

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Архитектура производственных объектов
и архитектурные конструкции»

МНОГОЭТАЖНОЕ ГРАЖДАНСКОЕ ЗДАНИЕ

Учебно-методическое пособие
для студентов специальностей 1-69 01 01 «Архитектура»,
1-70 01 01 «Производство строительных изделий и конструкций»,
1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство»

*Рекомендовано учебно-методическим объединением
по образованию в области строительства и архитектуры*

Минск
БНТУ
2019

УДК 692
ББК 38.44я7
М73

А в т о р ы:

*А.Б. Галимович, Н.С. Демьянович
Г.Л. Залеская, С.В. Манкевич*

Р е ц е н з е н т ы:

кафедра архитектурного проектирования и рисунка
Брестского государственного технического университета;
кандидат с.-х. наук, доцент кафедры «Ландшафтное проектирование
и садово-парковое строительство» Белорусского государственного
технологического университета *О.М. Березко*

М73 **Многоэтажное** гражданское здание : учебно-методическое пособие для студентов специальностей 1-69 01 01 «Архитектура», 1-70 01 01 «Производство строительных изделий и конструкций», 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» / А.Б. Галимович [и др.]. – Минск : БНТУ, 2019. – 100 с.
ISBN 978-985-583-125-0.

В пособии представлены основные понятия и сведения из курсов «Архитектура» и «Архитектурные конструкции»; даны методические рекомендации по выполнению курсовой работы.

УДК 692
ББК 38.44я7

ISBN 978-985-583-125-0

© Белорусский национальный
технический университет, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	4
1. Конструктивные системы многоэтажных зданий.	
Технологические и строительные системы зданий	5
1.1. Конструктивная система здания	5
1.2. Технологические и строительные системы многоэтажных зданий.....	7
1.3. Требования, предъявляемые к зданиям	8
2. Крупнопанельные здания	9
2.1. Конструктивные системы и конструктивные схемы крупнопанельных зданий	9
2.2. Конструктивное решение перекрытий в крупнопанельных зданиях ...	11
2.3. Железобетонные полносборные конструкции крыш	15
2.4. Фундаменты многоэтажных крупнопанельных жилых зданий	22
2.5. Стыки и связи в крупнопанельных зданиях	32
3. Каркасные здания	45
3.1. Конструктивные схемы каркасных зданий	45
3.2. Конструктивные элементы сборного ригельного каркаса.....	51
3.3. Конструктивные решения безригельного каркаса.....	54
4. Здания из объемных блоков	58
4.1. История вопроса	58
4.2. Классификация объемных блоков	61
4.3. Конструктивные решения объемных блоков	63
4.4. Конструктивные схемы объемно-блочных зданий.....	66
4.5. Стыки объемных блоков	68
4.6. Связи между объемными блоками	70
5. Монолитные и сборно-монолитные здания	72
5.1. Конструктивные системы и схемы монолитных и сборно-монолитных зданий	72
5.2. Опалубка и технологии возведения монолитных и сборно-монолитных зданий	73
5.3. Конструктивные элементы монолитных и сборно-монолитных зданий	80
6. Задание на курсовой проект	86
Список рекомендуемой литературы	99

ПРЕДИСЛОВИЕ

Конструктивные решения многоэтажных зданий изучаются студентами архитектурного факультета специальности 1-69 01 01 «Архитектура» в рамках курса «Архитектурные конструкции»; строительных специальностей, в рамках курса «Архитектура»; специальностей 1-70 01 01 «Промышленное и гражданское строительство» и 1-70 02 01 «Производство строительных изделий и конструкций», в рамках курса «Архитектурное проектирование».

Цель учебно-методического пособия – подготовка студентов к решению вопросов проектирования гражданских и промышленных зданий различного назначения. Пособие обеспечивает студентов теоретическим и графическим материалом, содержит практический раздел по выполнению курсовой работы.

При составлении пособия авторы опирались на работы Т. Г. Маклаковой, С. И. Корзуна, В. Т. Поляк, на открытые данные в сети Интернет, образовательные сайты и сайты строительных компаний.

1. КОНСТРУКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ЗДАНИЙ

1.1. Конструктивная система здания

Конструктивная система здания представляет собой взаимосвязанную совокупность вертикальных и горизонтальных несущих конструкций здания, которые совместно обеспечивают его прочность, жесткость и устойчивость.

Несущие конструкции воспринимают все внешние и внутренние нагрузки и передают их на основание. Горизонтальные конструкции – перекрытия и покрытия здания – воспринимают приходящиеся на них вертикальные и горизонтальные нагрузки и воздействия, передавая их поэтажно на вертикальные несущие конструкции. Последние, в свою очередь, передают эти нагрузки и воздействия через фундаменты основанию.

Вертикальные несущие конструкции разнообразны, различают стержневые (каркасные) несущие конструкции, плоскостные (стеновые, диафрагмовые), объемно-пространственные трехмерные жесткие конструкции – объемные блоки, внутренние объемно-пространственные стержни полого сечения на высоту здания (стволы жесткости), объемно-пространственные наружные конструкции на высоту здания в виде тонкостенной оболочки замкнутого сечения.

Соответственно примененному виду вертикальных несущих конструкций различают пять основных конструктивных систем зданий: каркасную (рамную), стеновую (бескаркасную, диафрагмовую), объемно-блочную, ствольную и оболочковую (рис. 1.1.).

Основные конструктивные системы обеспечивают восприятие всех силовых воздействий одним типом несущих элементов. Так, например, при стержневых конструкциях узлы сопряжения колонн с ригелями должны быть жесткими (рамными) в обоих направлениях, чтобы обеспечить восприятие вертикальных и горизонтальных воздействий. Наряду с основными, широко применяют и комбинированные (производные) конструктивные системы. В этих системах вертикальные несущие конструкции комбинируют, сочетая разные виды элементов. К их числу относятся системы: каркасно-стеновая со связями в виде стен-диафрагм жесткости, с неполным каркасом (несущие наружные стены и внутренний каркас), каркасно-ствольная, ствольно-стеновая, ствольно-оболочковая и др.

Конструктивная система здания является обобщенной характеристикой постройки, не ставящей целью определить материал производства и метод строительства. Например, здание стеновой конструктивной системы одновременно эффективно работает в исполнении из кирпича, дерева, бетона, пенобетона и многих других современных материалов.


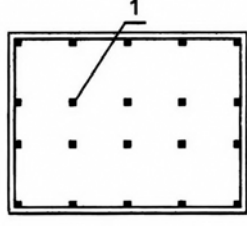
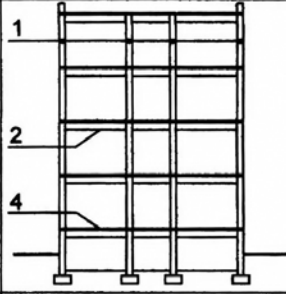
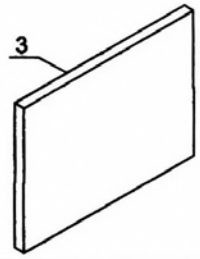
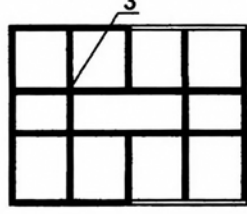
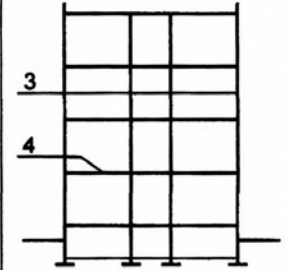
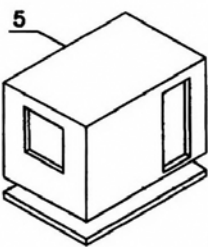
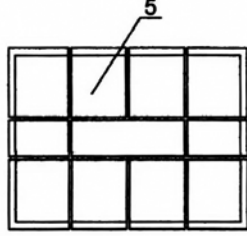
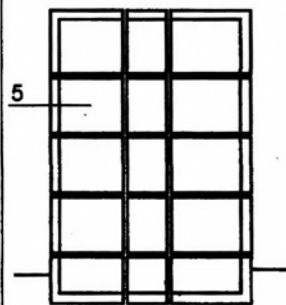
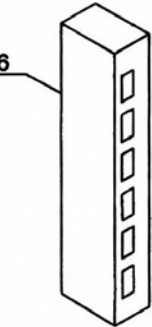
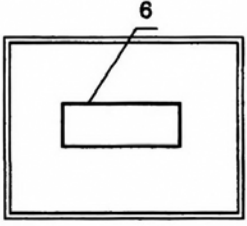
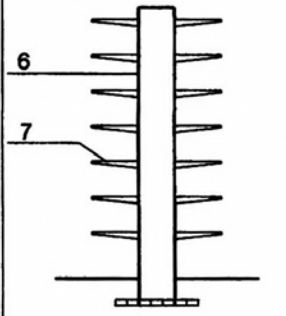
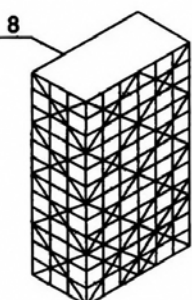
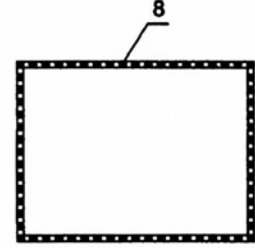
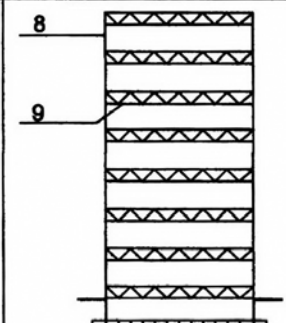
Конструктивная система	Вид вертикальной несущей конструкции		Схема плана здания	Схема разреза здания
каркасная	стержневая			
стенная				
объемно-блочная	объемно-пространственные	на высоту этажа 		
ствольная		на высоту здания внутренние 		
оболочковая		на высоту здания внешние 		

Рис. 1.1. Конструктивные системы зданий: каркасная, стенная, объемно-блочная, ствольная, оболочковая:

1 – колонна каркаса; 2 – ригель каркаса; 3 – несущая стена; 4 – перекрытие;
5 – объемный блок; 6 – ствол жесткости; 7 – перекрытие консольного типа;
8 – стена-оболочка; 9 – ферма или балка перекрытия [25, с. 24]

1.2. Технологические и строительные системы многоэтажных зданий

Понятие *технологической системы* характеризует конструктивное решение в комплексе технологического решения по способу возведения строения. Технология строительства может включать разные способы: возведение конструкций в ручной кладке, монтаж полносборных индустриальных конструктивных элементов, монолитные работы по устройству несущих конструкций здания.

Строительная система ([2, 19], рис. 1.2) – комплексная характеристика конструктивного решения зданий по материалу и технологии возведения основных несущих конструкций. Например, строительные системы зданий с несущими стенами из кирпича и мелких блоков из керамики, легкого бетона или естественного камня бывают традиционные и полносборные. *Традиционная* система основана на возведении стен в технике ручной кладки, *полносборная* – на механизированном монтаже стен из крупных блоков или панелей, выполненных в заводских условиях из кирпича, каменных или керамических блоков.

Полносборные здания с несущими конструкциями из бетонных и железобетонных элементов возводят на основе крупноблочной, панельной, каркасно-панельной и объемно-блочной строительных систем.

Полносборная система применяется при использовании крупных сборных элементов (панелей, блоков). Полносборные объекты строят по следующим вариантам: из крупных блоков; с применением панелей; с навеской стеновых плит на каркасе; из объемных блоков. Крупные горизонтальные стеновые блоки ставятся по типу кирпичной кладки с перевязкой швов. Преимуществами крупноблочной системы является простота и скорость установки элементов, возможность применять различные материалы. Панельные конструкции сооружений состоят из отдельных панелей, установленных одна на другую без перевязки швов на цементном растворе, их устойчивость обеспечивается сопряжением закладных деталей, а при эксплуатации качества – заделкой стыков. Каркасно-панельное решение проекта предполагает устройство несущего каркаса из металла или сборного железобетона и возведение наружных ограждающих конструкций с помощью навесных панелей из различных материалов. Объемно-блочное решение здания основано на применении пространственных элементов из железобетона массой до 25 т, содержащих в объеме одно или группу помещений (кухню, комнату, санузел и др.). Объемные блоки устанавливают друг на друга без перевязки швов.

Монолитная и сборно-монолитная строительные системы применяются преимущественно для возведения зданий повышенной этажности. К системе монолитного домостроения относят здания, все несущие конструкции которых выполняют из монолитного бетона, к сборно-монолитной – здания, в которых несущие конструкции выполняют частично сборными, частично монолитными. Монолитные здания, как правило, проектируют бескаркасными, сборно-монолитные – каркасными или бескаркасными.

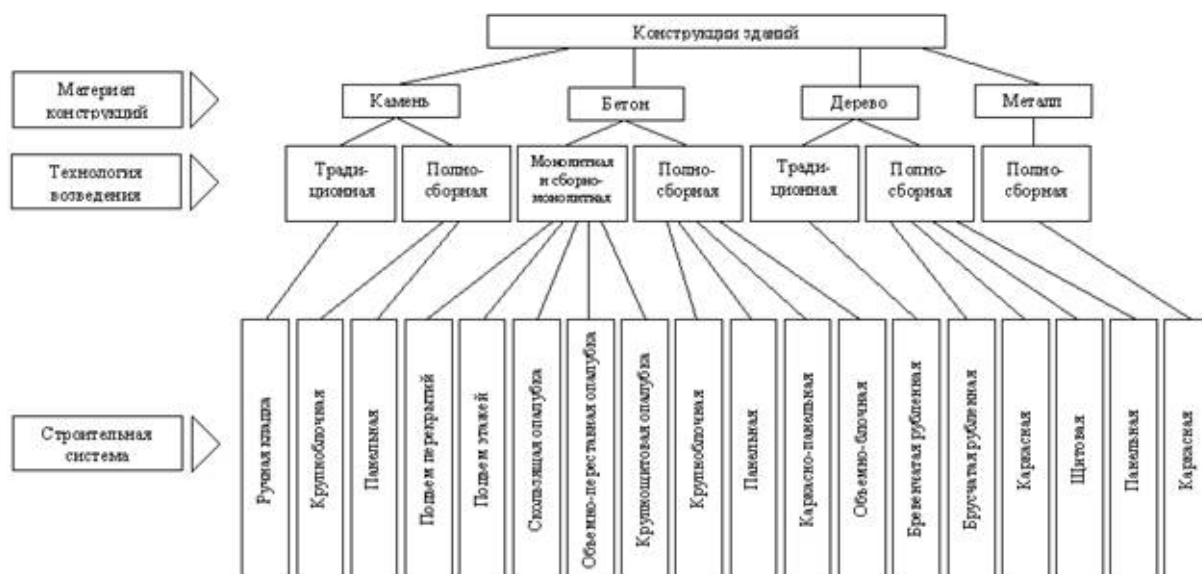


Рис. 1.2. Строительные системы зданий [2, с. 20]

При использовании монолитной технологии строительства все несущие элементы и конструкции здания возводятся на строительной площадке с применением бетона и арматуры. К индустриальным методам в этой области относят строительство с применением бетонирования в скользящей, объемно-переставной, щитовой опалубке. Применяются разные методы строительства монолитных зданий: метод подъема перекрытий, метод перестановки этажей. Монолитная система позволяет активно использовать местные материалы и вести строительство независимо от производственной инфраструктуры строительства региона.

1.3. Требования, предъявляемые к зданиям

Здание любого типа должно не разрушаться от действия нагрузок, то есть быть прочным, жестким устойчивым условиям; обладать способностью сопротивляться опрокидыванию при действии горизонтальных нагрузок; иметь пространственную жесткость (способность как в целом, так и в отдельных его частях сохранять первоначальную форму при действии проложенных сил).

При строительстве зданий должны соблюдаться определенные требования: прочность, жесткость, долговечность, огнестойкость; технологичность, максимальная степень заводской готовности; экономичность;

сохранность всех необходимых качеств и внешнего вида при транспортировке конструктивных элементов (панелей, плит, объемных блоков)

обеспечение санитарно-гигиенических условий, звукоизоляции, теплозащиты в зависимости от назначения данного помещения;

высокая точность размеров конструктивных элементов.

2. КРУПНОПАНЕЛЬНЫЕ ЗДАНИЯ

Крупнопанельными называют здания, монтируемые из заранее изготовленных крупноразмерных плоскостных элементов стен, перекрытий, покрытий и других конструкций [22].

Эти сборные конструкции имеют повышенную заводскую готовность – отделанные наружные и внутренние поверхности, вмонтированные окна и двери.

Строительство зданий из крупных панелей позволяет существенно повысить степень индустриальности строительства и производительность труда, снизить стоимость строительства и сократить сроки возведения зданий [22].

Крупнопанельные здания проектируют, как правило, бескаркасными. Бескаркасные крупнопанельные здания состоят из меньшего числа сборных элементов, отличаются простотой монтажа, имеют преимущественное применение в массовом жилищном строительстве.

Важный этап проектирования крупнопанельных зданий – выбор системы разрезки наружных стен на панели, применяемые в современном строительстве.

Горизонтальная схема разрезки образуется одноэтажными панелями размером на одну комнату (с одним окном), на две комнаты. Также существует полосовая горизонтальная система (из полосовых, поясных и простеночных панелей).

Вертикальная схема образуется из панелей на два этажа: с одним окном на этаж и полосовая из двухэтажных простеночных панелей и междуэтажных поясных панелей. В гражданском строительстве большее распространение получила горизонтальная схема разрезки стен. Здания из панелей могут быть бескаркасными и каркасными. В каркасных конструктивных системах основными вертикальными несущими конструкциями являются колонны каркаса, на которые передается нагрузка от перекрытий непосредственно (безригельный каркас) или через ригели (ригельный каркас).

