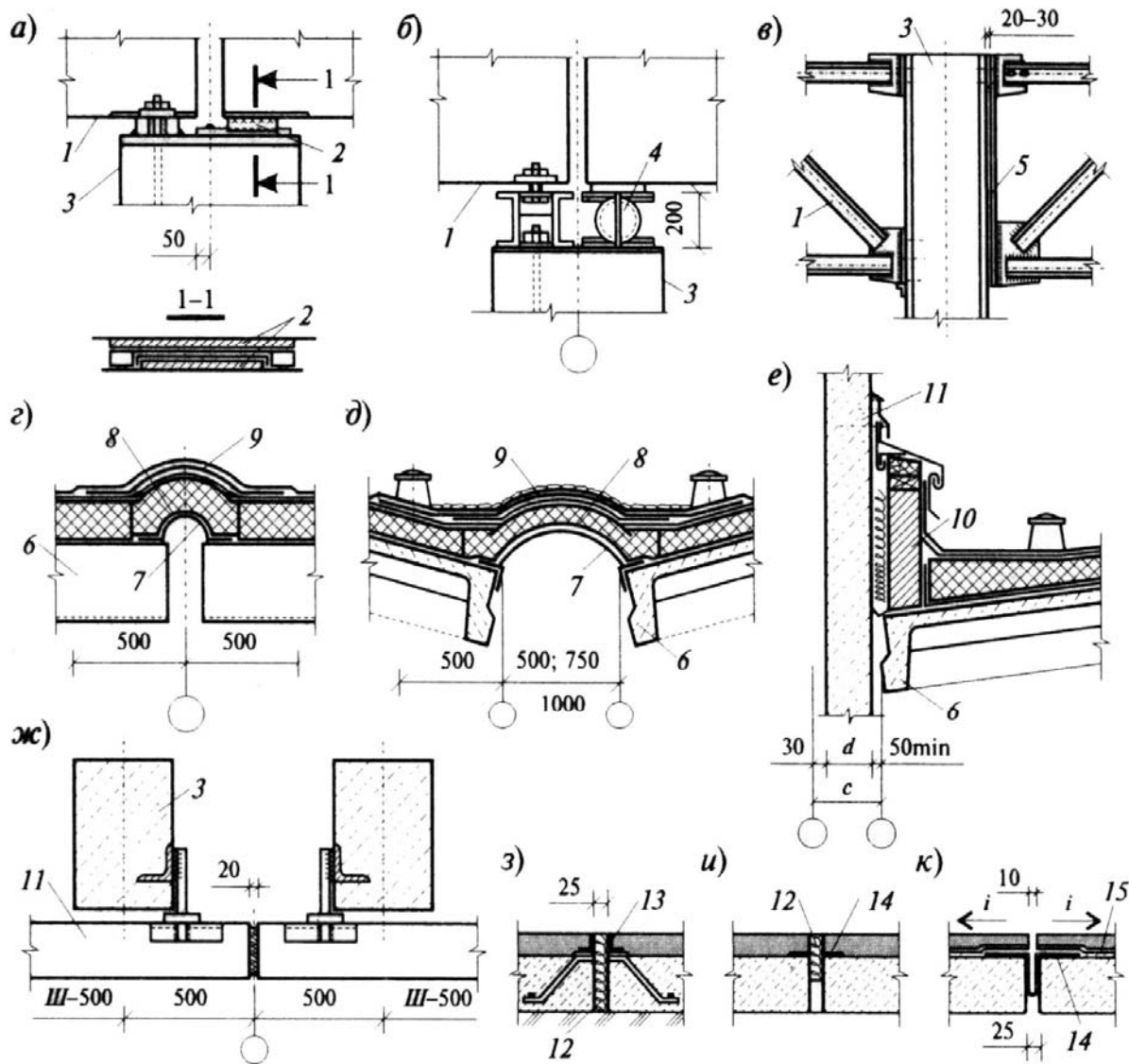


Рис. 84. Конструктивные решения деформационных швов:  
 а – на одном ряду колонн при скользящих опорах;  
 б – то же на катковых опорах; в – то же на гибкой пластине;  
 г – поперечный шов в покрытии; д – то же продольный;  
 е – шов в месте перепада высот смежных пролетов;  
 ж – шов в стене без вставки; з – в полах на грунте со сплошной одеждой;  
 и – в полах на перекрытиях; к – в полах с оклеечной гидроизоляцией;  
 1 – несущие конструкции покрытия;  
 2 – стальные пластины с прокладками из фторопластовой пленки;  
 3 – колонна; 4 – каток; 5 – гибкая пластина; 6 – настилы покрытия;  
 7 – стальной компенсатор; 8 – кровельная сталь; 9 – стеклоткань;  
 10 – кирпичная стенка; 11 – стеновая панель;  
 12 – мастика или минеральная вата; 13 – уголок; 14 – компенсатор;  
 15 – гидроизоляция

Стеновые панели в местах швов крепят к колоннам так же, как и рядовые (рис. 84, ж). В швах со вставкой применяют специальные доборные блоки. Полость шва заполняют упругим, эластичным и теплоизоляционным материалом. В стенах из металлических панелей шов закрывают нащельником-компенсатором.

Температурные швы в полах на грунте с бетонным подстилающим слоем и при жестких покрытиях предусматривают только в помещениях, в период эксплуатации которых возможны положительные и отрицательные температуры воздуха (рис. 84, з). Такие швы устраивают через 6–8 м во взаимно перпендикулярных направлениях. Швы, показанные на рис. 84, и, к, устраивают в местах расположения основных температурных швов здания.

### **Контрольные вопросы**

1. Назначение фонарей и их виды.
2. Основные элементы свето-аэрационных фонарей прямоугольного типа.
3. Особенности зенитных фонарей и их достоинства.
4. Основные элементы фонарей зенитного типа.
5. Виды полов в производственных зданиях и помещениях в соответствии с воздействиями на них.
6. Основные элементы полов и их функции.
7. Лестницы и их назначение и виды. Элементы лестниц.
8. Перегородки, их виды и конструктивное решение.
9. Виды ворот, Элементы конструкций.
10. Деформационные швы, их виды и назначение.
11. Температурные швы в одноэтажных производственных зданиях и их конструктивное исполнение.
12. Осадочные швы, их назначение и конструктивное исполнение.

## 8. БЫТОВЫЕ И АДМИНИСТРАТИВНЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ И ЗДАНИЯ

При производственных зданиях обязательно предусматривают бытовые и административные помещения или специальные для этих целей здания.

К бытовым помещениям относятся: обязательные для всех производств гардеробно-душевые блоки, помещения медицинского назначения и общественного питания и специальные санитарные помещения.

Административные помещения включают: помещения для управленческого и инженерно-технического персонала, а также для ряда служб, необходимых для производства (конструкторские бюро, охрана труда, информатика и т.п.).

Бытовые и административные помещения считаются наиболее удобными для работающего и обслуживающего персонала, когда они максимально приближены к рабочим местам. В связи с этим их размещают непосредственно в производственных зданиях или в пристроях к ним. В отдельных случаях их размещают в специальных отдельно стоящих зданиях, отдаленных от производственных не более чем на 40–50 м.