2.1. Конструктивные системы и конструктивные схемы крупнопанельных зданий

Основной конструктивной системой для строительства крупнопанельных зданий является *бескаркасная* (стеновая) конструктивная система [3, 16]. Несущими вертикальными конструкциями в бескаркасной системе являются наружные и внутренние стены. Горизонтальные несущие конструкции (перекрытия и покрытия) воспринимают все приходящиеся на них нагрузки и поэтажно передают их вертикальным несущим конструкциям. Они играют также роль горизонтальных диафрагм жесткости, воспринимающих в своей плоскости изгибающие и сдвигающие усилия от горизонтальных нагрузок.

В зависимости от схемы расположения несущих стен в плане здания и характера опирания на них перекрытий различают следующие конструктивные системы:

- перекрестно-стеновая* с поперечными и продольными несущими стенами;
- поперечно-стеновая* – с поперечными несущими стенами;
- продольно-стеновая* – с продольными несущими стенами.

В зданиях перекрестно-стеновой конструктивной системы наружные стены проектируют несущими или ненесущими (навесными), а плиты перекрытий – как опертые по контуру или трем сторонам [3].

В зданиях поперечно-стеновой конструктивной системы вертикальные нагрузки от перекрытий и ненесущих стен передаются в основном на поперечные несущие стены, а плиты перекрытия работают преимущественно по балочной схеме с опиранием по двум противоположным сторонам.

Здания с поперечными несущими стенами и продольными диафрагмами жесткости (продольные стены лестничных клеток, участки продольных наружных и внутренних стен) рекомендуется проектировать высотой до 17-и этажей [3].

В зданиях продольно-стеновой конструктивной системы вертикальные нагрузки воспринимаются и передаются основанию продольными стенами, на которые опираются перекрытия, работающие преимущественно по балочной схеме. Такие здания рекомендуется проектировать высотой не более 17-и этажей [3].

В зависимости от величины шага несущих поперечных стен поперечно-стеновую и перекрестно-стеновую конструктивные системы разделяют на конструктивные схемы:

с перекрестным расположением внутренних несущих стен при малом шаге поперечных несущих стен 2,4–4,5 м (рис. 2.1, *а*) [3, 16];

с редко расположенными поперечными несущими стенами (с большим шагом) 4,5–6,6 м и отдельными продольными стенами жесткости;

с чередующимися размерами шага поперечных несущих стен и отдельными стенами жесткости (со смешанным шагом сочетающим большой и малый шаги) (рис. 2.1, *б, в*);

Продольно-стеновую конструктивную систему разделяют на конструктивные схемы:

с продольными наружными и внутренними несущими стенами и редко расположенными поперечными стенами (диафрагмами жесткости);

с продольными наружными несущими стенами и редко расположенными поперечными диафрагмами жесткости (рис. 2.1, *г, д*) [3, 16].

В соответствии с заданной конструктивной схемой намечается расположение несущих и самонесущих наружных и внутренних стен, а также стен жесткости и выполняется разбивка модульной сетки осей плана секции.

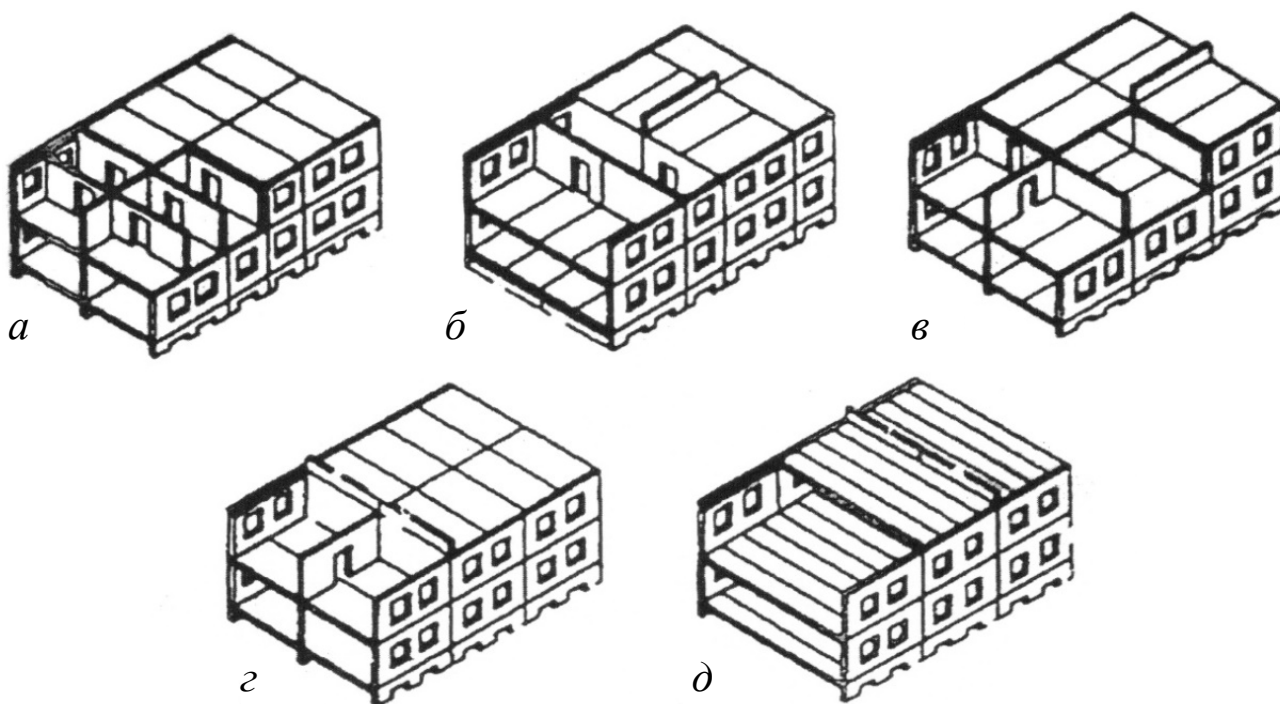


Рис. 2.1. Конструктивные схемы бескаркасных зданий
а – перекрестно-стеновая с малым шагом; *б* – поперечно-стеновая со смешанным шагом;
в – продольно-шаговая (трехстенка); *г* – продольно-стеновая (двухстенка)

2.2. Конструктивное решение перекрытий в крупнопанельных зданиях

Перекрытия крупнопанельных зданий проектируются из плит сплошного сечения (с максимальным пролетом 6,6 м) или многопустотных настилов (с максимальным пролетом 9 м).

Толщина и вид плит перекрытия принимаются в соответствии с заданной конструктивной схемой здания.

При конструктивной схеме с перекрестными несущими стенами с малым шагом применяются плиты перекрытия сплошного сечения, толщиной 120 мм [22, 26].

При конструктивной схеме с большим и смешанным шагах рекомендуется применять плиты перекрытия сплошного сечения толщиной 160 мм [22, 26].

При конструктивной схеме с продольными несущими стенами рекомендуется применять многопустотные плиты толщиной 220 мм и плиты пустотные с многопустотными усилителями толщиной 250 мм [19, 26].

При конструктивной схеме с поперечными несущими стенами с малым шагом рекомендуется применять плиты сплошного сечения толщиной 160 мм. Для конструктивной схемы с большим шагом поперечных несущих стен рекомендуется применять плиты сплошного сечения толщиной 160 мм или многопустотные, толщиной 220 мм или 250 мм [26].

Плиты перекрытий сплошного сечения толщиной 120 мм с размерами на конструктивную ячейку опираются на стены по четырем сторонам (по контуру), толщиной 160 мм – по трем сторонам.

Глубина опирания плит сплошного сечения на внутренние стены составляет 50 или 70 мм, на наружные стены – 90 мм, на стены лестничной клетки – на всю толщину стен. При изготовлении на заводе плит сплошного сечения предусматривают проемы прямоугольной формы для вентиляционных блоков и стояков холодной и горячей воды и канализации.

Для образования каналов для электропроводки в сплошных плитах при изготовлении укладывают пластмассовые трубки.

Между собой и с панелями наружных стен плиты перекрытия соединяются путем сварки арматурных выпусков, расположенных в специальных вырезах или углублениях на боковых гранях плит (рис. 2.2.). Предусматривается не менее трех связей по длинным сторонам панелей и не менее двух – по коротким.

Многопустотные настилы номинальной длиной до 6 м и до 9 м имеют ширину 1,0; 1,2; 1,5; 1,8 м. Перекрытия опираются по балочной схеме на продольные или поперечные несущие стены: не менее чем на 80 мм на наружные стены и не менее чем на 70 мм – на внутренние.

Многопустотные настилы скрепляются между собой у внутренних стен сваркой закрепленных к строповочным петлям стальных анкеров, крестообразно соединяющих четыре соседние плиты. При опирании на наружные стены стержневые анкера настилов привариваются к закладным деталям стеновых панелей. Анкерные крепления выполняются, как правило, через одну плиту. Для создания жесткого диска перекрытия следует соединять настилы с вертикальными диафрагмами жесткости стальными связями и предусматривать бетонные шпоночные соединения по боковым граням настилов (рис. 2.2) [15, 16].

Междуэтажные перекрытия жилых зданий в соответствии с требованиями изоляции от шума проектируются акустически однородными или акустически неоднородными (с раздельным или слоистым полом).

Перекрытия над холодными техническими подпольями или неотапливаемыми подвалами проектируются утепленными.

Главным инновационным элементом конструктивной схемы с продольным расположением внутренних несущих стен является пустотная плита с многопустотными усилителями (рис. 2.3, а) [19]. Использование данной плиты позволяет упростить технологию возведения многоэтажных крупнопанельных домов, уменьшить номенклатуру деталей, без снижения прочности перекрытий, что значительно удешевляет строительство. Расширение функциональной возможности плиты обеспечивают консольные выпуски балконов и эркеров (рис. 2.3, б). Применение пустотных плит с многопустотными усилителями даст новые возможности в решении архитектурной выразительности фасадов, менять планировку и расположение квартир по высоте здания, создавать общественные зоны на первых этажах и устраивать подземные гаражи (журнал «Жилищное строительство», № 8, 2013).

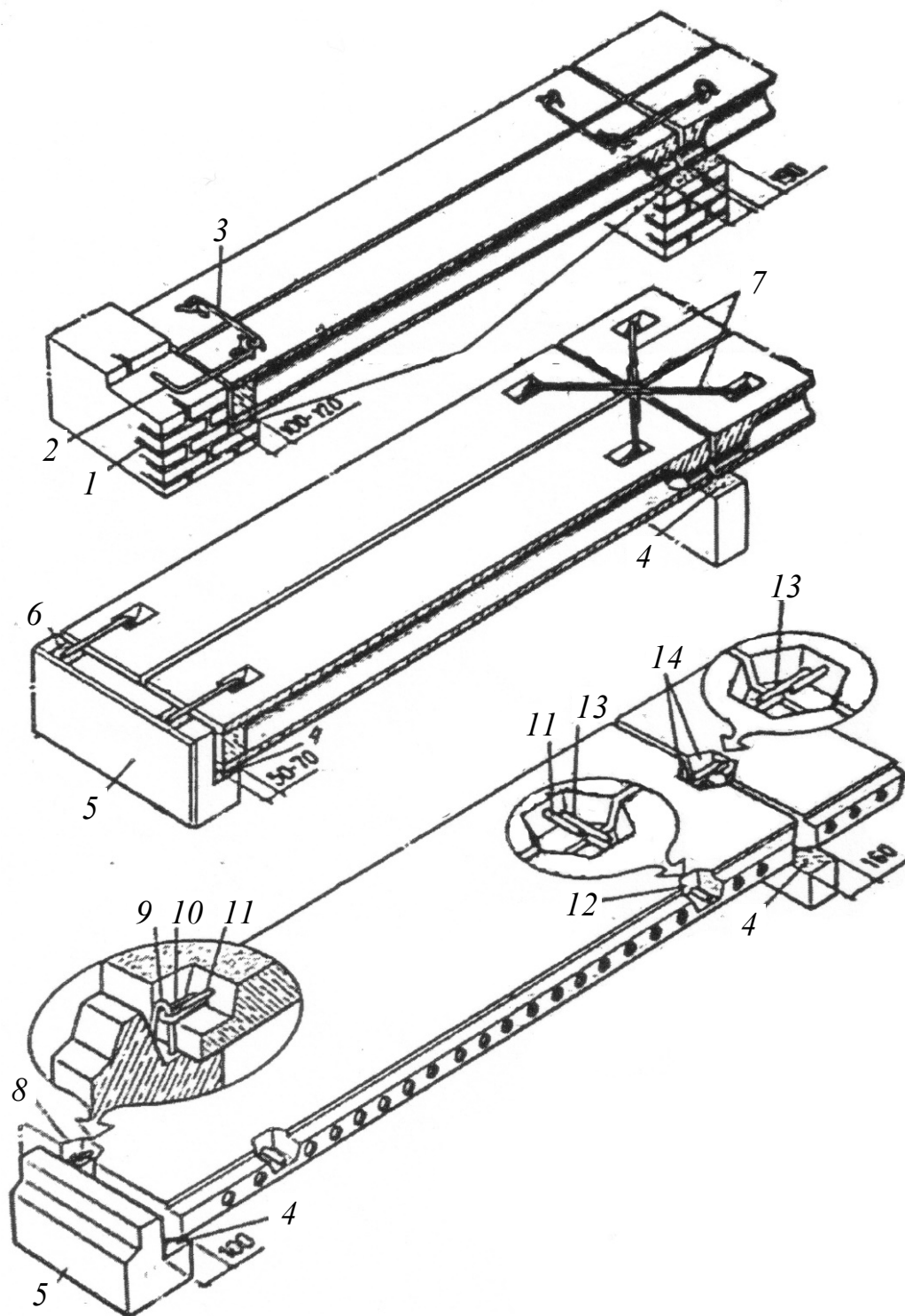
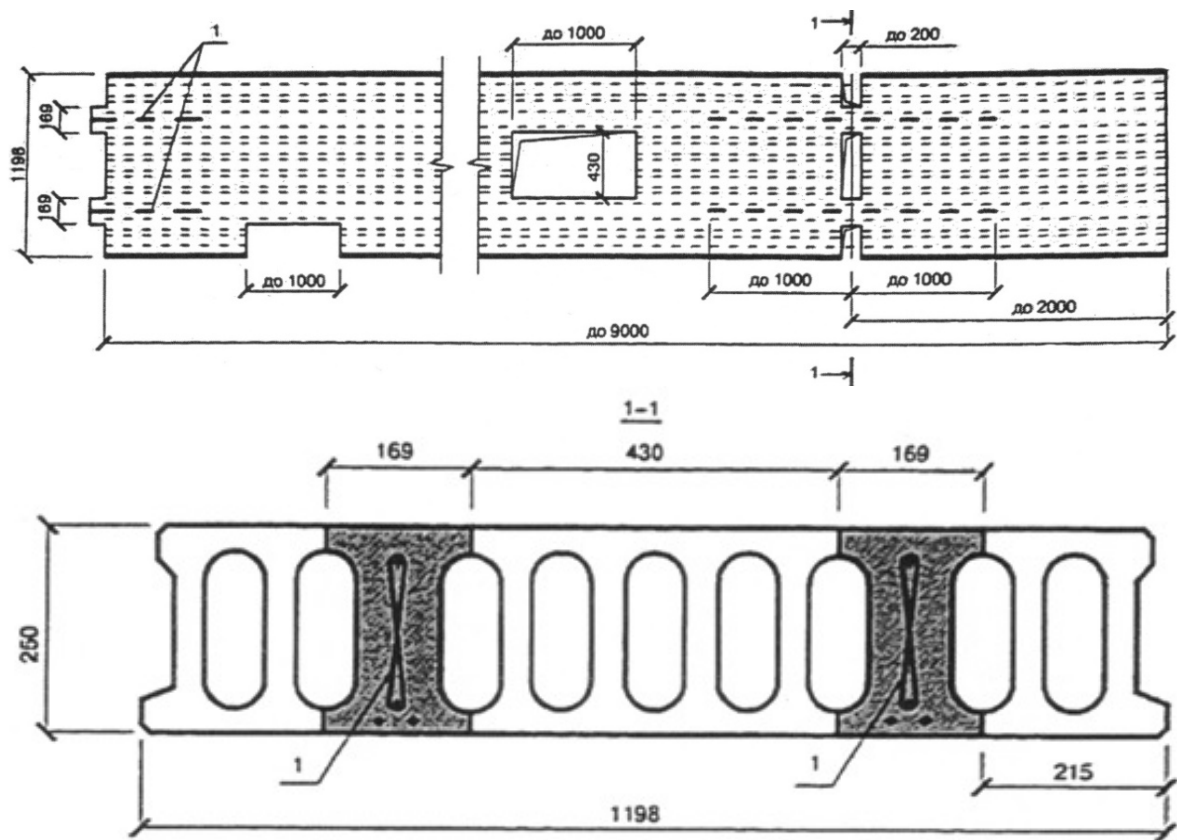


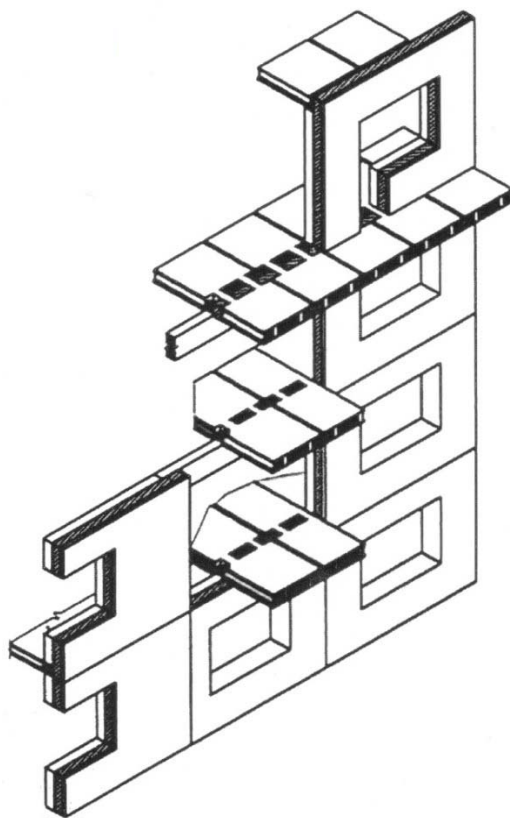
Рис. 2.2. Опираие сборных железобетонных плит:

а – многопустотных на кирпичные стены; *б* – то же, на панельные стены;
в – сплошных на панельные стены;

1 – наружная кирпичная стена; *2* – стальной анкер, заделываемый в стену;
3 – стальная накладка, связывающая смежные панели; *4* – растворная прослойка;
5 – наружная панельная стена; *6* – закладная деталь; *7* – связи, обеспечивающие анкеровку плит на внутренней стене; *8* – подрезка при сопряжении с наружной стеной;
9 – монтажная петля стеновой панели; *10* – П-образная стальная связь; *11* – выпуск арматуры; *12* – подрезка на боковых гранях панели; *13* – стержень, связывающий выпуски арматуры; *14* – подрезка для сопряжения внутренних стен



a



б

Рис. 2.3.: *a* – плита пустотная с многопустотными усилителями;
б – плита пустотная с многопустотными усилителями в панельном здании

2.3. Железобетонные полносборные конструкции крыш

Крыши многоэтажных зданий проектируются сегодня из сборных железобетонных элементов. Такие крыши выполняются, как правило, малоуклонными с внутренним водоотводом.