Внутри производственных зданий бытовые и административные помещения допускается размещать, если здания отвечают требованиям I и II степени огнестойкости, а производство в них не относится к категории взрыво-пожароопасных (А, Б, В). По отношению к производственным объемам бытовые и административные помещения размещают во вставках и встройках (рис. 85). Под вставкой подразумевается часть здания, располагаемая в пределах производственного здания по всей его высоте и ширине (рис. 85, а, б), а под встройкой – в пределах части высоты и ширины (рис. 85, в). Встроенные помещения отделяют от производственных противопожарными стенами и преградами. Они могут располагаться в одно-, двух- и многоэтажном исполнении с соблюдением требований по эвакуации людей.

Пристроенные бытовые и административные помещения могут примыкать к производственному зданию со стороны торцевых и продольных стен (рис. 86, а–в).

При первом варианте (рис. 86, а) поток рабочих не мешает нормальному ходу технологического процесса, не затрудняется возведение новых пролетов и, что особенно важно, не ухудшаются условия естественного освещения и аэрации производственных помещений. Пристройки к продольным стенам производственных зданий (рис. 86, б) допускаются в случаях, когда со стороны торцевых стен необходимы вводы железнодорожных и автомобильных путей. Иногда пристройки располагают длинной осью перпендикулярно производственному корпусу (рис. 86, в). При этом быто-

вые и административные помещения имеют хорошее естественное освещение, но увеличивается площадь застройки предприятия и ограничивается возможность расширения цеха.

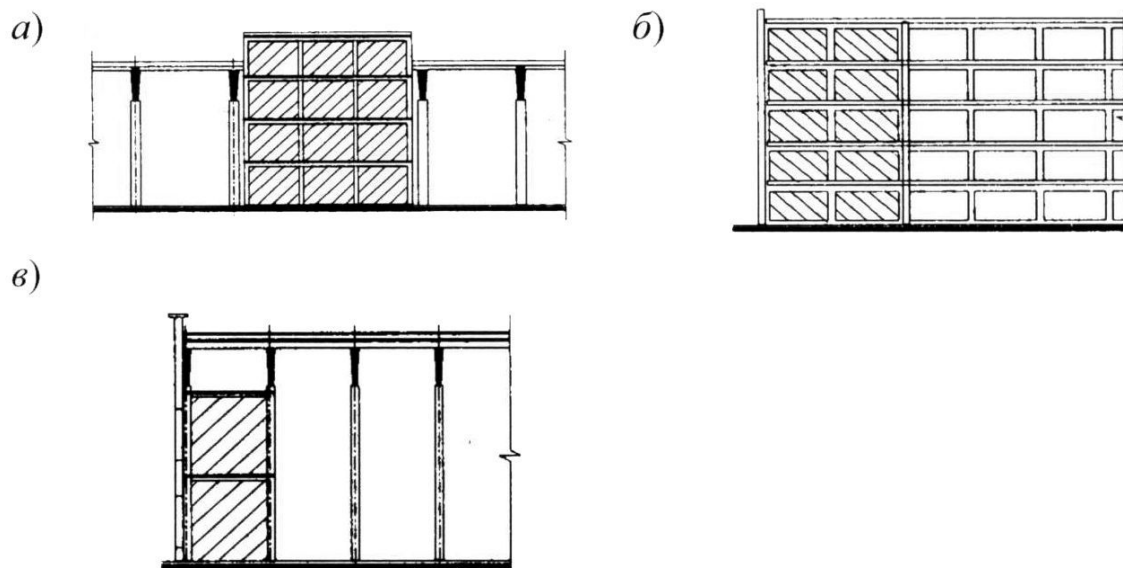


Рис. 85. Варианты расположения бытовых и административных помещений во вставках и встройках:

- а – вставка, расположенная между цехами;
- б – вставка в многоэтажном здании;
- в – встройки, расположенные вдоль торцевых стен

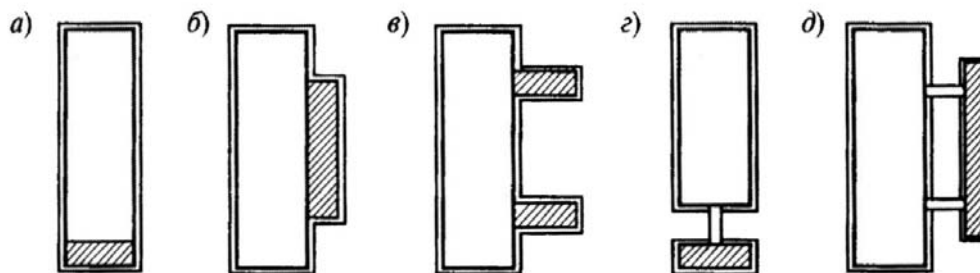


Рис. 86. Варианты пристроенных и отдельно стоящих бытовых и административных помещений:

- а – в пристройке, примыкающей к торцевой стене производственного здания;
- б – то же к продольной стене;
- в – в пристройках, примыкающих торцами к продольной стене производственного здания;
- г – отдельно стоящем здании, соединенном переходом с производственным со стороны торцевой стены;
- д – то же со стороны продольной стены

Размещение административных и бытовых помещений в отдельно стоящих зданиях осуществляют, когда в производственных зданиях технологические процессы характеризуются повышенной взрывопожароопасностью, выделением тепла, газа, пыли, шума или, наоборот, повышенными требованиями к чистоте. Отдельно стоящие административные и бытовые здания

соединяют с производственными отопливаемыми переходами (подземными, наземными или надземными) (рис. 86, г, д).

Допускается размещение бытовых помещений в подвалах и технических этажах многоэтажных зданий, но при строгом соблюдении противопожарных и санитарных требований.

**Бытовые помещения.** Их состав определяют СНиП [21]. Бытовые помещения, включают в себя общие (гардеробные, душевые, умывальные, уборные) и специальные санитарные помещения.

Бытовые помещения проектируют в зависимости от санитарных групп производственных процессов. Все производственные процессы по санитарным характеристикам разделены на четыре группы. Каждая группа имеет подгруппы (1а, 1б и т.д.) [21; 3; 4].

К первой группе отнесены производственные процессы, вызывающие загрязнение веществами 3-го и 4-го классов опасности: только рук (группа 1 а); тела и спецодежды (1 б); тела и спецодежды с удалением загрязняющих веществ специальными моющими средствами (1 в).

Во вторую группу включены производственные процессы, протекающие: при избытках явного конвекционного тепла (группа 2 а); при избытках явного лучистого тепла (2 б); при условиях воздействия влаги, вызывающей намокание одежды (2 в); при температуре воздуха до 10 °С (2 г).

К третьей группе отнесены процессы, вызывающие загрязнение веществами 1-го и 2-го классов опасности, а также веществами, обладающими стойким запахом: только рук (3 а); тела и спецодежды (3 б).

Четвертая группа включает процессы, требующие особых условий к соблюдению чистоты при изготовлении продукции.

В соответствии с этой классификацией в составе санитарно-бытовых помещений наряду с общими для всех групп помещениями предусматривают специальные помещения (химчистка или стирка спецодежды, охлаждение, сушка одежды и др.).

**Г а р д е р о б н ы е** предназначены для хранения домашней и специальной одежды. Их состав и площади рассчитывают в зависимости от способа хранения одежды и численности работающих.

Хранение домашней и специальной одежды, как правило, производят в закрытых стандартных шкафах, размеры которых зависят от климатических районов и вида спецодежды. Так, для климатических районов II Б, II В, II Г, III Б и IV размеры шкафов (ширина на глубину) составляют 0,25×0,5 м, для районов I В, I Д, II А и III А – 0,33×0,5 м и для районов I А, I Б и I Г – 0,4 × 0,5 м. Высота всех видов стандартных шкафов принята 1,65 м.

Гардеробные проектируют общими для домашней и специальной одежды (для санитарных групп 1 а, 1 б, 2 а, 2 в и 3 а) или отдельными (группы 1 в, 2 в и 3 б). При численности работающих до 50 человек допускаются общие гардеробные для всех групп производственных процессов.

Количество шкафов в гардеробных должно соответствовать численности работающих во всех сменах (списочный состав). В целях экономии

площади шкафы в гардеробных устанавливают рядами (рис. 87, а). Минимальную ширину проходов между рядами шкафов принимают: при числе шкафов в ряду до 18 равной 1,4 м при наличии скамей и 1,0 м – без скамей; при числе шкафов в ряду от 18 до 36 ширину проходов принимают соответственно 2,0 и 1,4 м.

При гардеробных рекомендуется размещать специальные санитарные помещения, а также помещения для дежурного персонала, уборочного инвентаря и т.п.

Душевые размещают смежно с гардеробными. Их оборудуют открытыми душевыми кабинами размером в плане 0,9×0,9 м. Допускается до 20 % душевых кабин закрытого типа, которые имеют размеры 1,8×0,9 м.

Открытые душевые кабины ограждают с трех сторон перегородками высотой 1,8 м и не доходящими до пола на 0,2 м. Кабины устанавливают рядами с шириной прохода не менее 1,5 м. При открытых кабинах предусматривают преддушевые из расчета 0,7 м<sup>2</sup> на одну кабину (рис. 87, б).

Количество душевых кабин принимают по расчету в зависимости от численности работающих в наибольшей смене и расчетного числа человек на одну душевую сетку для соответствующих санитарных групп производства. Так, для группы 1 а расчетное количество работающих на одну душевую сетку составляет 25 человек; для группы 1 б – 15 человек и т. д. Для инвалидов, работающих на предприятии, расчетное число человек на одну душевую сетку принимают равным трем, независимо от санитарной группы производственного процесса.

Умывальные размещают рядом с гардеробными, а также частично в тамбурах уборных.

Количество умывальников принимают по числу работающих в наибольшей смене, исходя из расчетного числа человек на один кран с учетом санитарной характеристики производства. Так, для производственных процессов группы 1 а расчетное число человек на один кран составляет 7 человек, для групп 1 б, 3 а и 3 б – 10 человек и т.д. [21], а для работающих инвалидов – равным 7 для всех производственных процессов.

Умывальники устанавливают, как правило, рядами. Расстояние между осями умывальников в ряду принимают 0,65 м, а между рядами групповых умывальников – 1,2 м (рис. 87, в).

Уборные, оборудованные напольными чашами (унитазами), размещают в отдельных кабинках с размерами в плане 1,2×0,8 м со входом через тамбур с samozакрывающейся дверью. Для инвалидов размер кабинки должен быть 1,8×1,65 м.

Количество напольных чаш в уборных принимают в зависимости от числа работающих в наибольшей смене, исходя из расчета 18 мужчин или 12 женщин на одну напольную чашу. Кабины устанавливают рядами с организацией прохода между ними (рис. 87, г). В многоэтажных административно-бытовых зданиях уборные располагают поэтажно. Расстояние от рабочих мест до уборных не должно превышать 75 м.

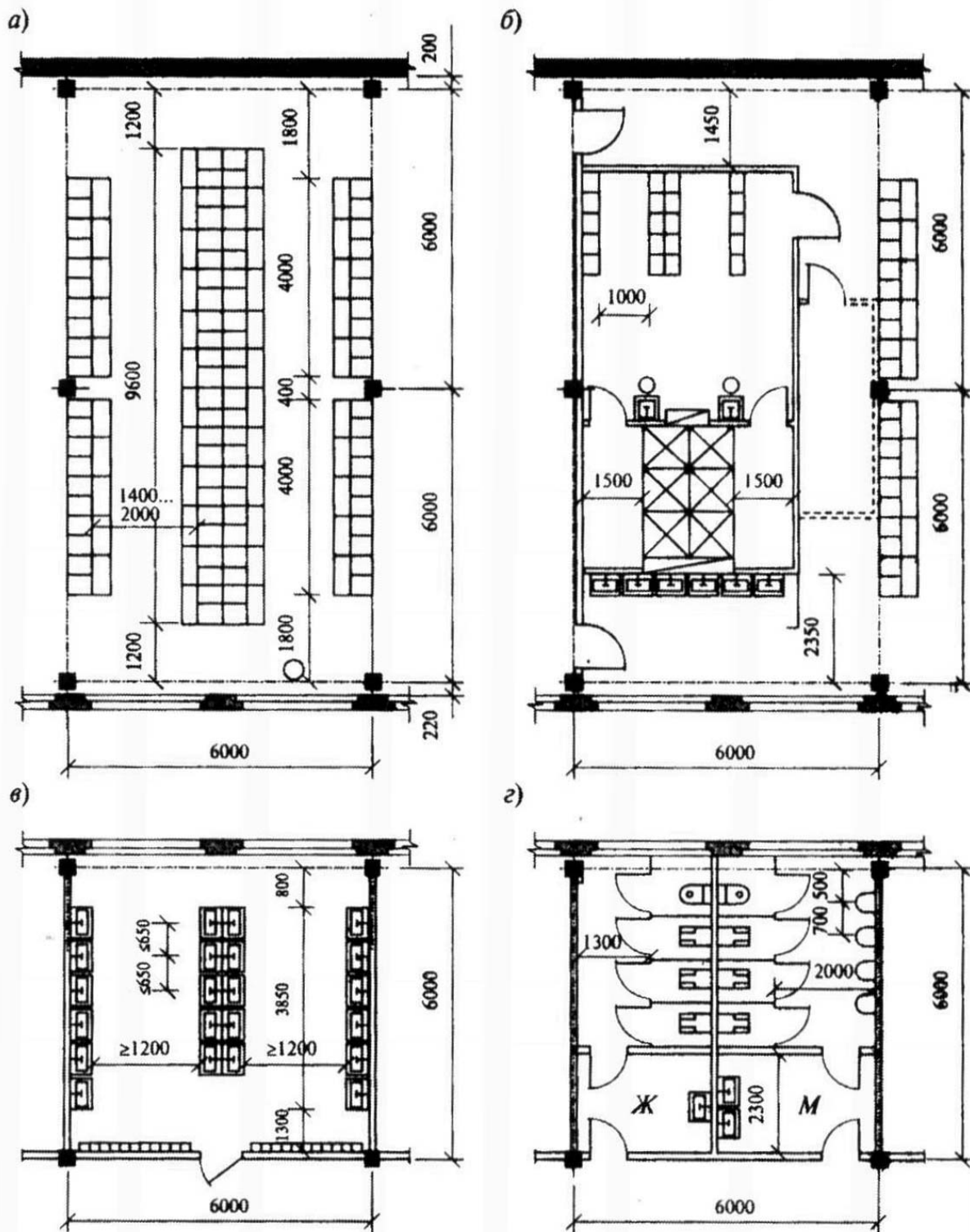


Рис. 87. Примеры планировок отдельных бытовых помещений:  
а – гардеробные для хранения домашней и специальной одежды в шкафах размерами 400×500 мм на 88 человек;  
б – душевая с умывальниками и с ножными ваннами;  
в – умывальная на 22 крана; г – уборная (женская и мужская)