Применяют три типа конструкций крыш: чердачные, бесчердачные и эксплуатируемые.

Чердачная крыша – основной вариант покрытия в жилых зданиях массового строительства повышенной этажности [9].

Бесчердачная крыша – основной тип покрытия в малоэтажных массовых общественных зданиях [9].

Эксплуатируемая крыша устраивается и над чердачными, и над бесчердачными покрытиями.

Чердачные крыши, в зависимости от способа удаления вентиляционного воздуха через конструкцию покрытия, проектируются с холодным, теплым и открытым чердаком.

Бесчердачные крыши устраиваются неветилируемые и вентилируемые (с воздушной прослойкой между кровельной панелью и перекрытием).

Гидроизоляция железобетонных крыш выполняется двумя способами:

устройством многослойного ковра из рулонных материалов (рулонная кровля);

применением железобетонных панелей покрытия повышенной прочности и водонепроницаемости или нанесением на панели покрытия мастичных составов (безрулонная кровля).

По методу удаления воздуха из системы вытяжной вентиляции через конструкцию покрытия различают крыши с холодным, теплым и открытым чердаком. Крыши с холодным чердаком разрешается применять в жилых зданиях любой этажности. Крыши с теплым чердаком рекомендуется применять в зданиях шести и более этажей [7, 9, 26].

Выбор типа конструкции крыши, метода гидроизоляции покрытия и системы водоотвода осуществляется с учетом назначения здания, его этажности, климатических условий района строительства [12, 29].

Водоотвод с крыш предусматривается в зданиях выше пяти этажей с кровлями из рулонных и мастичных материалов. В зданиях средней этажности с применением кровель из мелкоштучных материалов, листовой стали, металлочерепицы и других материалов предусматривается наружный организованный водоотвод.

В массовом строительстве многоэтажных жилых зданий наибольшее распространение получили железобетонные чердачные конструкции крыш с внутренним водоотводом.

Количество и диаметр водоприемных воронок, устанавливаемых в лотковой (пониженной) части кровли, зависит от климатических условий района строительства. В любом случае рекомендуется устраивать одну воронку диа-

метром не менее 100 мм на площади кровли не более 700 м^2 , но не менее одной – на секцию и не менее двух на здание.

Конструкцию чердачных крупнопанельных многоэтажных жилых зданий составляют панели покрытия (кровельные и лотковые), панели чердачного перекрытия, наружные фризové панели, опорные элементы (рамы) фризových, лотковых и кровельных панелей (рис. 2.5, 2.7, 2.9).

Высота сквозного прохода в чердачном пространстве вдоль здания должна составлять не менее 1,6 м. Допускается местное понижение высоты чердака (у карниза или в средней части крыши в зависимости от типа водоотвода) до 1,2 м [26].

Выходы на чердак и крышу в зданиях, оборудованных лифтами, предусматриваются из помещений, смежных с машинными отделениями лифтов. Подъем к лазу на крышу осуществляется по стальной стремянке с промежуточной лестничной площадки, ведущей в машинное отделение лифта.

Конструктивное решение крыши с холодным чердаком

Чердачные крыши с холодным чердаком имеют утепленное чердачное перекрытие, неутепленные тонкостенные железобетонные кровельные и лотковые панели, железобетонные опорные элементы, однослойные фризové панели. Железобетонные элементы чердачного покрытия (кровельные и лотковые панели) рекомендуется проектировать с опиранием по двум сторонам. Кровельные панели опираются на наружные фризové и лотковые панели. Лотковые панели, расположенные в средней зоне чердака, закрепляются к опорным рамам, устанавливаемым вдоль поперечных осей здания. Для опирания кровельных панелей при несущих наружных стенах в плоскости фризových панелей устанавливаются железобетонные балки, опирающиеся на расположенные вдоль поперечных осей здания опорные рамы (рис. 2.4; 2.5; 2.6) [15, 17].

Фризové панели проектируют неутепленными, с отверстиями для вентиляции пространства чердака наружным воздухом. Приточно-вытяжные отверстия во фризových панелях, располагаемые с продольных фасадов здания, должны иметь площадь не менее 0,001 или не менее 0,02 площади перекрытия (в зависимости от климатического района строительства) [9, 26]. Отверстия могут иметь в вертикальном разрезе ступенчатый профиль и (или) защитную металлическую сетку с ячейкой 20×20 мм. По плитам чердачного перекрытия выполняется пароизоляция: например, из полиэтиленовой пленки, рубероида и т. п. В качестве теплоизоляции чердачного перекрытия применяются плитные негорючие утеплители плотностью не более $250 \text{ кг} / \text{м}^3$: например, минераловатные плиты, экструдированный пенополистерол, плиты из вспененного стекла и т. п. Учитывая горючесть пенополистерола, его использование возможно только при обязательном устройстве поверх утеплителя цементно-песчаной стяжки толщиной не менее 50 мм [9, 26]. Вид и толщина материалов паро- и теплоизоляции принимается на основании соответствующих расчетов. При холодном чердаке вентиляционные шахты и вытяжки канализационных стояков

и мусоропровода (при его наличии) пересекают кровельные панели, возвышаясь над поверхностью кровли не менее чем на 0,7 м. Стояки и шахты вытяжной вентиляции выше чердачного перекрытия утепляются (рис. 2.4; 2.5; 2.6) [12, 16, 29].

При безрулонных кровлях применяются железобетонные тонкостенные ребристые кровельные (с ребрами вверх) и лотковые панели корытообразного сечения. Стыки кровельных панелей перекрываются железобетонными нащельниками. Номинальные размеры панелей принимаются в соответствии с величинами шагов и пролетов несущих конструкций крупнопанельных зданий. При кровлях из рулонных материалов в качестве несущих элементов покрытия применяются ребристые кровельные и лотковые панели с продольными опорными ребрами (рис. 2.4; 2.5) [15, 17].

Конструктивное решение крыши с теплым чердаком

Конструкции крыш с теплым чердаком составляют утепленные кровельные, лотковые и фризковые панели, неутепленное чердачное перекрытие и опорные конструкции кровельных и лотковых панелей (рис. 2.7; 2.9). В зданиях с теплым чердаком чердачное пространство обогревается теплым воздухом, который поступает из вытяжной вентиляции здания. Вентиляционные блоки всех этажей не пересекают покрытие, а выводятся на чердак и завершаются в чердачном пространстве бетонными оголовками высотой 600 мм. Удаление воздуха из чердачного пространства осуществляется через общую вытяжную шахту – одну на каждую секцию здания. Высота вытяжной шахты, устанавливаемой, как правило, в средней зоне чердака, принимается не менее 4,5 м от уровня чердачного перекрытия. Фризковые панели проектируют глухими (без вентиляционных отверстий).

При рулонной кровле в качестве несущих элементов покрытия применяются ребристые кровельные панели и лотковые панели с продольными опорными ребрами той же конструкции, что и для крыш с холодным чердаком. По панелям покрытия укладываются последовательно: пароизоляционный слой (материал принимается по расчету); стяжка для создания уклона (например, керамзитовый гравий); плитный утеплитель 9 материал и толщина определяются теплотехническим расчетом); выравнивающая стяжка (при необходимости); водоизоляционный ковер. Необходимость устройства выравнивающей стяжки определяется физико-механическими свойствами применяемого утеплителя (рис. 2.7; 2.8).

При безрулонной кровле применяются кровельные панели многослойной конструкции с теплоизоляционными вкладышами (рис. 2.10).

Рулонные кровли многоэтажных зданий рекомендуется выполнять многослойными из битумно-полимерных материалов наплавленного типа на основе стеклоткани или стеклохолста.

Применение рулонных материалов на картонной основе с битумным вяжущим допускается для устройства кровель только временных зданий со сроком службы не более 5 лет. Это связано с невысокой долговечностью (5–7 лет)

таких материалов (например, рубероида), которая обусловлена низкой прочностью картонной основы, низкой теплостойкостью. Количество слоев рулонных материалов принимается в зависимости от уклона кровли и вида материала. Для верхнего слоя кровельного ковра принимаются материалы с защитной крупнозернистой посыпкой (каменной крошкой). В узлах сопряжения конструктивных элементов покрытия друг с другом и с вентиляционными шахтами, водоприемными воронками и т. п. следует предусматривать усиление основного водоизоляционного ковра дополнительными слоями гидроизоляции [12, 29].

В безрулонных кровлях гидроизоляция выполняется из битумно-полимерных мастик, армированных стеклосетками или эмульсий, наносимых на кровельные панели в заводских условиях [12, 29].

Конструктивное решение крыши с открытым чердаком

Конструкции крыш с открытым чердаком по составу конструктивных элементов аналогичны конструкциям зданий с холодным чердаком, но вентиляционные конструкции покрытия не пересекают, обрываясь на высоте 0,6 м от поверхности чердачного перекрытия, как в крышах с теплым чердаком. Удалению вытяжного воздуха, наряду с общей шахтой способствует интенсивное горизонтальное проветривание через увеличенные вентиляционные отверстия во фризových панелях.

Эксплуатируемые крыши-террасы.

Эксплуатируемые крыши устраивают над теплыми и холодными чердачными крышами, техническими этажами, а иногда и над совмещенными крышами [1, 2].

В последнее десятилетие расширяется внедрение нового типа эксплуатируемой крыши – «зеленой крыши», с верхним грунтовым слоем, покрытием дерном или мелким кустарником.

В число слоев такой крыши входят (сверху вниз): дерн, грунтовой слой, слой фильтрующей ткани, гравийный дренажный слой, нанесенный на мастичный или двойной пленочный, пропитанный гербицидами, слой скольжения, рулонный гидроизоляционный ковер, выравнивающая стяжка, утеплитель, пароизоляционный слой, несущая конструкция перекрытия [17].

Конструктивное решение инверсионных кровель.

При устройстве инверсионной кровли поверх водоизоляционного ковра под плитным утеплителем (экструдированный пенополистерол) укладывают разделительно-дренирующий слой. Поверх утеплителя – слой синтетического войлока 3 мм. В число слоев входят: несущая конструкция-плита покрытия, водоизоляционный ковер из рулонных материалов, геотекстиль и слой крупнозернистого песка (разделительно-дренирующий демпферный слой), теплоизоляция, слой синтетического войлока 3 мм, подготовка из крупнозернистого песка, мелкогабаритные тротуарные плитки.

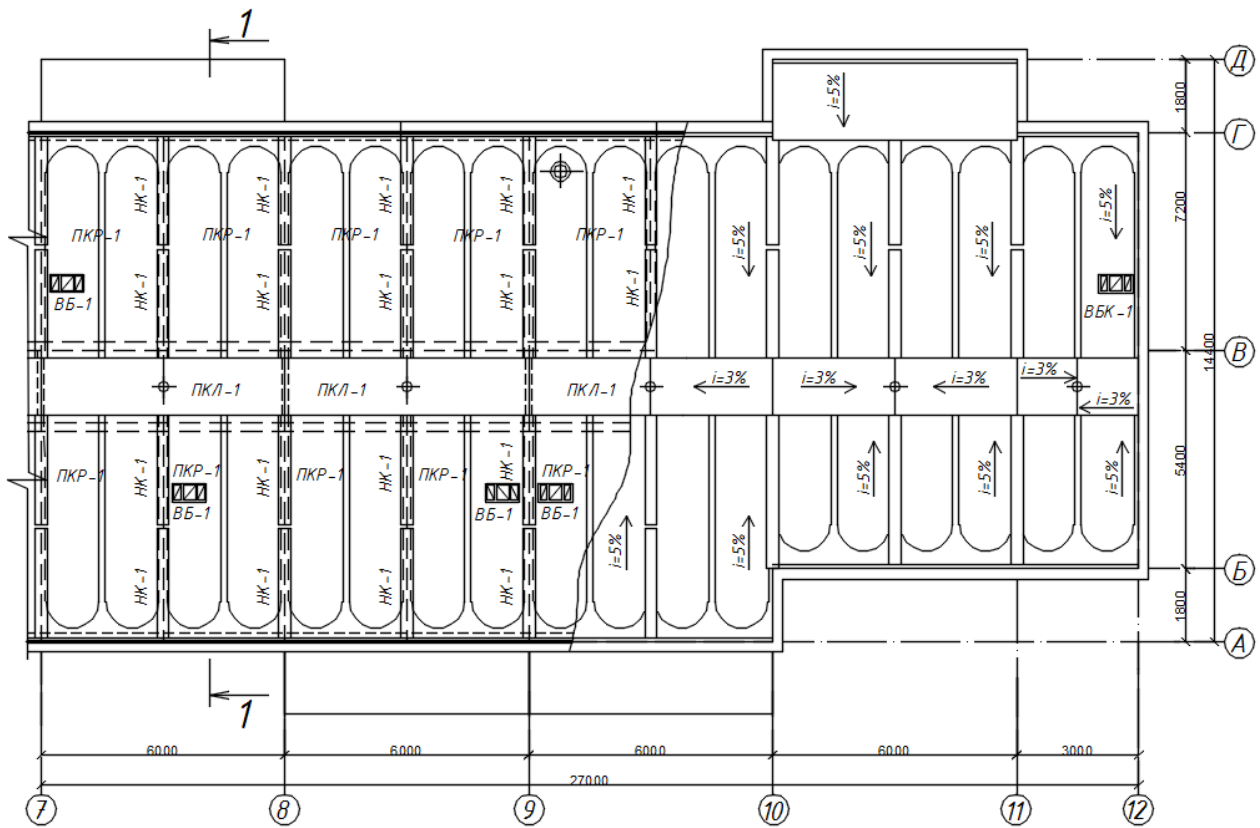


Рис. 2.4. Холодный чердак и безрулонная кровля.
 План кровли ПКРЧ: ПКЛ – панель кровельная и лотковая;
 ВБ – вентиляционный блок; НК – нащельник кровельный

Разрез 1-1

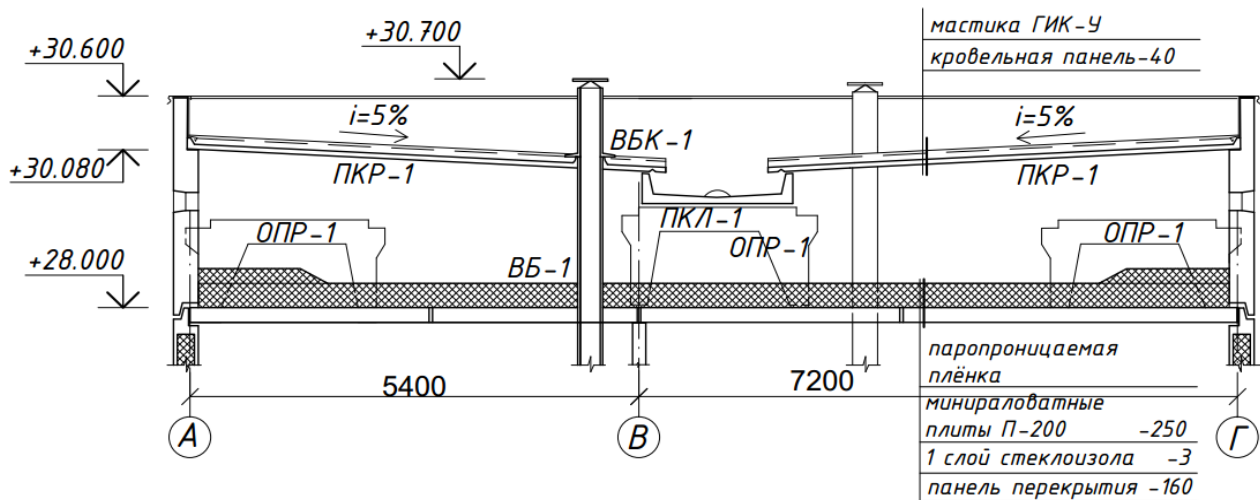


Рис. 2.5. Холодный чердак и безрулонная кровля (поперечный разрез 1 : 1):
 ВБ – вентиляционный блок; ВБК – вентиляционный блок крышный;
 ОПР – опорная рама; ПКР и ПКЛ – панель кровельная и лотковая;