Специальные санитарные помещения. Состав и площади этих помещений устанавливаются согласно СНиП [21]. В зависимости от санитарной характеристики производства это могут быть помещения: прачечные, химической чистки, обезвреживания одежды и др. Площади необходимых санитарных помещений назначают по нормативам. Так, помещения для обеспыливания и обезвреживания специальной одежды должны иметь площадь из расчета  $0,15 \text{ м}^2$  на одного работающего, а помещения для мытья спецодежды –  $0,3 \text{ м}^2$ .

Гардеробные домашней и специальной одежды, душевые, умывальные и уборные устраивают отдельные для мужчин и женщин. Их объединяют в блоки как гардеробно-душевые. Планировочное решение таких блоков должно соответствовать наиболее удобному пользованию ими для работающих, идущих на работу («чистые» потоки) и возвращающихся с работы («грязные» потоки). В практике проектирования наиболее распространены три планировочные схемы гардеробно-душевых блоков (рис. 88).

По первой схеме душевые кабины располагают вдоль помещения в центральной его части, а гардеробные специальной и домашней одежды – по обе стороны этой части (рис. 88, а). Такая схема позволяет более четко разграничить «чистые» и «грязные» людские потоки и при необходимости изменять соотношение мужских и женских отделений блока.

По второй схеме душевые кабины располагают поперек помещения, то же в центральной части (рис. 88, б). Такая планировка по сравнению с первой позволяет избежать дополнительных коридоров. Однако такая схема затрудняет изменять соотношение мужского и женского оборудования, к тому же места одевания больше удалены от мест раздевания.

В третьей схеме (рис. 88, г) гардеробно-душевой блок разделен на отдельные секции (по 30–60 человек в каждой). Пользование такими секциями более удобно для работающих. Вместе с тем при таком решении возникает рассредоточенность санитарно-технических устройств и необходимость устройства большого количества перегородок.

*Помещения здравоохранения.* В зависимости от численности работающих в производственном здании в составе административно-бытовых помещений предусматривают различные уровни медицинского обслуживания.

При численности работающих во всех сменах от 50 до 300 человек предусматривают медицинские пункты. Минимальная площадь медицинского пункта допускается  $12 \text{ м}^2$ , однако при численности работающих более 50 человек она должна быть не менее  $18 \text{ м}^2$ . В целях лучшего медицинского обслуживания такого уровня лучше предусматривать два и более помещений, а также вестибюль-ожидальную, туалет с умывальником.

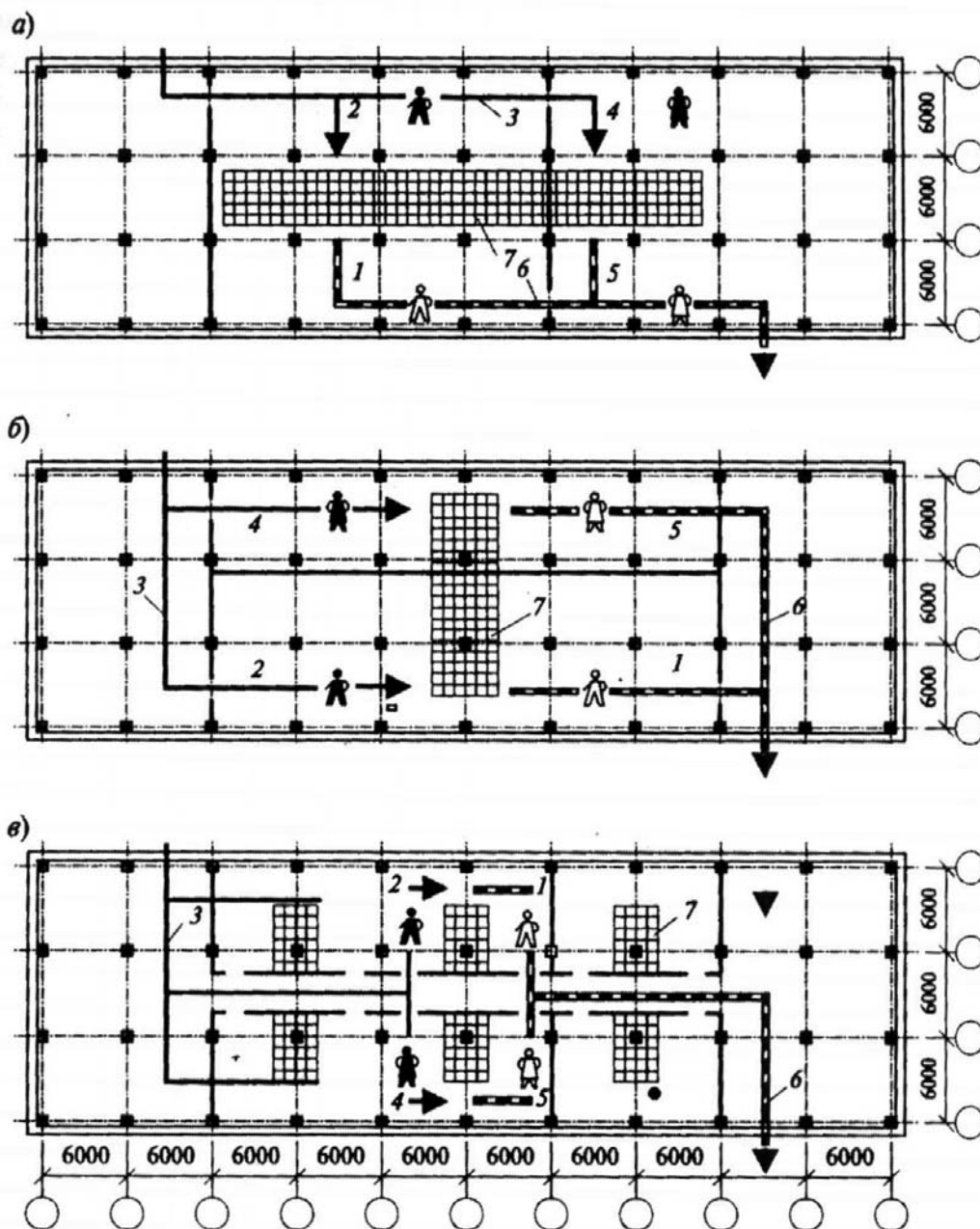


Рис. 88. Планировочные схемы гардеробно-душевых блоков:  
 а – центрально-продольное расположение душевых кабин;  
 б – то же центрально-поперечное;  
 в – то же раздельно-секционное;  
 1 – мужской гардероб домашней одежды; 2 – то же рабочей;  
 3 – «грязные» людские потоки; 4 – женский гардероб рабочей одежды;  
 5 – то же домашней; 6 – «чистые» людские потоки; 7 – душевые

З д р а в п у н к т ы предусматривают со списочной численностью работающих более 300 человек. Они могут быть фельдшерскими и врачебными.