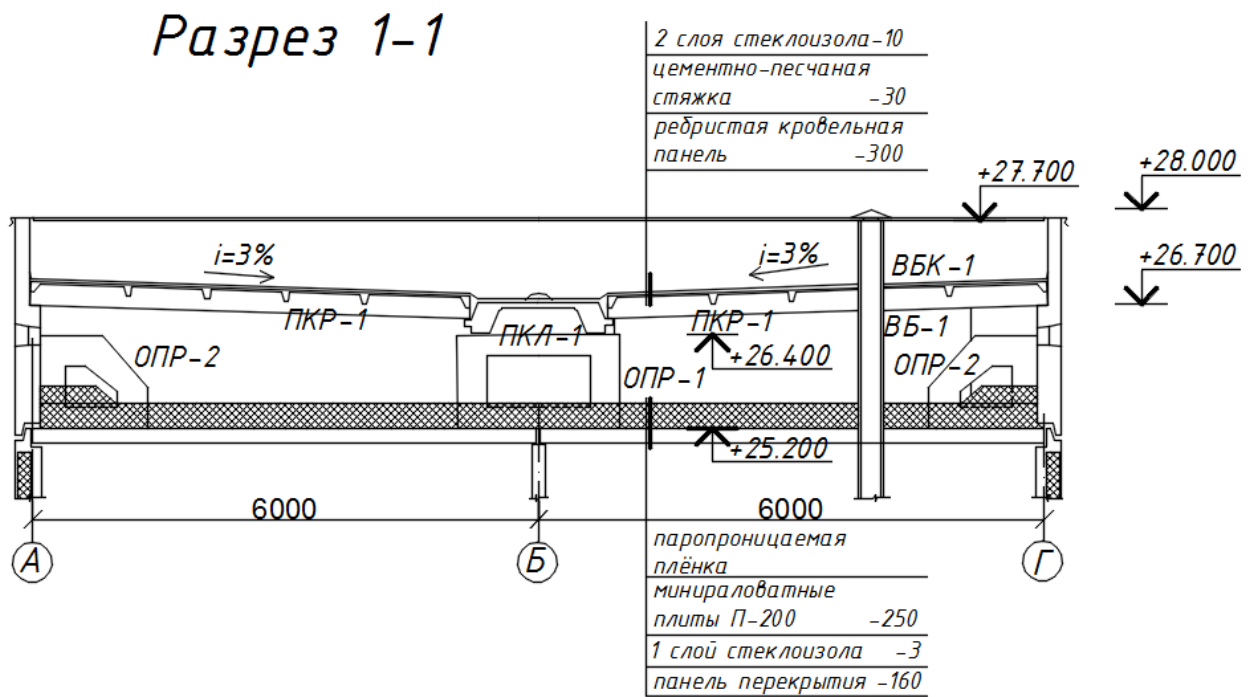


Рис. 2.6. Холодный чердак и безрулонная кровля. Поперечный разрез

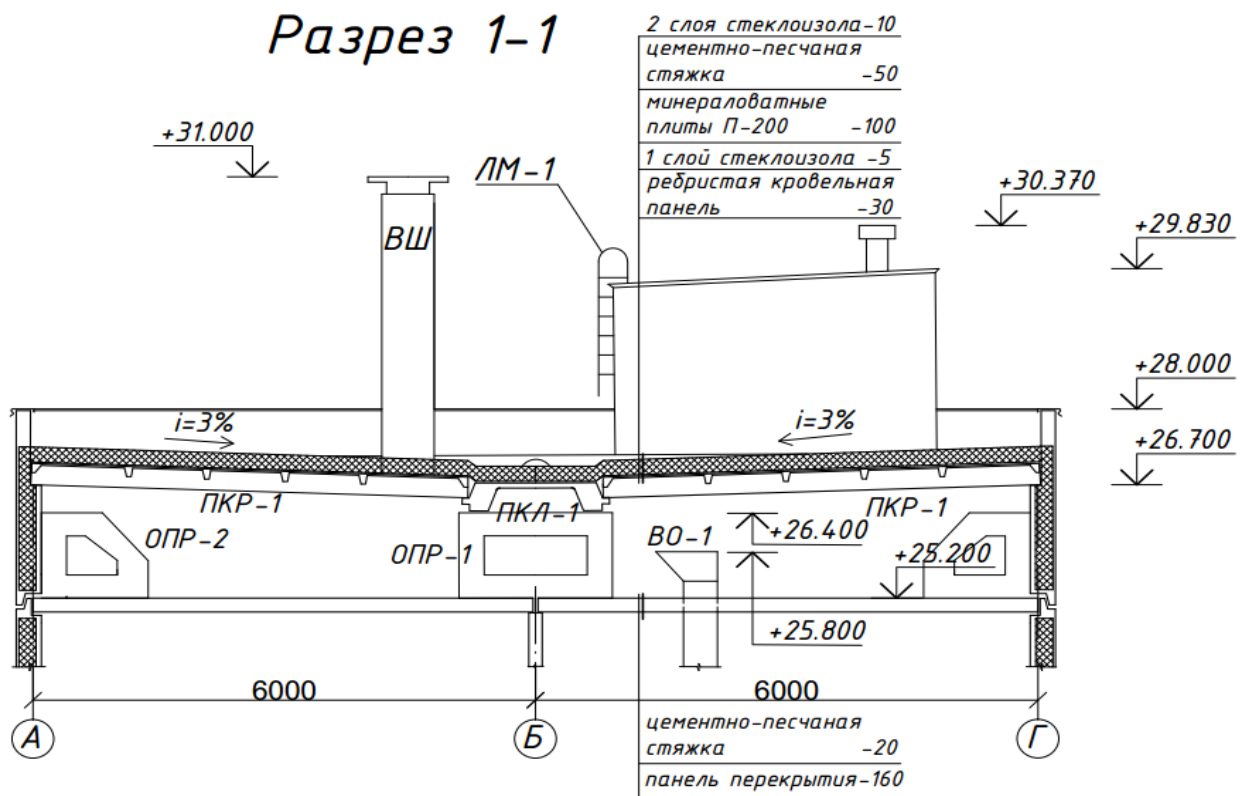


Рис. 2.7. Теплый чердак и рулонная кровля. Поперечный разрез:
 ВО – вентиляционный оголовок; ОПР – опорная рама;
 ПКР и ПКЛ – панель кровельная лотковая; ВШ – общая вытяжная шахта

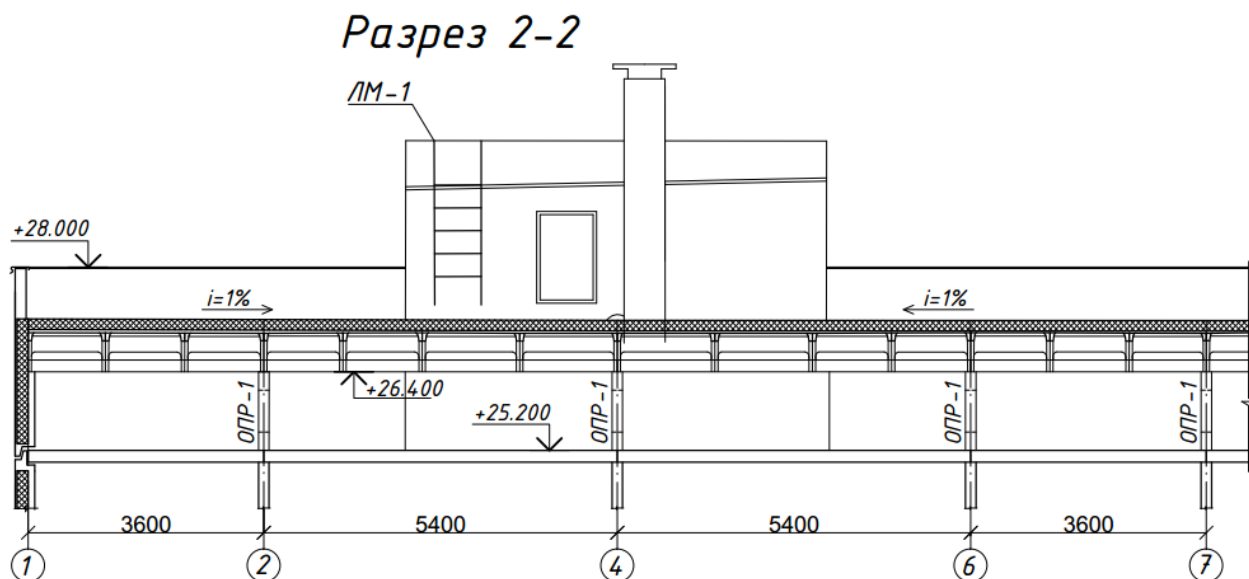


Рис. 2.8. Теплый чердак и рулонная кровля. Продольный разрез

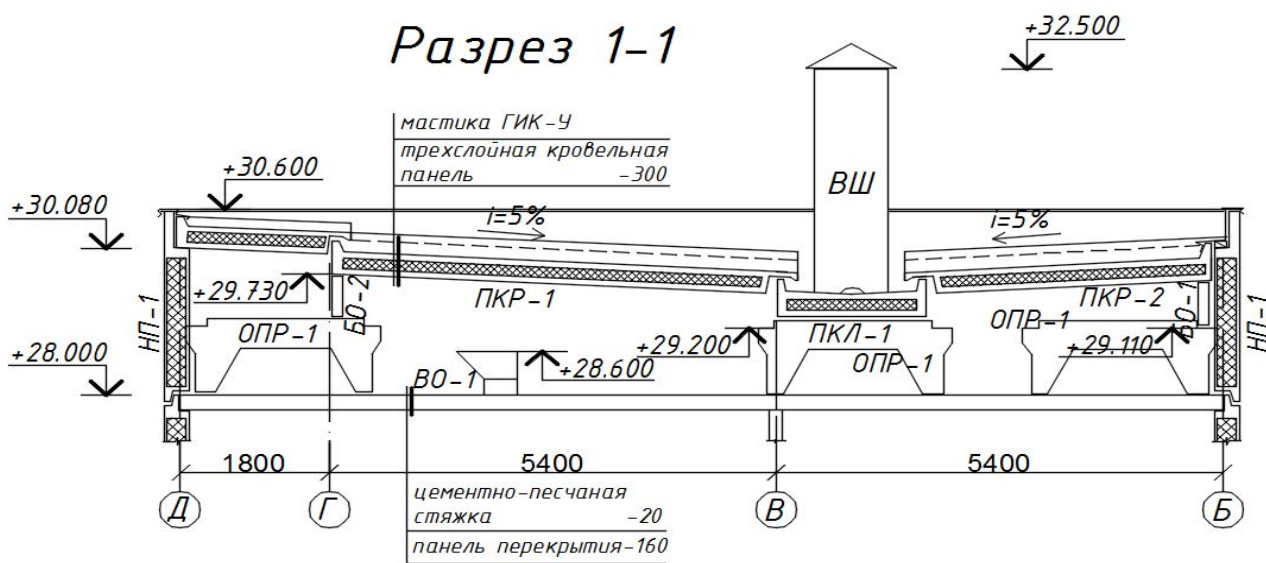


Рис. 2.9. Теплый чердак и безрулонная кровля (поперечный разрез):
 ВО – Вентиляционный оголовок; ОПР – опорная рама; БО – балка опорная;
 НП – наружная фризловая панель; ПКР и ПКЛ – панель кровельная ребристая
 и лотковая; ВШ – общая вытяжная шахта

Разрез 2-2

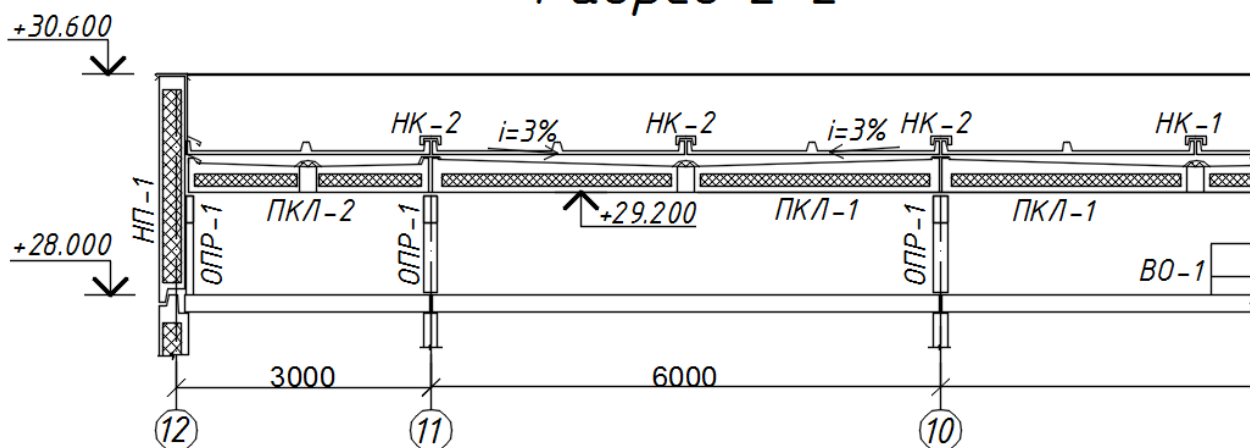


Рис. 2.10. Теплый чердак и безрулонная кровля. Продольный разрез:
НП – наружная фризовая панель; НК – нащельник кровельный; ПКЛ – панель
кровельная лотковая; ВО – вентиляционный оголовок; ОПР – опорная рама

2.4. Фундаменты многоэтажных крупнопанельных жилых зданий

Для многоэтажных крупнопанельных жилых зданий наибольшее применение получили ленточные (сборные и монолитные), плитные и свайные фундаменты [3, 16].

Ленточные фундаменты устраиваются из сборных индустриальных элементов: наружных и внутренних цокольных панелей и типовых фундаментных плит. Применяют сплошную и прерывистую схемы расстановки элементов фундамента. В зависимости от теплового режима подвала (техподполья) наружные цокольные панели могут проектироваться утепленными (трехслойными) (рис. 2.13) или неутепленными (однослойными железобетонными) (рис. 2.11). Толщина наружных цокольных панелей может приниматься на 50 мм меньше, чем этажных. Высота технического подполья принимается не менее 1,6 м, подвала – не менее 1,9 м (рис. 2.12). Высота цоколя определяется из соображений общей композиции здания и принимается не менее 0,45 м. В современных жилых зданиях для обеспечения комфортных условий в помещениях первого этажа высота цоколя принимается не менее 1,05–1,2 м. Во внутренних цокольных панелях предусматриваются проемы для сквозного прохода по подвалу (минимальной высотой 1,2 м) и пропуска инженерных коммуникаций. Для вентиляции холодных технических подполий или подвалов в наружных цокольных панелях предусматриваются продухи площадью не менее 1/400 площади подполья.

Ширину подошвы фундаментов рассчитывают, исходя из расчетного сопротивления грунта. В курсовом проектировании ввиду отсутствия данных о расчетных характеристиках грунта ширина фундаментных плит назначается в зависимости от передаваемых на грунт основания нагрузок:

для конструктивных схем с продольными и поперечными несущими стенами с большим шагом под наружные несущие стены – 2,0–2,4 м, под внутренние несущие стены – 2,4–3,2 м;

конструктивных схем с поперечными и перекрестными несущими стенами с малым шагом под наружные несущие стены – 1,0–1,4 м, под внутренние – 1,2–1,6 м.

Глубина заложения фундаментов определяется в зависимости от конструктивных особенностей здания (наличия подвала или технического подполья), геологических условий (типа и несущей способности грунтов основания) и гидрогеологических условий (уровня грунтовых вод) в заданном районе строительства. При основаниях из пучинистых грунтов глубину заложения фундаментов назначают с учетом нормативной глубины сезонного промерзания грунтов, теплового режима здания и конструктивного решения полов подвала и первого этажа. Для исключения капиллярного поднятия грунтовых вод и просачивания влаги (в случае высокого уровня грунтовых вод) следует предусматривать устройство гидроизоляции: горизонтальной (в уровне сопряжения фундаментной плиты с цокольной панелью и в полах подвала) и вертикальной (от верха фундаментной плиты до отмостки).

Монолитные ленточные фундаменты рекомендуется выполнять в виде отдельных лент или перекрестных лент, имеющих прямоугольное или ступенчатое сечение. Для возведения монолитных ленточных фундаментов рекомендуется применять мелкощитовую опалубку. При сухих связных грунтах ленточные фундаменты рекомендуется возводить методом «стена в грунте» или в вытрамбованных котлованах (без опалубки).

Плитные фундаменты рекомендуется выполнять в виде монолитных железобетонных плоских или ребристых плит. В зданиях стеновой конструктивной системы плитный фундамент рекомендуется устраивать под всем зданием.

При слабых сильносжимаемых водонасыщенных грунтах основания применяются свайные фундаменты, состоящие из ряда (рядов) свай (забивных или набивных), объединенных ростверком (сборным или монолитным) (рис. 2.14; 2.15; 2.16).

В зависимости от передаваемых на грунт нагрузок применяются следующие схемы расстановки свай:

в один ряд – в схемах с перекрестными или поперечными несущими стенами с малым шагом под наружные и внутренние стены; в схемах с продольными несущими стенами под внутренние поперечные стены жесткости; в схемах с поперечными или перекрестными наружными стенами с большим шагом под продольные наружные стены и стены жесткости;

в два ряда или в шахматном порядке – в конструктивных схемах с продольными несущими стенами под наружные и внутренние стены; в схемах с поперечными несущими стенами с большим шагом под внутренние поперечные стены [26].

Свайные фундаменты с однорядным расположением свай рекомендуется выполнять безростверковыми. При этом следует проверять расчетом необходимость усиления стен первого этажа и цокольного перекрытия. Допускается применять сборные ростверки, которые опираются на сваи и грунт (низкий ростверк) или только на сваи (высокий ростверк) (рис. 2.15; 2.16).

Свайные фундаменты с многорядным расположением свай рекомендуется проектировать с низким ростверком из монолитного бетона. При двухрядном расположении свай можно применять сборный ростверк.

Железобетонные сваи могут проектироваться цельными или составными. Сваи цельные с предварительно напряженной продольной арматурой и с поперечной арматурой сечением от 20×20 до 40×40 см, длиной от 3 до 20 м рекомендуются при любых основаниях, для которых возможно применение забивных железобетонных свай. Сваи цельные с предварительно напряженной продольной арматурой без поперечного армирования сплошного сечения 25×25 и 30×30 см, длиной от 5 до 12 м рекомендуются для оснований, сложенных из выдержанных по толщине слоев, сложенных песками средней плотности и супесями. Не рекомендуется применять такие сваи при пучинистых грунтах, а также при погружении свай в грунт с помощью вибрации. Сваи цельные с круглой полостью сечением 25×25 , 30×30 , 40×40 см длиной от 3 до 12 м рекомендуется применять в тех же условиях, что и сваи сплошного сечения без поперечного армирования [26].