Фельдшерские здравпункты включают: не менее трех специализированных кабинетов (физиотерапевтический, стоматологический, гинекологический и другие); два помещения под процедурные кабинеты; комнату для временного пребывания больных (не менее 9 м<sup>2</sup>); вестибюль-ожидаль-

ную с гардеробом; уборные с умывальниками в тамбуре; кладовые лекарственных форм и медицинского оборудования. Площадь специализированных и процедурных кабинетов назначают в пределах от 12 до 18 м<sup>2</sup>. На производствах, где возможна работа инвалидов, допускается увеличение площади и состава медпунктов и здравпунктов. На рис. 89 показан пример фельдшерского здравпункта.

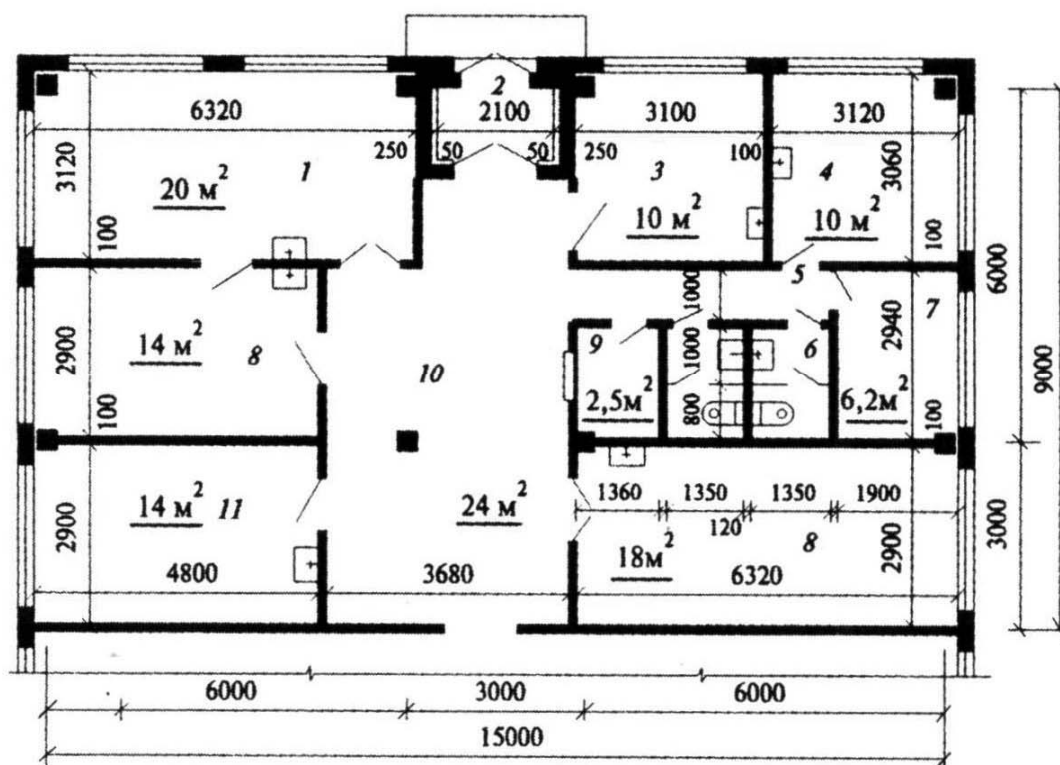


Рис. 89. Фельдшерский здравпункт площадью 132 м:  
 1 – кабинет физиотерапии; 2 – тамбур;  
 3 – комната временного пребывания больных;  
 4 – комната дежурного медперсонала; 5 – коридор;  
 6 – уборная (мужская и женская);  
 7 – кладовая лекарственных форм и медицинского оборудования;  
 8 – процедурный кабинет; 9 – регистратура; 10 – вестибюль-ожидальная;  
 11 – стоматологический кабинет

Врачебные здравпункты предусматривают при численности работающих, вдвое превышающей обслуживаемых фельдшерским пунктом. Они включают более расширенный состав специализированных врачебных и процедурных кабинетов.

В число здравоохранительных помещений включают также помещения для ручных и ножных ванн, личной гигиены женщин, парильные (сауны), помещения для отдыха и др.

*Помещения питания* обязательны в составе административно-бытовых зданий. Их решают в форме столовых-раздаточных или столовых-доготовочных, а также как комнаты для приема пищи.