Пирамидальные сваи с малыми углами наклона боковых граней (1–4) градуса рекомендуется применять как висячие в однородных по глубине грунтах, а также в случаях, когда свая прорезает слой плотного грунта, а ее нижний конец заглубляется в более слабый грунт [26].

Сваи составные сплошного сечения рекомендуется применять при затруднениях в транспортировании длиномерных свай и при отсутствии копрового оборудования необходимого для погружения свай длиной более 12–14 м [26].

Набивные бетонные сваи рекомендуется применять при необходимости устройства свайных фундаментов, когда нельзя применить забивные сваи по грунтовым условиям или из-за расположенных вблизи существующих построек, а также на площадках со сложными инженерно-геологическими условиями [26].

Набивные сваи устраивают в скважинах, которые пробивают, забивая инвентарные трубы, извлекаемые по мере бетонирования.

Буронабивные сваи с уширением в нижней части или без уширения диаметром ствола 40 см рекомендуются для применения при больших сосредоточенных нагрузках и длине свай 10 м и более. Для призматических забивных свай и пирамидальных с малым уклоном рекомендуются сборные оголовки.

Сваи устанавливаются под всеми углами здания и в местах пересечения стен. Шаг забивных свай назначается от 0,9 до 1,8 м в зависимости от схемы расстановки и размеров сечения свай. Места погружения свай указываются на плане свайного поля. После погружения свай свайное поле выравнивается путем срезки верхних концов.

Свайные фундаменты с однорядным расположением рекомендуется выполнять с применением сборного ростверка со сборным оголовком (рис. 2.14). На верхние бетонные концы свай устанавливаются сборные железобетонные оголовки с отверстием в виде усеченного конуса (глубина заведения свай в оголовок не менее 50 мм). Балки ростверка (высотой 400–500 мм, шириной 300–500 мм, пролетом на конструктивную ячейку) устанавливаются на оголовки и крепятся к ним сваркой закладных деталей (рис. 2.14).

Для защиты оснований и фундаментов от увлажнения атмосферными осадками обязательно устройство по всему периметру здания с наружной стороны водонепроницаемой отмостки шириной не менее 0,5 м с уклоном от здания 2–3 %.

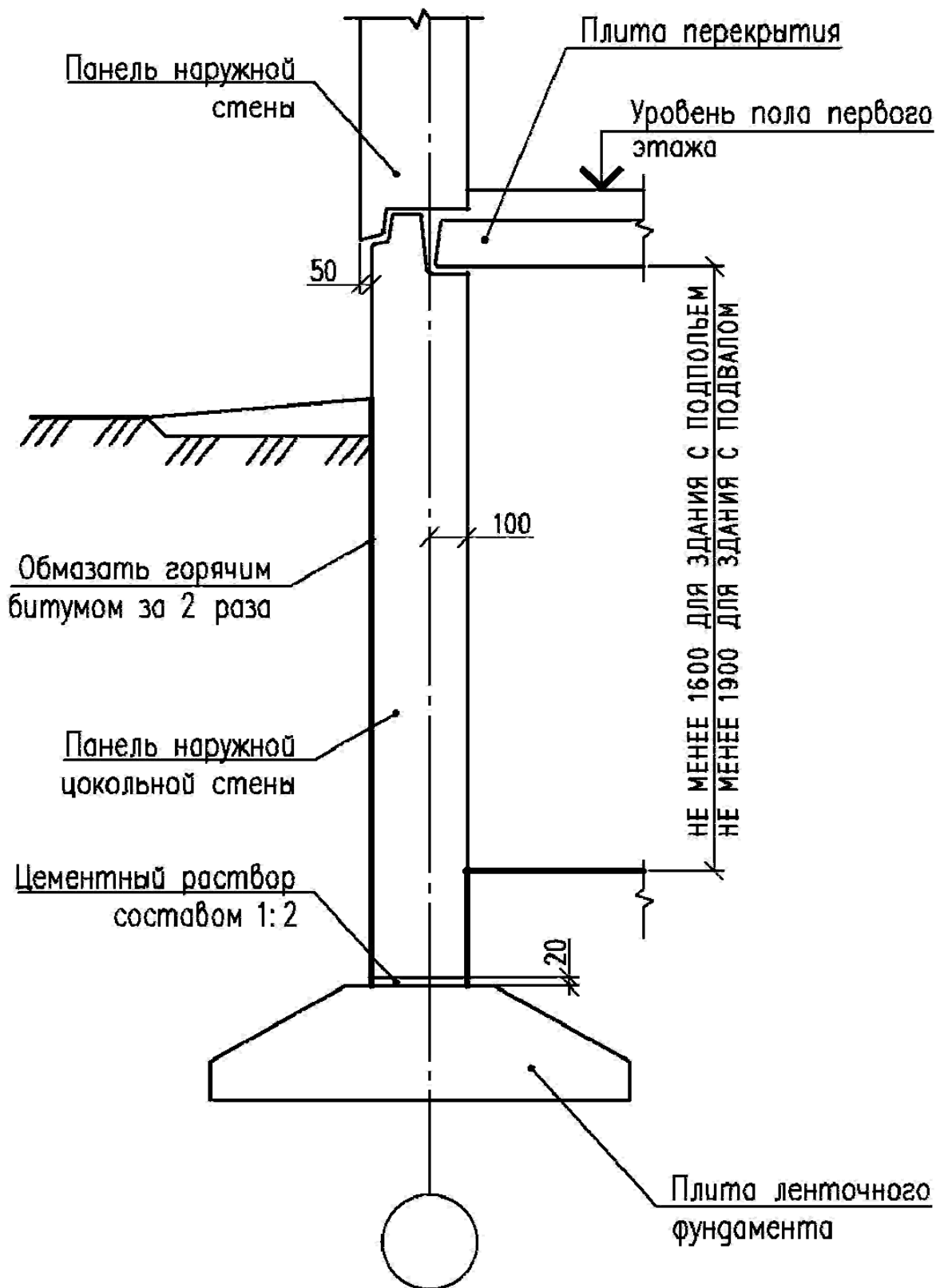


Рис. 2.11. Сборный железобетонный ленточный фундамент под несущую наружную стену

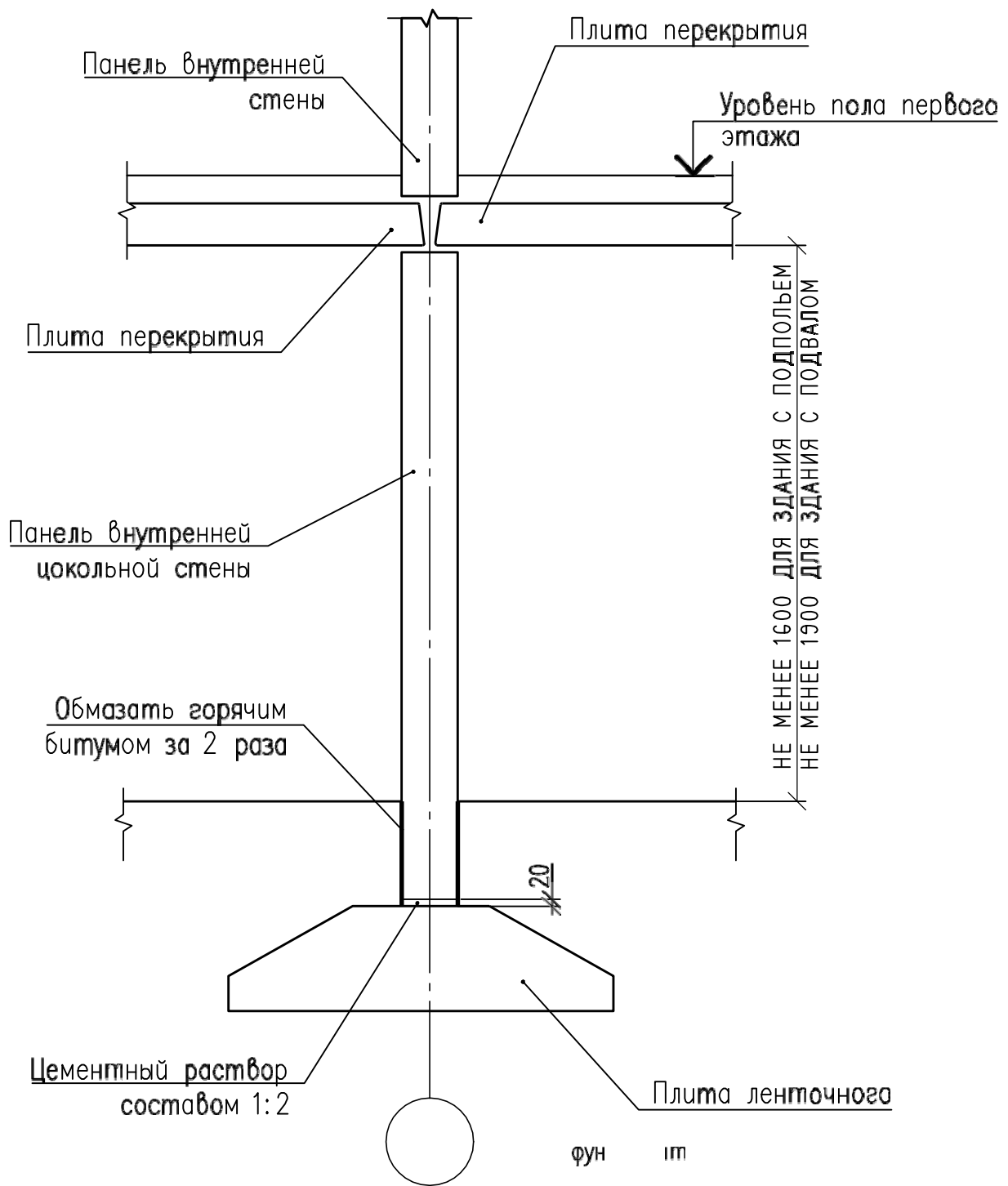


Рис. 2.12. Сборный железобетонный ленточный фундамент под несущую внутреннюю стену

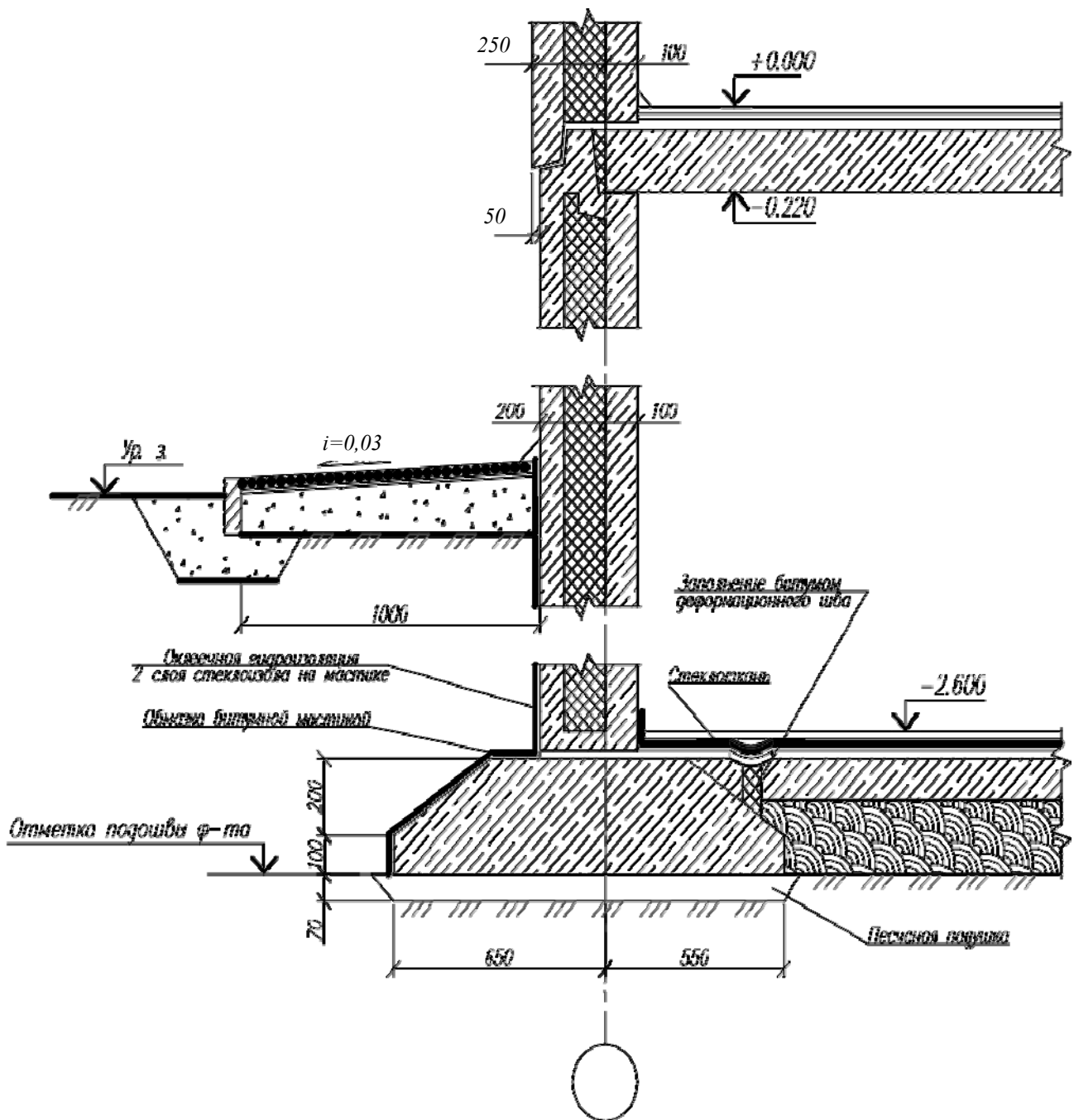


Рис. 2.13. Узел сборного железобетонного ленточного фундамента под трехслойные наружные несущие стены