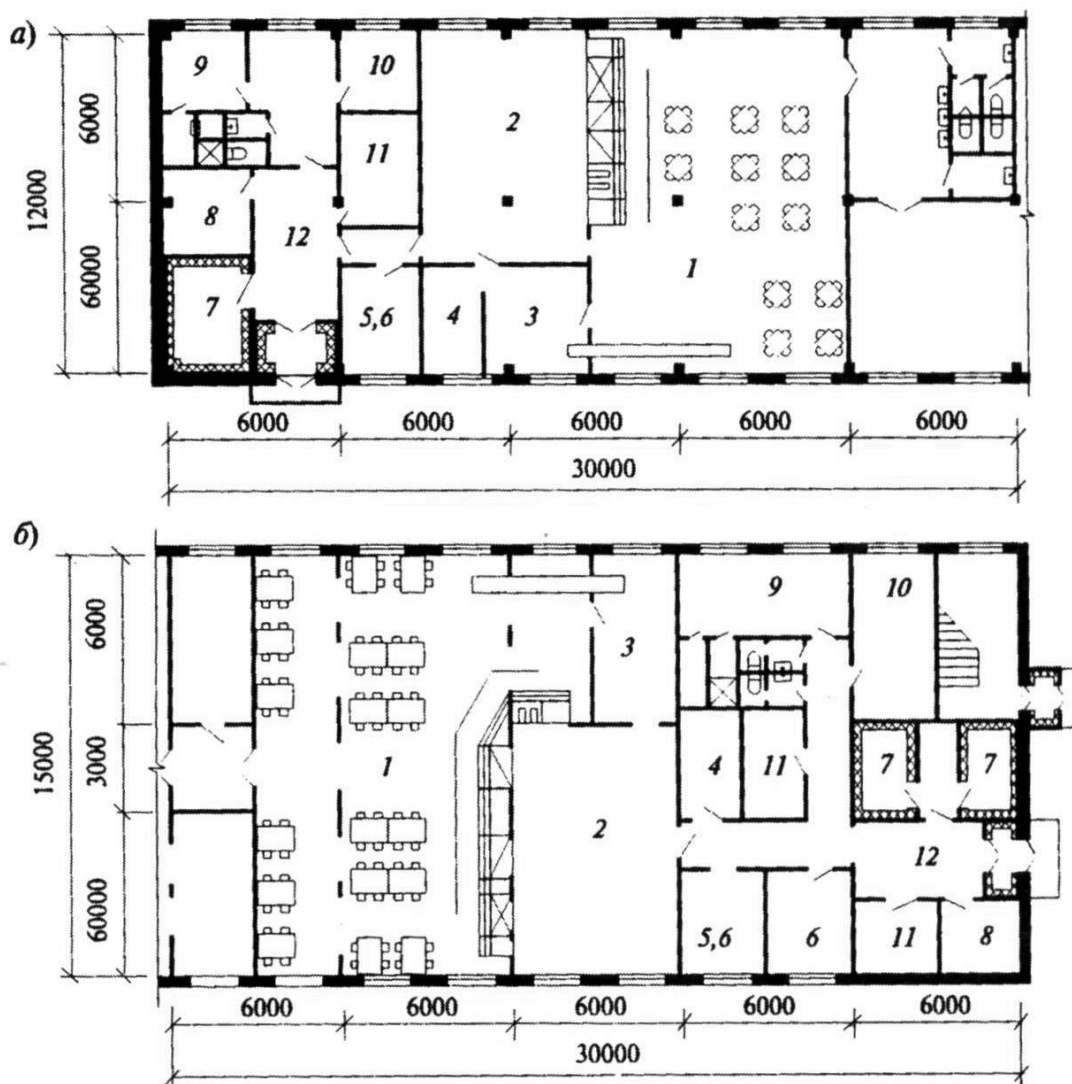


Рис. 90. Планировочные решения столовых:  
 а – в зданиях с каркасной конструктивной схемой шириной 12 м (на 50 мест);  
 б – в зданиях с поперечными несущими стенами (на 75 мест);  
 1 – обеденный зал с раздаточной; 2 – горячий цех;  
 3, 4 – моечные столовой и кухонной посуды;  
 5, 6 – хлеборезка и холодный цех; 7 – охлаждаемые камеры;  
 8 – кладовая и моечная тары; 9, 10 – административно-бытовые помещения;  
 11 – складские помещения; 12 – загрузочная

При численности работающих в смену до 200 человек предусматривают столовые первого вида. Их работа рассчитана на обеспечение питанием работающих готовыми поставляемыми блюдами в разогретом состоянии: столовые-догоготовочные могут функционировать на полуфабрикатах или из приготовленных блюд непосредственно в ней. Их проектируют при численности работающих в смену более 200 человек. При проектировании столовых учитывают: количество смен и длительность обеденных перерывов по сменам; санитарную характеристику производственных процессов,

что определяет характер питания (общее, диетическое); принцип обслуживания посетителей (самообслуживание, обслуживание) и др.

В состав столовых входят обязательные функциональные помещения (обеденный зал, раздаточная, кухня), а также другие помещения (складские, охлаждаемые камеры, моечные, бытовые для обслуживающего персонала).

Число посадочных мест в обеденных помещениях принимают из расчета одно посадочное место на четырех работающих в наибольшей смене. Ориентировочную площадь обеденных залов можно назначать по средней нормативной площади на одно посадочное место  $1,8 \text{ м}^2$ . При расстановке столов и стульев должны быть организованы проходы – основные и дополнительные шириной соответственно  $1,2–1,35 \text{ м}$  и  $0,6 \text{ м}$ .

Кухню располагают в непосредственной связи с раздаточной, обеденным залом, моечной и складскими помещениями. Площадь кухонь зависит от количества посадочных мест в обеденном зале и может составлять от  $35 \text{ м}^2$  до  $75 \text{ м}^2$ . Раздаточные линии являются связующим звеном между кухней и обеденным залом. Их располагают в пределах обеденных залов, отделяя от залов барьерами. Расстояние между барьерами и раздаточной линией принимают  $0,7 \text{ м}$ . При вместимости столовой до 100 посадочных мест длина раздаточной линии достаточна в пределах до  $6 \text{ м}$ . Другие помещения (моечные, хлебoreзки, холодильные камеры и т. п.) размещают смежно с кухней. Их площади назначают в зависимости от количества обслуживаемых посетителей по нормам проектирования предприятий общественного питания.

При столовых предусматривают гардероб для обслуживания посетителей в уличной одежде. Гардеробные рассчитывают на хранение в них одежды посетителей численностью, равной  $120 \%$  от числа пользующихся столовой с уличной одеждой.

Для персонала столовых, независимо от их вместимости, делают отдельный гардероб, душевые и уборные.

На рис. 90 показаны возможные варианты планировочных решений столовых на 50 и 75 мест, размещаемых в зданиях или пристройках шириной  $12 \text{ м}$  и  $15 \text{ м}$ .

При численности работающих в смену до 50 человек оборудуют комнаты приема пищи из расчета  $1 \text{ м}^2$  на каждого посетителя, но не менее  $12 \text{ м}^2$ , а для работающих инвалидов –  $1,6 \text{ м}^2$  на одного человека. Комнаты должны быть оборудованы умывальником, холодильником, электро- или газоплитами.

**Административные помещения** предусматривают для размещения управленческого, инженерно-технического и обслуживающего персонала. В отдельных случаях могут быть иные помещения (информационно-вычислительные центры, конструкторские бюро и др.). Площади помеще-

ний принимают из расчета 4 м<sup>2</sup> на одного работника управления и 6 м<sup>2</sup> на одного работника конструкторского бюро. Для работающих инвалидов указанные нормативы принимают соответственно 5,65 и 7,65 м<sup>2</sup>. Площадь кабинетов руководителей должна составлять не более 15 % общей площади административных помещений.

В составе административных помещений могут быть кабинеты по охране труда и для учебных занятий. Их состав и площади определяют в зависимости от численности работающих в производственном здании, но не менее 24 м<sup>2</sup> каждого.

### **Объемно-планировочные и конструктивные решения бытовых и административных зданий.**

При разработке объемно-планировочных решений бытовых и административных зданий чаще всего используют принцип зонирования. В соответствии с этим выделяют основные группы помещений или блоки: гардеробно-душевые, здравоохранения, общественного питания, административные.

Гардеробно-душевые блоки, занимающие до 60 % площади бытовых помещений, как правило, размещают ближе к уровню рабочих мест в производственных зданиях. Их можно размещать поэтажно, но так, чтобы «мокрые» помещения (душевые, умывальные и т.п.) были друг над другом. Не допускается размещение «мокрых» помещений у наружных стен.

Блок помещений здравоохранения целесообразно размещать на первом этаже, чтобы была удобная связь с санитарным транспортом. Возможно размещение здравпунктов на уровне надземного перехода, соединяющего бытовые помещения с рабочими местами в производственных зданиях. Медицинские помещения обязательно должны иметь естественное освещение, поэтому их размещают у наружных стен.

Блок общественного питания может занимать несколько этажей. На первом этаже располагают загрузочные помещения, а обеденные залы, кухни – на других этажах. В большинстве случаев оправданным является вариант расположения столовых полностью в пределах первого этажа или на этаже, наилучшим образом связанного переходом в производственное здание.

Административные помещения сосредотачивают в местах наибольшей частоты их посещения вблизи вестибюлей и холлов. Для лучшей изоляции от шума, влаги и запахов их лучше располагать на верхних этажах.