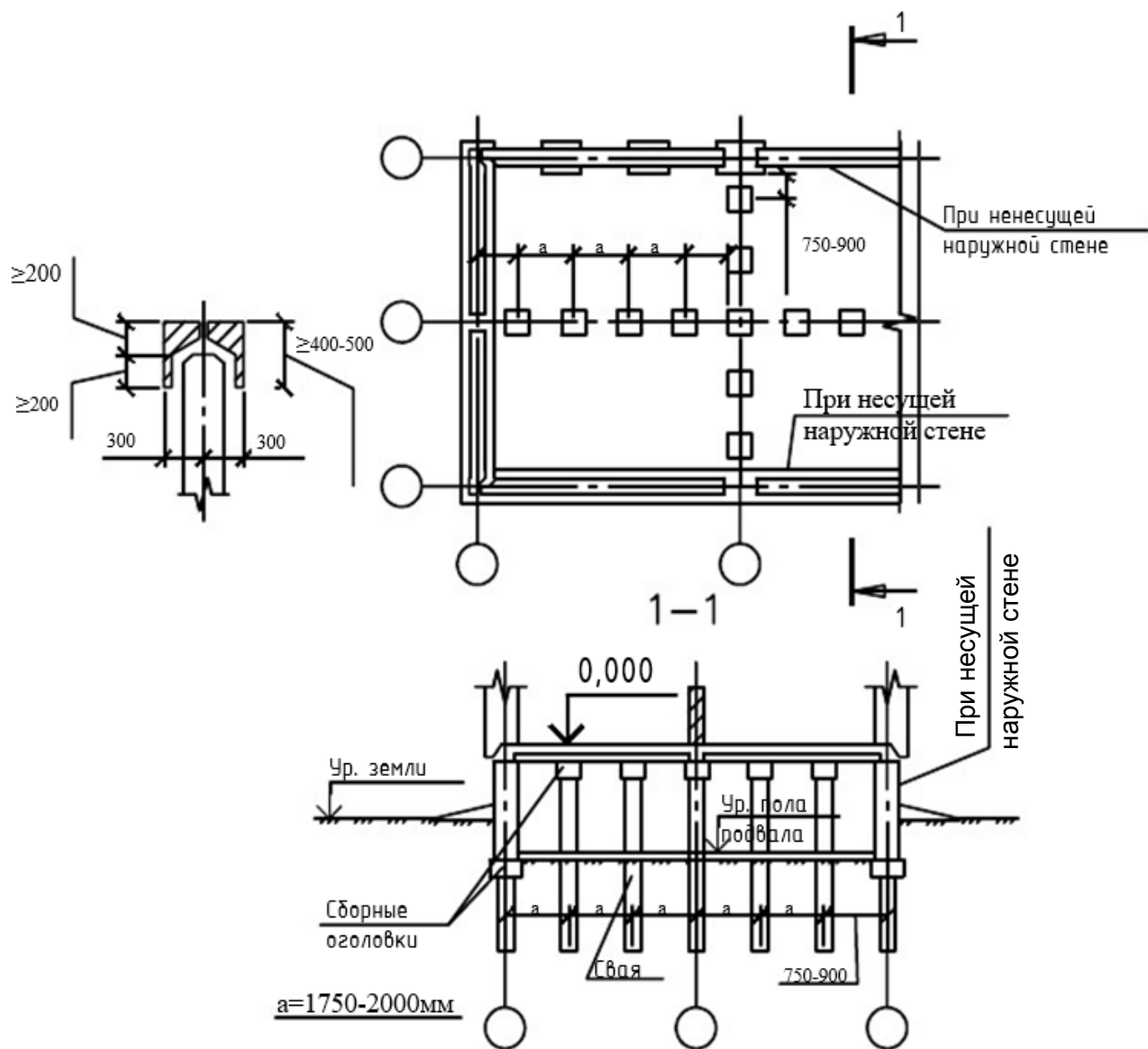


Рис. 2.14. Схема безростверкового свайного фундамента со сборными оголовками

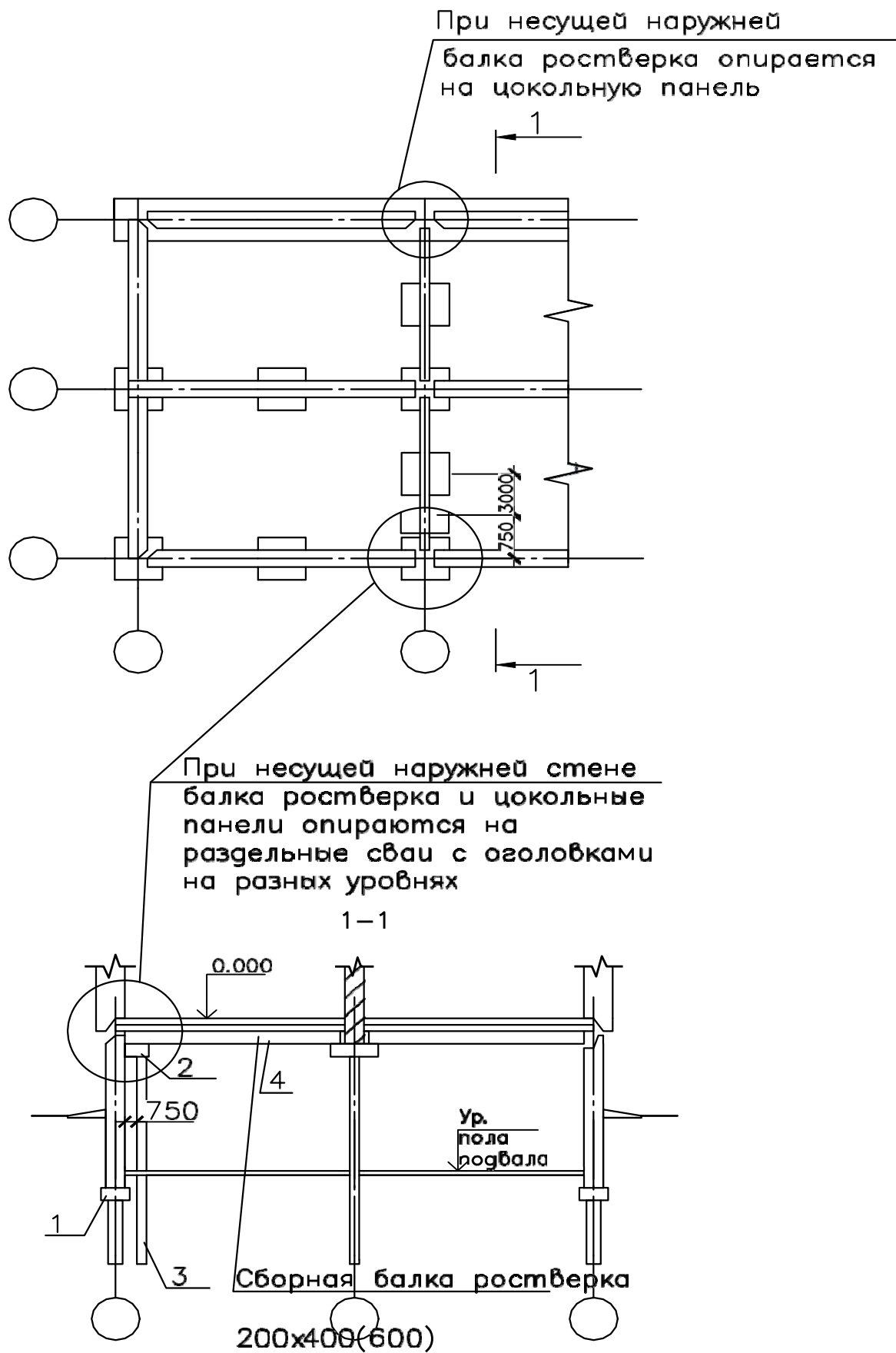


Рис. 2.15. Схема свайного фундамента с высоким сборным ростверком:
1 – монолитный ростверк; 2 – сборный ростверк; 3 – сборная железобетонная свая;
4 – сборная железобетонная балка ростверка

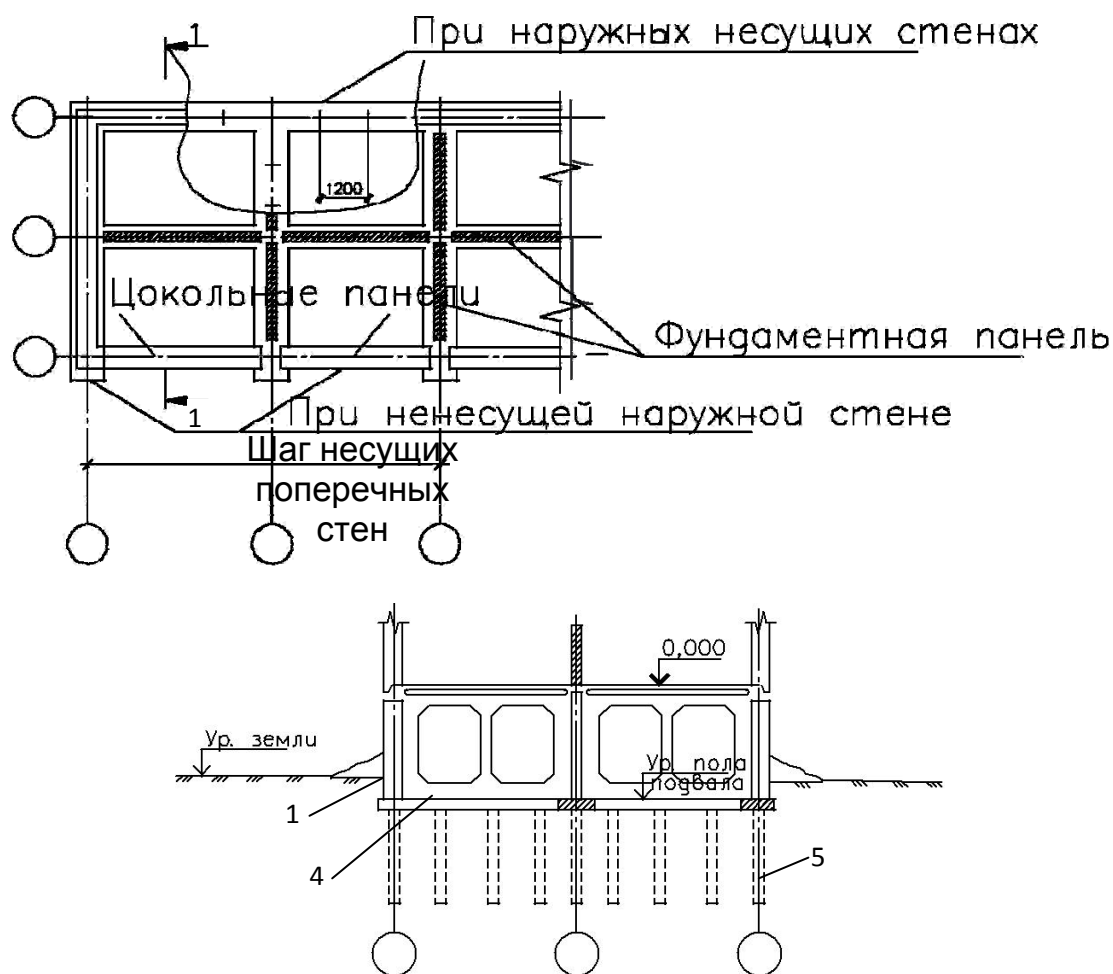


Рис. 2.16. Схема фундаментов с монолитным низким ростверком
 1 – цокольная панель; 2 – плита перекрытия; 3 – фундаментальная панель;
 4 – монолитный ростверк; 5 – свая

2.5. Стыки и связи в крупнопанельных зданиях

Наружные стены панельных зданий воспринимают вертикальные и горизонтальные нагрузки, а также воздействия от неравномерных деформаций оснований, от температурно-влажностных деформаций отдельных панелей и стен в целом.

Горизонтальные стыки несущих и самонесущих стен испытывают от нагрузок и воздействий сжимающие и сдвигающие усилия. Вертикальные стыки – усилия сдвига, сжатия и растяжения.

Горизонтальные стыки наружных панельных стен.

В зависимости от материала стены, ее толщины, водозащитной профилировки и величины воспринимаемых нагрузок применяются следующие типы горизонтальных стыков панелей наружных стен:

- контактный;
- платформенный;
- комбинированный профилированный;
- комбинированный плоский;
- монолитный.

При **горизонтальном контактном** стыке сжимающая нагрузка передается через растворный шов или упругую прокладку между стыкуемыми поверхностями сборных элементов стены (рис. 2.18, а). Контактный стык имеет максимальную несущую способность и его применяют для наиболее нагруженных стен, например, для стен из однослойных панелей.

При **горизонтальном платформенном** стыке усилия от сжимающей вертикальной нагрузки передается через опорные участки плит перекрытий и два горизонтальных растворных шва (рис. 2.18, б). Такой стык применяется для трехслойных стеновых панелей с гибкими связями между наружными бетонными слоями и он имеет профилированное очертание.

Горизонтальный комбинированный стык имеет профилированное или плоское очертание. При **комбинированном стыке с профилированным очертанием** нагрузки от вышестоящих стеновых панелей на нижестоящие передаются через слои цементно-песчаного раствора как на выступы-гребни нижестоящих стеновых панелей, так и через опорные торцевые части элементов перекрытий (рис. 2.18, в). Профилированный комбинированный стык применяют для однослойных стеновых панелей, а также для двухслойных и трехслойных панелей с жесткими связями между бетонными слоями.

В **горизонтальном плоском комбинированном стыке** нагрузка передается через слои цементного раствора во внешней зоне стыка непосредственно с вышестоящей панели на нижестоящую, а во внутренней зоне – через опорные торцы элементов перекрытий (рис. 2.18, г). Плоский комбинированный стык применяют в стенах из однослойных легкобетонных стеновых панелей толщиной более 350 мм, из однослойных панелей из ячеистого бетона и двухслойных стеновых панелей.

В **горизонтальном монолитном стыке** сжимающие усилия с вышестоящих стеновых панелей на нижестоящие передаются через слой монолитного бетона уложенного в полость между торцами плит перекрытий (рис. 2.18, д). Такой стык применяют для всех видов стеновых панелей при строительстве в сейсмоопасных районах, а также при строительстве на просадочных грунтах и подрабатываемых территориях.

Вертикальные стыки наружных панельных стен

В зависимости от характера и величины воспринимаемых усилий (сдвига, растяжения или сжатия) вертикальные стыки между панелями наружных стен и внутренними конструкциями по геометрической форме могут быть **бесшпоночными и шпоночными** (рис. 2.20). Сдвигающие усилия вертикальные стыки воспринимают одним из следующих способов:

бетонными или железобетонными шпонками, образуемыми путем замоноличивания полости стыка бетоном;

бесшпоночными соединениями в виде замоноличенных бетонных арматурных выпусков из панелей;

сваренными между собой закладными деталями, заанкерными в теле панелей; бетонными шпонками и плитами перекрытий.

В практике крупнопанельного домостроения в обычных условиях применяют вертикальные стыки как бесшпоночные плоские, так и профилированные бетонные, и профилированные шпоночные. По конструктивной схеме вертикальные стыки делятся на две группы: упругоподатливые и жесткие монолитные (рис. 2.25).

Обеспечение водо- и воздухопроницаемости и теплоизоляционных свойств панельных стен

В зависимости от системы водозащиты различают следующие виды стыков: закрытые, открытые, дренированные.

При устройстве **закрытого стыка** выполняется герметизация устья стыка синтетическими мастиками, которые наносят по уплотняющей прокладке из гернита или пароизола, уложенного в устье стыка на клею. Для повышения воздухо- и водонепроницаемости стык с внутренней стороны обклеивают водо- и воздухопроницаемой лентой из рубероида или морозостойкой резины, а для обеспечения требуемой теплозащиты во внутреннюю полость стыка укладывают термовкладыш и в качестве бетона замоноличивания используют легкий бетон (рис. 2.17; 2.19).

Дренированный стык отличается от закрытого наличием декомпрессионной полости (местное уширение зазора стыка). Декомпрессионная полость, водоотводящие фартуки и небольшие отверстия в уплотняющих герметиках позволяют отводить наружу воду поэтажно, проникшую в стык через наружное уплотнение (рис. 2.19).

В **открытом стыке** устраивают открытое устье, в которое может попасть вода. В горизонтальных стыках предусматривают гребни с уложенными на них упругими прокладками, а в местах пересечения горизонтальных стыков с вертикальными укладывают водоотводящие фартуки. В вертикальных стыках укладывают водоотбойные экраны из алюминиевой фольги, в специальные вертикальные цилиндрические полости а за водоотбойными экранами размещают декомпрессионную полость для отвода проникшей в стык воды (рис. 2.17; 2.19). Растягивающие усилия в вертикальных бетонных бесшпоночных и шпоночных стыках наружных панельных стен воспринимают стальные поэтажные связи, устраиваемые не менее чем в двух уровнях по высоте этажа. К основным конструктивным типам поэтажных стальных связей относятся:

- сварные;
- болтовые;
- замоноличиваемые связи типа «петля-скоба»;
- замковые самофиксирующие связи;
- железобетонные шпоночные.

Сварные связи устраивают и использованием арматурных выпусков из торцов панелей и стальных закладных деталей. Арматурные выпуски приваривают непосредственно к закладным деталям или с помощью накладок (рис. 2.26).

Для устройства **болтовых связей** панели снабжают закладными деталями имеющими отверстие и стальными накладками (рис. 2.28).

Замоноличиваемые связи типа «петля-скоба» в вертикальных стыках железобетонных панелей стен устраивают с помощью стальных скоб, которые вставляются в арматурные петлевые выпуски в торцах панелей с последующим замоноличиванием стыков (рис. 2.27).

При устройстве **замковых самофиксирующих связей** одни стыкуемые панели снабжают в торцах жесткими консольными закладными деталями в виде разомкнутых колец, а другие панели – вертикальными стальными стержнями (рис. 2.29, 2.30).

Горизонтальные стыки внутренних несущих панельных стен

В горизонтальных стыках внутренних панельных стен от силовых воздействий возникают усилия сжатия и сдвига. По конструкции горизонтальные стыки внутренних панельных стен могут быть:

- контактными (консольный, гнездовой);**
- платформенными;**
- комбинированными;**
- монолитными;**
- зубчатыми.**

При **контактном стыке** вышестоящие стеновые панели опирают непосредственно на нижестоящие, а панели перекрытий опирают на устраиваемые в верхней части стеновых панелей консоли с помощью специальных опорных выпусков – пальцев (рис. 2.24). При устройстве **платформенного стыка** вышестоящие стеновые панели опирают на торцы панелей перекрытий, уложенных на опорные торцы панелей перекрытий (рис. 2.23). В **комбинированном стыке** нагрузка от вышестоящих стеновых панелей на нижестоящие передается частично через непосредственно примыкающие части опорных торцов этих панелей и частично через опорные торцы панелей перекрытий (рис. 2.24). В **монолитном стыке** нагрузка от вышестоящих панелей на нижестоящие передается через бетон замоноличивания и торцы панелей (рис. 2.24).

Вертикальные стыки панелей внутренних стен

Вертикальные стыки панелей внутренних стен могут быть **бесшпоночными** и **шпоночными** бетонными или железобетонными. Для восприятия растягивающих усилий в вертикальных стыках применяют стальные сварные связи, а сжимающие усилия воспринимает бетон. Панели внутренних стен между собой соединяют с помощью сварки стержневых накладок с закладными деталями, а для обеспечения требуемой звукоизоляции вертикальные швы с обеих сторон уплотняют упругими прокладками и зазоры между вертикальными торцами панелей заполняют бетоном или раствором (рис. 2.22).

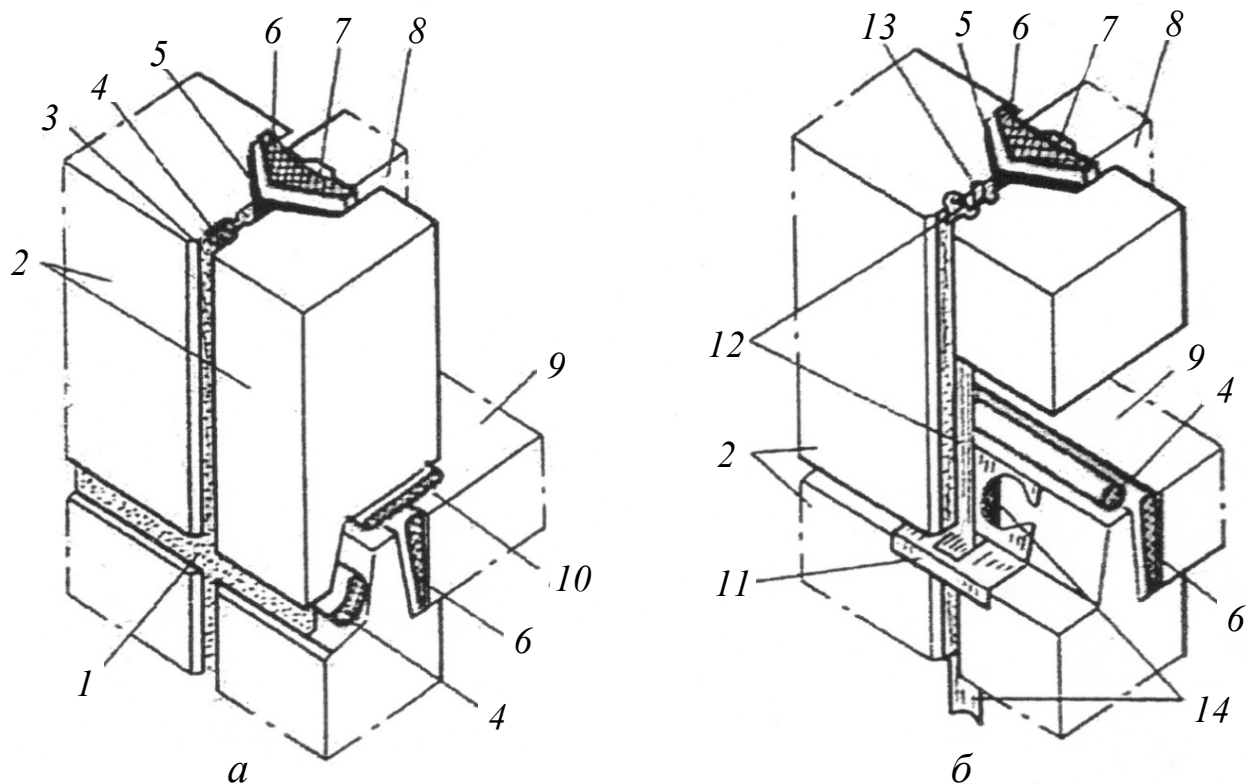


Рис. 2.17. Стыки панельных наружных стен:

а – закрытый; *б* – открытый;

1 – защитное покрытие; *2* – наружные панели; *3* – герметизирующая мастика; *4* – упругая прокладка (пороизол, гернит); *5* – воздухозащитная проклейка; *6* – термовкладыш; *7* – бетон; *8* – панель внутренней стены; *9* – панель перекрытия; *10* – раствор в горизонтальном шве; *11* – оцинкованный водоотводящий фартук; *12* – водоотбойная лента; *13* – декомпрессионный канал; *14* – водоотводящая лента, зажатая фартуком

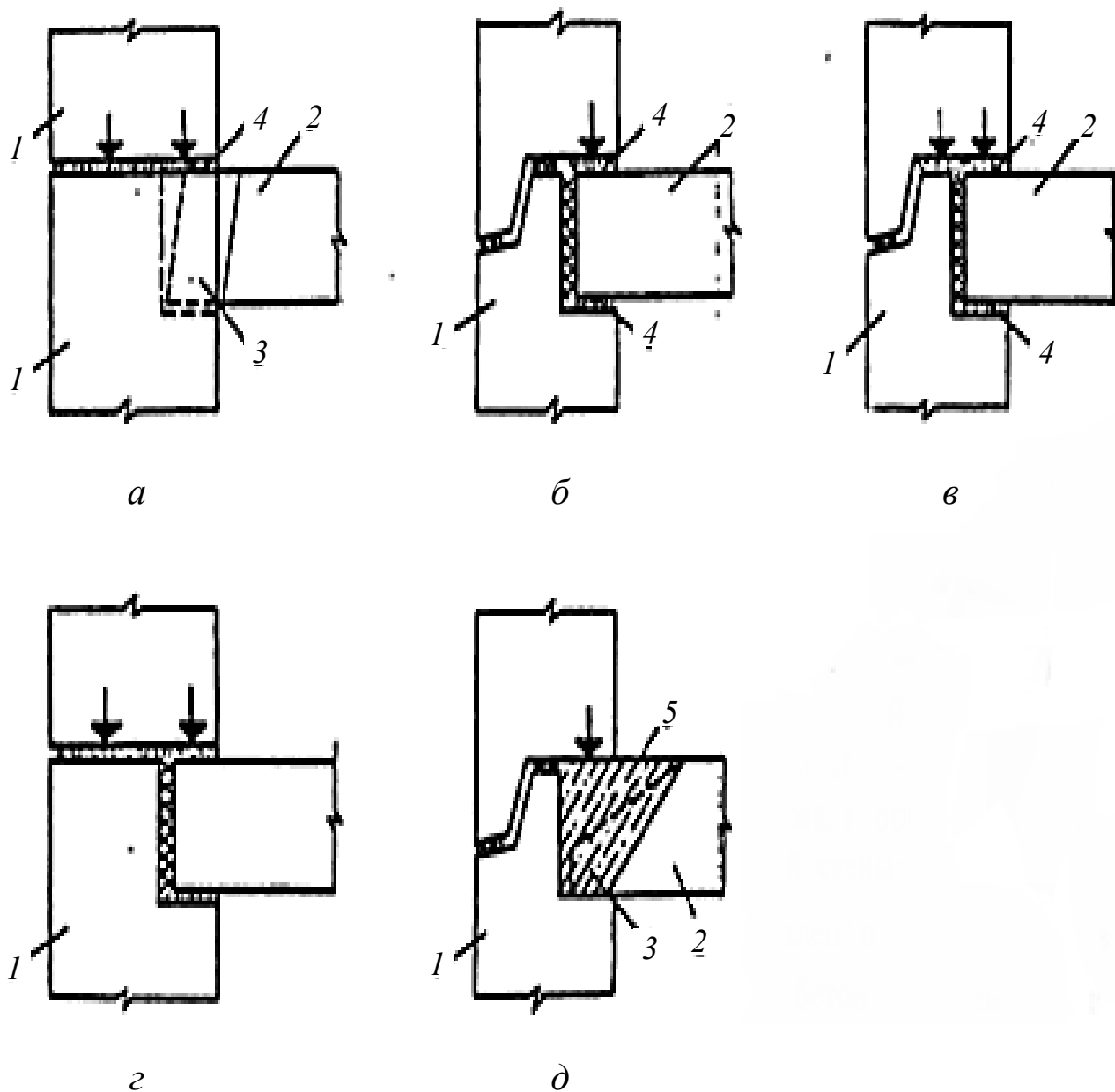


Рис. 2.18. Горизонтальные стыки наружных панельных стен и схемы передачи в них вертикальной нагрузки:
a – контактный ; *б* – платформенный; *в* – комбинированный профилированный;
г – комбинированный плоский; *д* – монолитный;
1 – панель наружной стены; *2* – плита (панель перекрытия);
3 – опорный выступ-палец панели перекрытия; *4* – цементно песчаный раствор;
5 – бетон замоноличивания

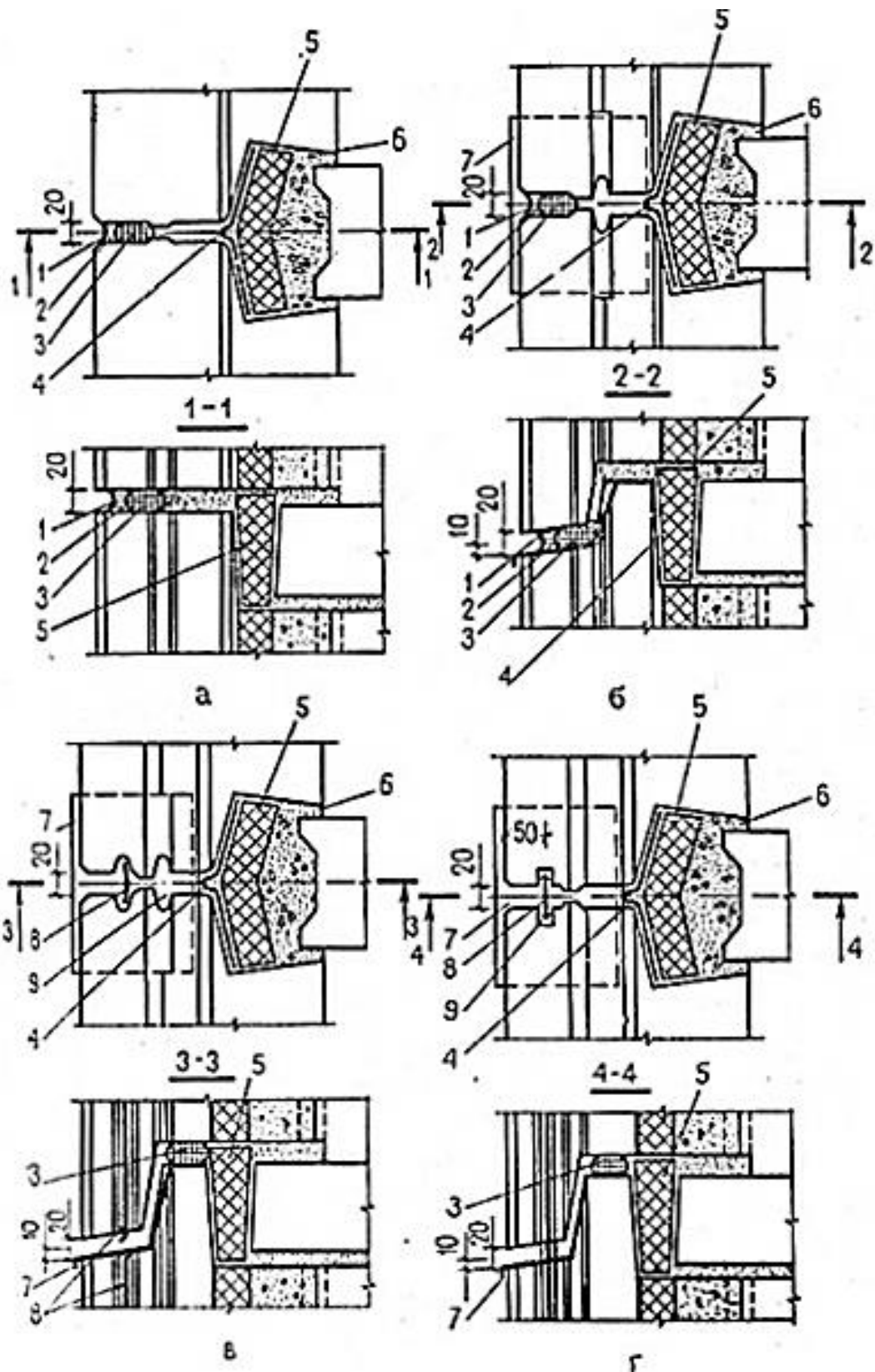


Рис. 2.19. Варианты защиты стыков панельных стен от водо-и воздухопроницания:
а – закрытый; *б* – дренированный; *в*, *г* – варианты открытого стыка;
 1 – защитное покрытие; 2 – герметизирующая мастика; 3 – упругая прокладка;
 4 – наклеенная лента из гидроизоляционного материала; 5 – термовкладыш;
 6 – бетон замоноличивания; 7 – водоотводящий фартук; 8 – водоотбойный экран;
 9 – декомпрессионная полость

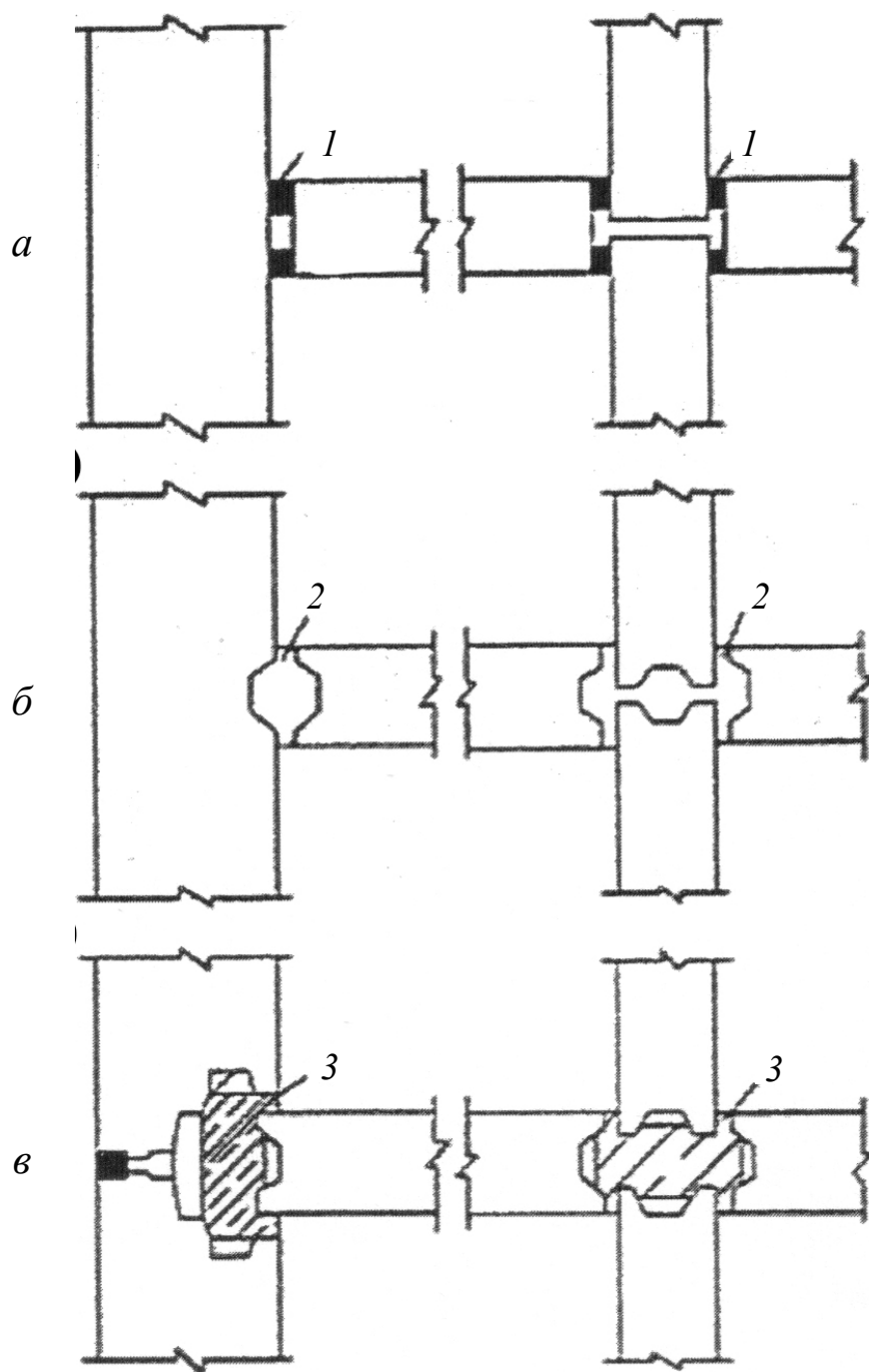


Рис. 2.20. Типы вертикальных стыков панельных стен:
a – плоские; *б* – профилированные бесшпоночные; *в* – профилированные шпоночные;
1 – звукоизоляционная прокладка; *2* – раствор; *3* – бетон замоноличивания стыка

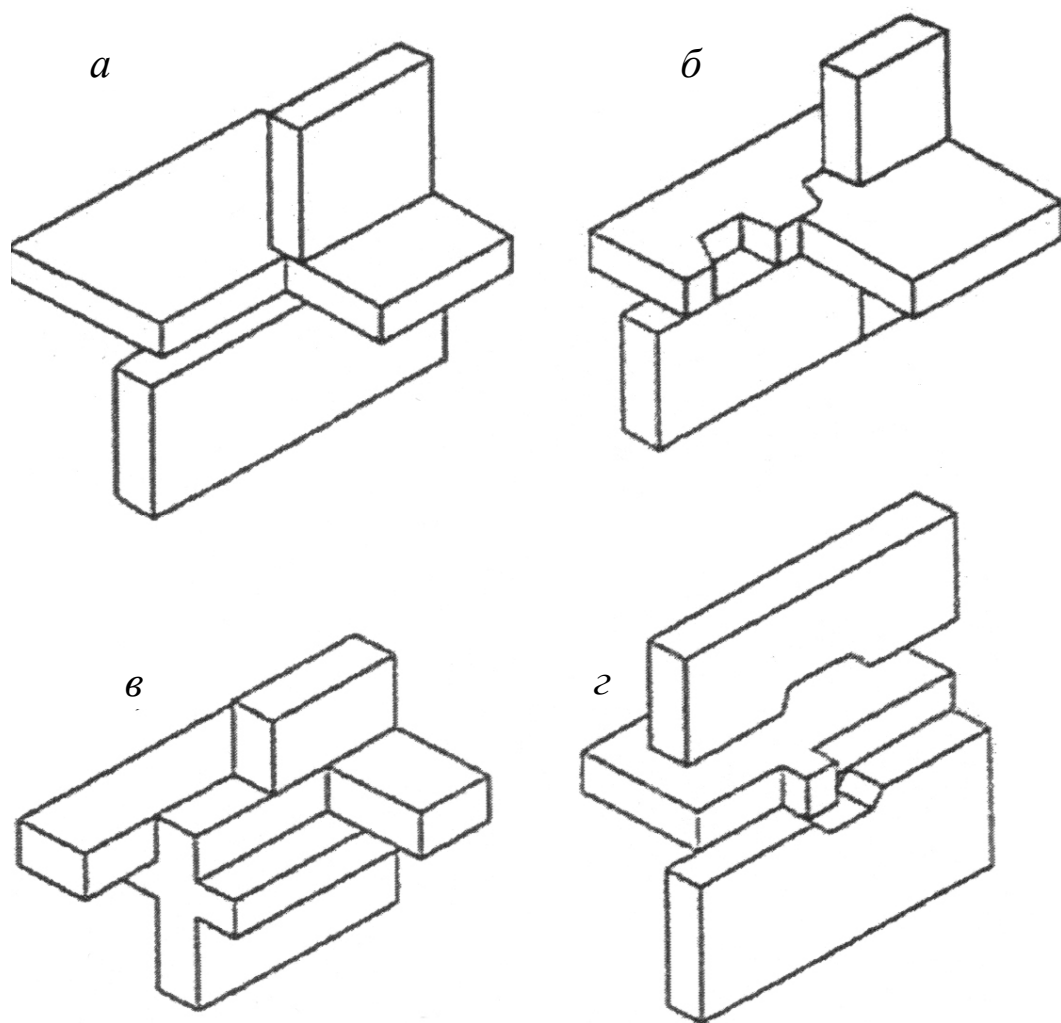


Рис. 2.21. Типы горизонтальных стыков между панелями:
a – платформенный; *б* – зубчатый;
в – контактный на выносных консолях; *г* – контактно-гнездовой