Входы в бытовые и административные здания предусматривают через тамбуры, которые должны быть соединены с вестибюлями, коридорами и лестничными клетками. Во всех случаях они должны надежно защищать входную зону от климатических и производственных воздействий. Количество входов (они являются эвакуационными выходами) должно быть не менее двух.

Ширину коридоров назначают из условия возможного открывания дверей внутрь коридоров по ходу движения человека из помещения.

Лестницы располагают в лестничных клетках в пределах объема здания. Их количество должно быть не менее двух. Расстояние от двери наиболее удаленного помещения до выхода на лестничную клетку зависит от степени огнестойкости здания, конструктивной пожарной опасности, численности работающих, геометрических параметров помещений и эвакуационных путей и, как правило, не должно превышать 60 м.

Пристроенные и отдельно стоящие бытовые и административные здания проектируют с использованием унифицированных объемно-планировочных параметров. По условиям естественного освещения их ширину ограничивают (в пределах до 18 м). Количество этажей в большинстве случаев достаточно от 3 до 5. Высота этажей зданий с унифицированными параметрами 3,3 м. Здания могут быть решены по конструктивным схемам с неполным и полным каркасом. В первом случае стены являются несущими и выполняются кирпичными или из мелких бетонных блоков.

Наиболее индустриальным решением конструктивного исполнения пристроенных и отдельно стоящих зданий является каркасно-панельный вариант. При этом варианте используются конструктивные сетки колонн  $6 \times 6$  м и  $(6 + 3 + 6) \times 6$  м. Такие сетки колонн при ширине зданий 12, 15 и 18 м хорошо обеспечивают рациональное использование площади, естественное освещение и вентиляцию. Конструкции каркасов и ограждений принимают типовыми согласно Каталогу для зданий межвидовой унификации.

На рис. 91 показан пример административно-бытового корпуса предприятия алюминиевой промышленности, решенного с использованием типовой сетки колонн  $(6 + 6 + 6) \times 6$  м. Одним из недостатков показанного варианта является размещение над столовой конструкторского бюро.

### **Контрольные вопросы**

1. Назначение бытовых и административных зданий и помещений.
2. Способы размещения бытовых и административных зданий и помещений.
3. Определение состава бытовых помещений.
4. Гардеробно-душевые помещения и блоки. Способы их размещения.
5. Помещения здравоохранения в составе бытовых зданий. Уровни медицинского обслуживания.
6. Помещения общественного питания. Определение площади помещений для общественного питания.
7. Административные помещения, их возможный состав и способы размещения.

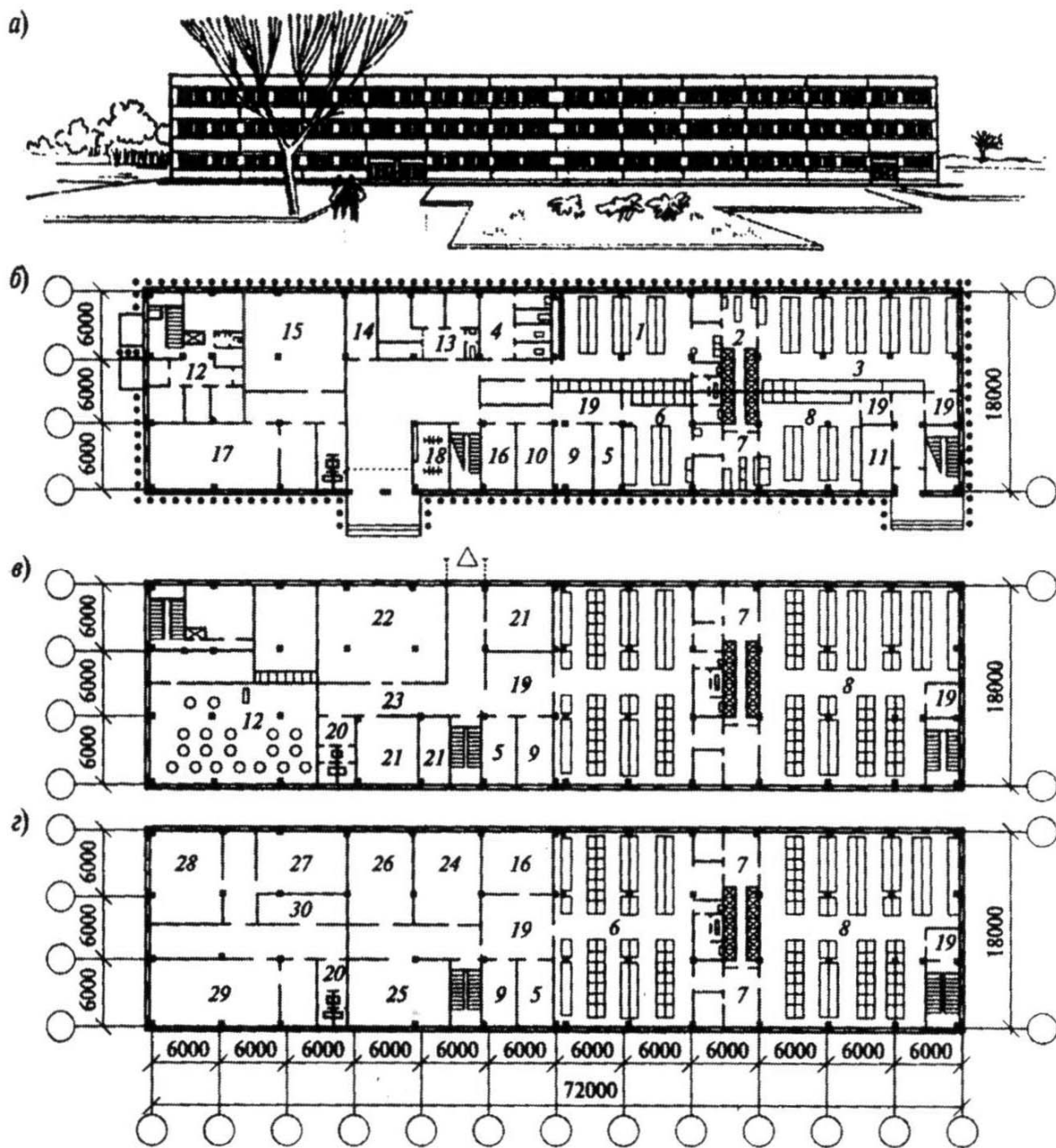


Рис. 91. Архитектурно-планировочное решение административно-бытового корпуса предприятия алюминиевой промышленности:

- а – фасад; б, в, г – планы 1, 2 и 3-го этажей;
- 1 – женский гардероб специальной одежды; 2 – женская душевая;
- 3 – женский гардероб домашней одежды;
- 4 – помещение личной гигиены женщин; 5 – помещение сушки одежды;
- 6 – мужской гардероб специальной одежды; 7 – душевая;
- 8 – мужской гардероб домашней одежды;
- 9 – помещение обеспыливания одежды; 10 – ремонт обуви;
- 11 – раздача молока; 12 – столовая; 13 – здравпункт; 14 – ингаляторий;
- 15 – кабинет по технике безопасности; 16 – вентиляционная камера;
- 17 – информационный центр; 18 – гардероб уличной одежды;
- 19 – тамбуры гардеробных; 20 – санитарные узлы;
- 21 – комната программистов; 22 – вычислительный центр; 23 – коридор;
- 24–28 – кабинеты руководителей; 29 – конструкторское бюро; 30 – архив



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В России, располагаемой огромными природными ресурсами, за многие столетия накоплен большой опыт проектирования и строительства промышленных зданий и комплексов.

Накапливаемый опыт способствует постоянному совершенствованию производственных зданий на основе органического единства функциональных (технологических), технических, архитектурно-художественных и экономических задач.

В соответствии с научно-техническим прогрессом производственно-технологические процессы относятся к числу наиболее быстро изменяющихся. Как правило, обновляемость технологических процессов происходит в очень короткие сроки (в ряде производств через 3–7 лет). Такое технологическое перевооружение требует создания долговременных и надежных зданий, легко приспособляемых к функциональному изменению. В таких условиях производственные здания должны иметь соответствующие объемно-планировочные и конструктивные решения.

Современный строительный рынок располагает большим разнообразием строительных материалов и конструкций. Задачей проектировщиков-конструкторов производственных зданий является выбор таких конструктивных схем, материалов и конструкций, которыми будет обеспечена надежность и долговечность здания. Конструктивное решение здания должно обеспечивать приспособляемость к изменяющимся технологическим процессам, быть менее затратным при строительстве и эксплуатации, т.е. максимально экономичным.

Экономичность производственного здания может быть достигнута различными решениями. На стадии проектирования экономичность здания обеспечивают, используя унификацию объемно-планировочных решений, типовые и индивидуальные конструкции, обеспечивающие материало- и энергосбережение. Практика последних лет показывает целесообразность создания укрупненных модулей (секций), представляющих собой повторяемые объемно-конструктивные элементы, из которых komponуются нужные параметры здания (пролеты, их количество и размеры, каркасы и др.)

В промышленном производстве всегда занято большое количество работающих. Для них должны быть созданы, в первую очередь, безопасные условия труда, включая микроклимат в производственных помещениях и на рабочих местах. Эти задачи решают совместно специалисты-технологи, архитекторы, строители, гигиенисты, светотехники, акустики и др. Среди них специалисты строительного профиля являются одними из определяющих. Они разрабатывают естественные и искусственные системы, обеспечивающие требуемые параметры температуры, влажности, воздухообмена и чистоты в помещениях.

Для работающих на производстве должны быть созданы необходимые бытовые условия. С этой целью при производственных зданиях должны быть предусмотрены встроенные или пристроенные помещения, а иногда и отдельно стоящие здания, где размещают гардеробы, душевые, другие санитарные помещения, а также помещения здравоохранения, питания и т.п. В функции проектировщика-строителя входят расчеты необходимого санитарно-технического оборудования и площадей для его размещения и рекомендации по конструктивному решению.

Промышленные предприятия и производственные здания, входящие в их состав, имеют большое архитектурно-художественное значение. В системе промышленного предприятия архитектуру производственного здания выделяют как определяющее. Его внешний объем должен подчеркивать его производственное предназначение, определенную композицию и выразительность. Вместе с архитекторами специалисты-строители выбирают виды отделки фасадов и интерьеров, решают вопросы выделения отдельных конструктивных элементов (доминант) и др.

Данное учебное пособие может оказать большую помощь студентам при выполнении ими курсовых и выпускных квалификационных (дипломных) работ на основе целостного подхода к решению функциональных, конструктивных и экономических задач.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Архитектура промышленных предприятий, зданий и сооружений [Текст] / под ред. Н.Н. Кима. – М.: Стройиздат, 1990.
2. Архитектурная типология промышленных предприятий [Текст] / под ред. И.С. Николаева [и др.]. – М.: Стройиздат, 1975.
3. Дятков, С.В. Архитектура промышленных зданий [Текст]: учебник / С.В. Дятков, А.П. Михеев. – 4-е изд. – М.: АСВ, 2008.
4. Михеев, А.П. Промышленные здания [Текст]: учеб. пособие / А.П. Михеев. – М.: АСВ, 2013.
5. Каталог типовых строительных конструкций и изделий [Текст] // Сборник 3.01.П-1.89. Железобетонные конструкции и изделия одноэтажных зданий промышленных предприятий: в 3 т. – М., 1991.
6. Каталог типовых строительных конструкций и изделий [Текст] // Сборник 3.01.П-2.89. Железобетонные конструкции и изделия многоэтажных зданий промышленных предприятий. – М., 1990.
7. Каталог типовых строительных конструкций и изделий [Текст] // Сборник 3.01.П-3.89. Железобетонные, металлические, деревянные и асбестоцементные конструкции и изделия инженерных сооружений промышленных предприятий: в 2 т. – М., 1990.
8. Каталог типовых строительных конструкций и изделий [Текст] // Сборник 3.01.П-5.89. Стальные конструкции и изделия зданий промышленных предприятий. – М., 1990.
9. СНиП 31-03-2001. Производственные здания. – М., 2001.
10. СНиП 2.01.07-85<sup>x</sup>. Нагрузки и воздействия. – М., 2003.
11. СНиП 21-01-97<sup>x</sup>. Пожарная безопасность зданий и сооружений. – М., 2002.
12. СНиП 11-01-95. Охрана окружающей среды. – М., 1995.
13. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий. – М., 2004.
14. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий. – М., 2004.
15. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – М., 1996.
16. СНиП 23-03-2003. Защита от шума. – М., 2004.
17. СНиП 23-05-95<sup>x</sup>. Естественное и искусственное освещение. – М., 2003.
18. СНиП 23-01-99<sup>x</sup>. Строительная климатология. – М., 2000.
19. СП 23-102-2003. Естественное освещение жилых и общественных зданий. – М., 2005.
20. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. – М., 2004.
21. СНиП 2.09.04-89<sup>x</sup>. Административные и бытовые здания. – М., 1995.
22. Шерешевский, И.А. Конструирование промышленных зданий и сооружений [Текст] / И.А. Шерешевский. – М.: Архитектура-С, 2011.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	3
ВВЕДЕНИЕ .....	5
1. ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ И ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ЗДАНИЙ.....	7
2. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ОДНОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ .....	14
3. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ.....	42
4. ДВУХЭТАЖНЫЕ ЗДАНИЯ.....	58
5. БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫЕ ПОКРЫТИЯ .....	61
6. ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ .....	69
7. ФОНАРИ, ПОЛЫ, ПЕРЕГОРОДКИ, ВОРОТА, ЛЕСТНИЦЫ И ДЕФОРМАЦИОННЫЕ ШВЫ .....	105
8. БЫТОВЫЕ И АДМИНИСТРАТИВНЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ И ЗДАНИЯ	140
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	153
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	155

Учебное издание

Михеев Анатолий Петрович  
Гречишкин Александр Викторович

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ЗДАНИЯ

Учебное пособие

Редактор В.С. Кулакова  
Верстка Т.А. Лильп  
Компьютерный набор Н.И. Худякова

Подписано в печать 10.11.14. Формат 60×84/16.  
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.  
Усл.печ.л. 9,07. Уч.-изд.л. 9,75. Тираж 80 экз.  
Заказ № 388.



Издательство ПГУАС.  
440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28.