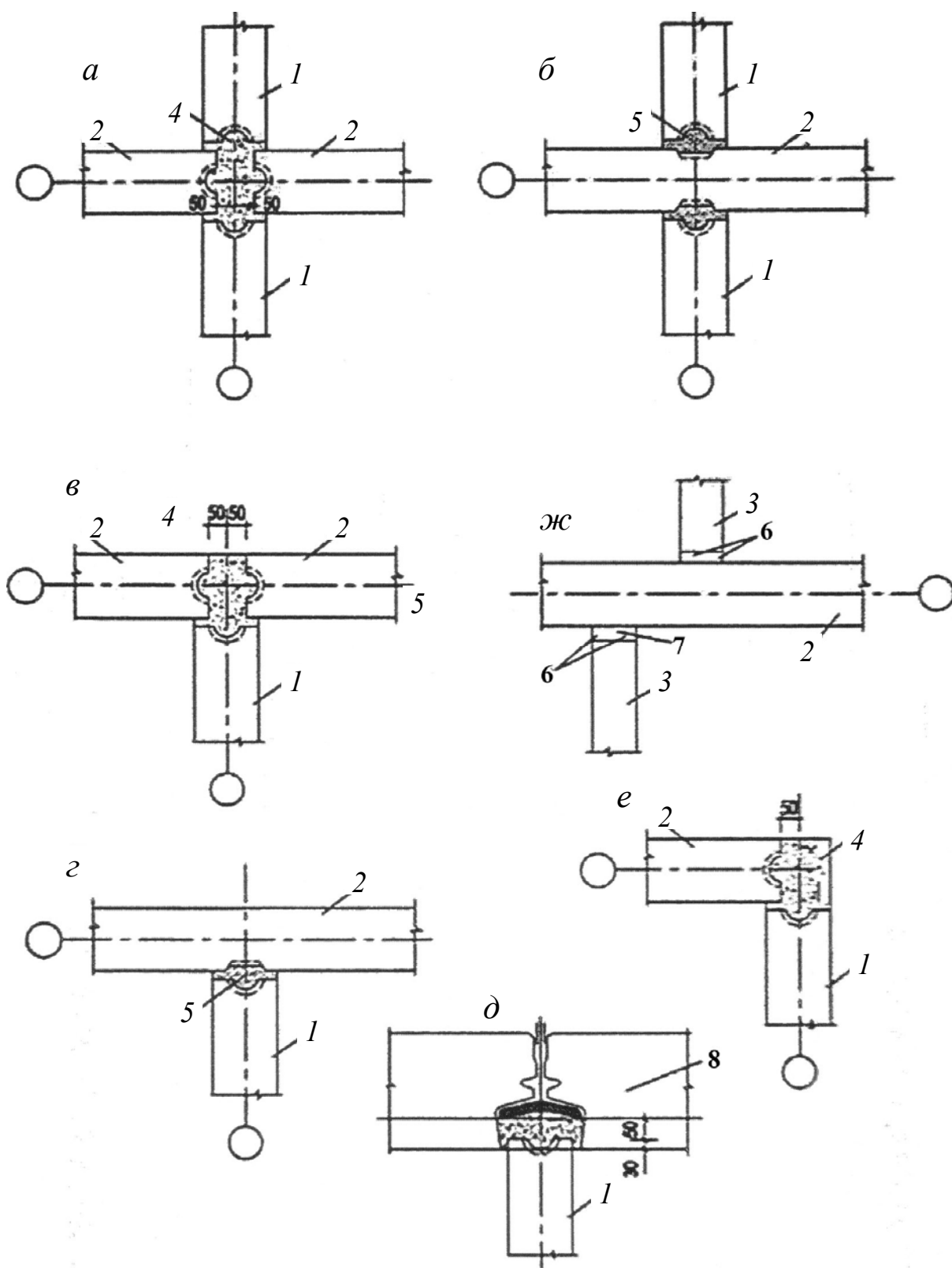


Рис. 2.22. Вертикальные стыки панелей внутренних стен и перегородок:
а-е – стыки несущих панелей между собой и с наружной стеной;
ж – стык ненесущих перегородок со стеновой панелью;
1 и *2* – напели поперечных и продольных внутренних стен;
3 – панель перегородки; *4* – бетон замоноличивания;
5 – шпачные рифления стыковых граней панелей;
б – упругие прокладки; *7* – раствор; *8* – панель наружной стены

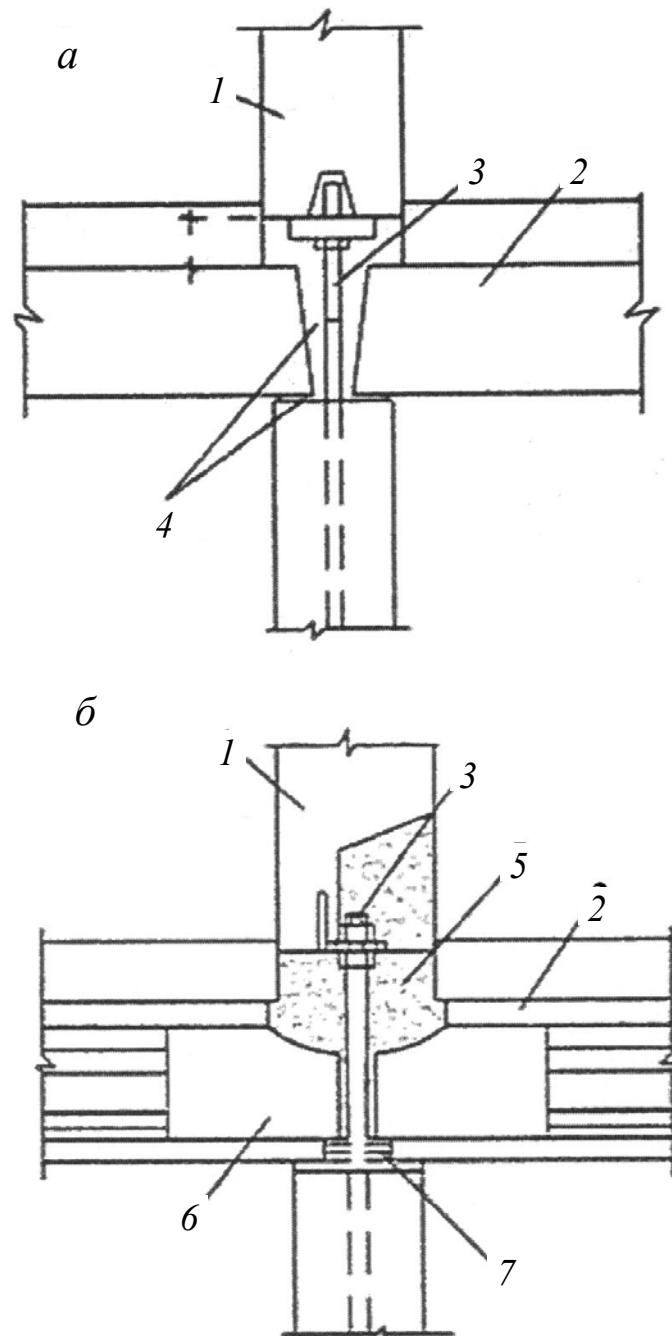


Рис. 2.23. Платформенный стык на фиксаторах:
a – с панелями перекрытия сплошного сечения; *б* – с многопустотными настилами;
 1 – панель стены; 2 – панель перекрытия; 3 – фиксатор;
 4 – цементный раствор (или паста); 5 – бетон замоноличивания;
 6 – бетонные пробки в пустотах панели перекрытия;
 7 – стык арматурных выпусков перекрытия

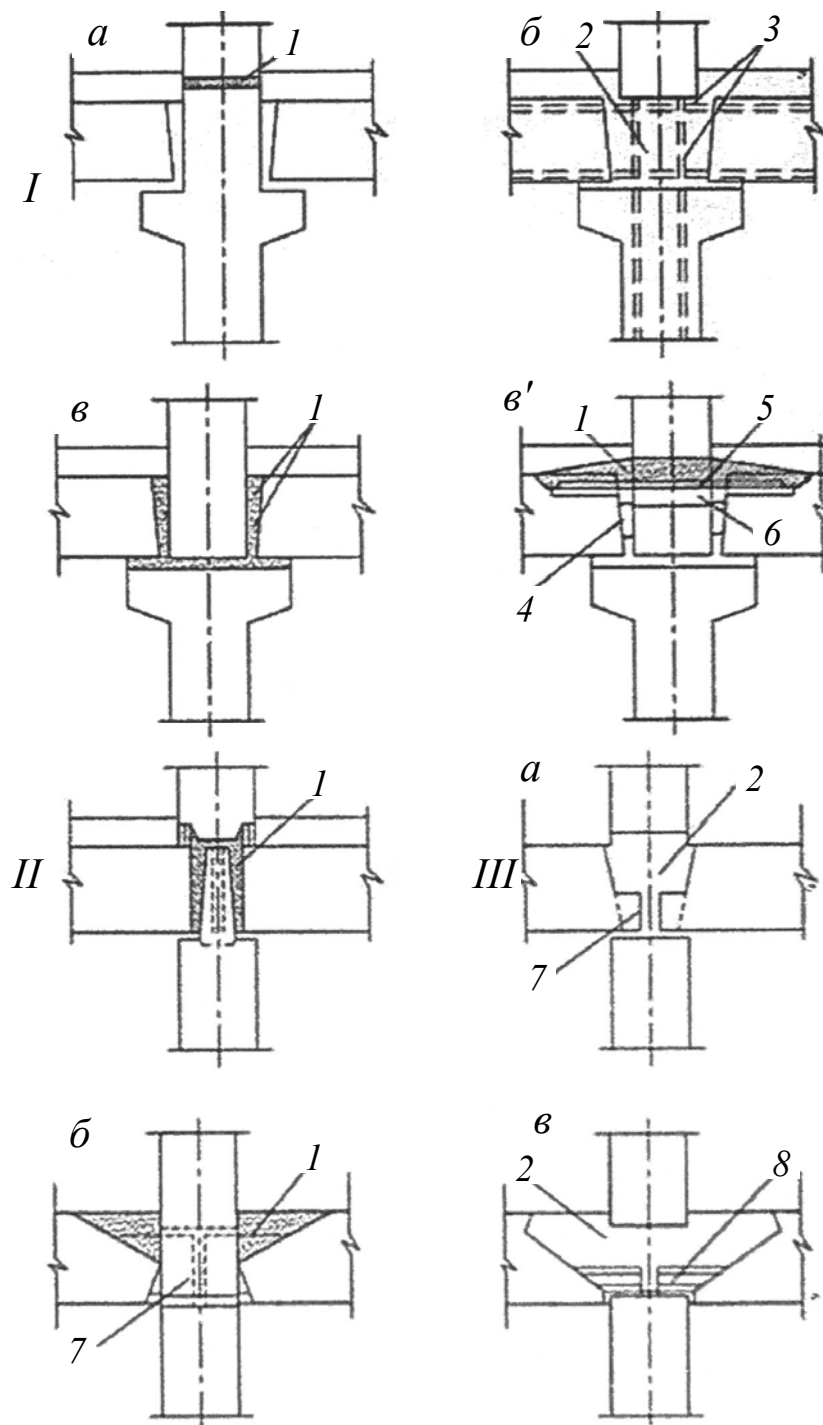


Рис. 2.24. Контактные стыки панелей внутренних стен:

I – с опиранием перекрытий на консоли стен: *а* – горизонтальный стык на растворе расположен выше уровня перекрытий; *б* – стык через монолитное ядро; *в* – стык на растворе в уровне низа перекрытий; *в'* – то же, в зоне связей между перекрытиями через отверстия панели стены;

II – контактно-гнездовой стык;

III – контактные стыки на пальцах (бетонных или стальных): *а* – через монолитное бетонное ядро; *б* – через растворный шов в уровне низа перекрытий; *в* – через монолитное бетонное ядро при опирании панелей перекрытия пальцами из стальных коротышей;

1 – цементный раствор; *2* – монолитный бетон; *3* – арматурные выпуски; *4* – звукоизоляционные прокладки; *5* – стальная накладка; *6* – отверстие в стеновой панели; *7* – железобетонный «палец»; *8* – стальной «палец»

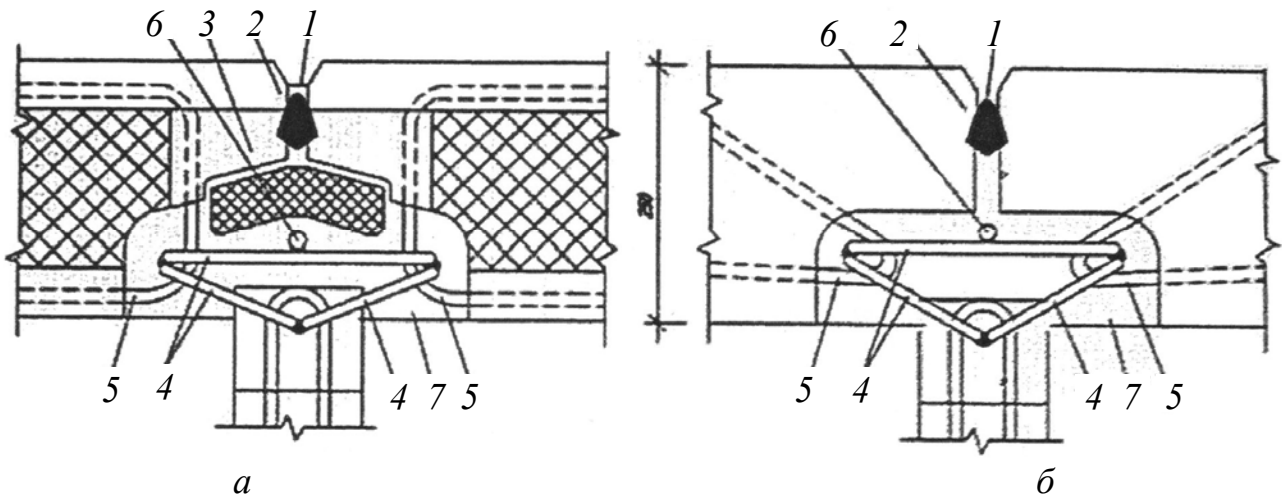


Рис. 2.25. Конструкция вертикальных замоноличенных армированных стыков наружных стеновых панелей:

- а* – трехслойных; *б* – однослойных керамзитобетонных;
 1 – уплотнительная мастика (герметик); 2 – прокладка из герметика или поронзола;
 3 – вкладыш из минераловатных плит, обернутый в полиэтиленовую пленку, или вкладыш из пенопласта; 4 – скобы диаметром 12 мм; 5 – арматурные панели;
 6 – анкер диаметром 12 мм; 7 – тяжелый бетон М150

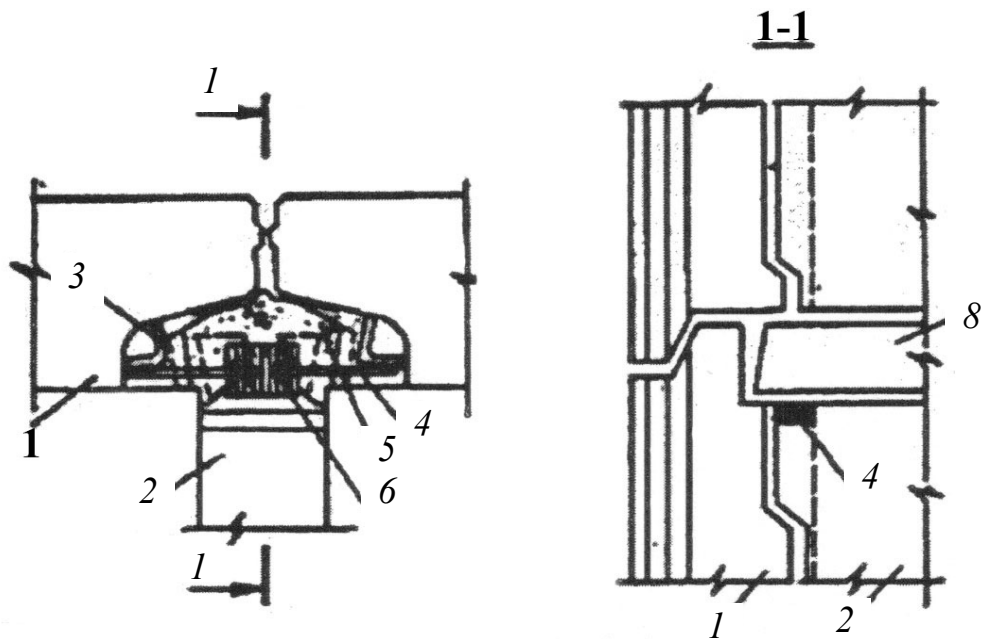


Рис. 2.26. Сварная связь:

- 1 – панель наружной стены; 2 – панель внутренней стены;
 3 – петлевой арматурный выпуск; 4 – стыковая накладка; 5 – бетон замоноличивания;
 6 – стальная закладная деталь; 7 – стальная скоба; 8 – панель перекрытия

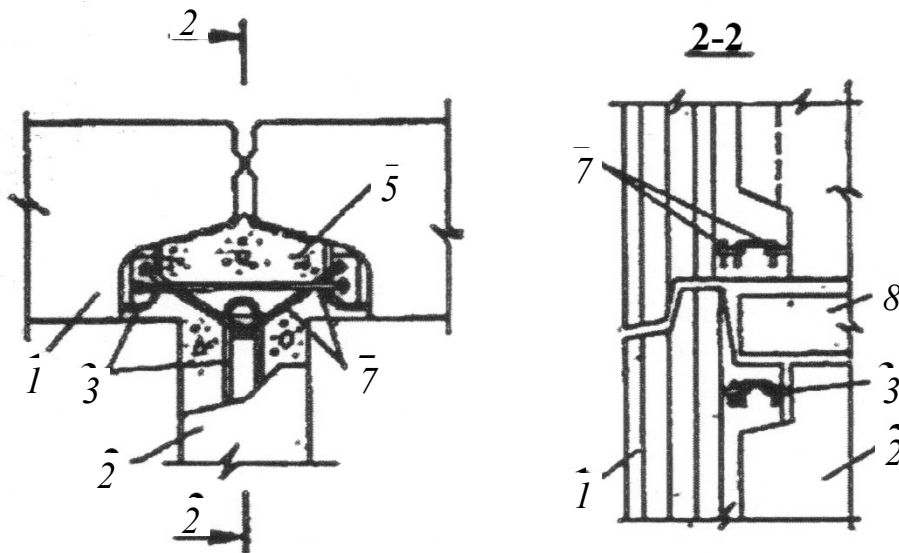


Рис. 2.27. Замоноличиваемая связь типа петля-скоба:

1 – панель наружной стены; 2 – панель внутренней стены; 3 – петлевой арматурный выпуск;
5 – бетон замоноличивания; 7 – стальная накладка; 8 – панель перекрытия

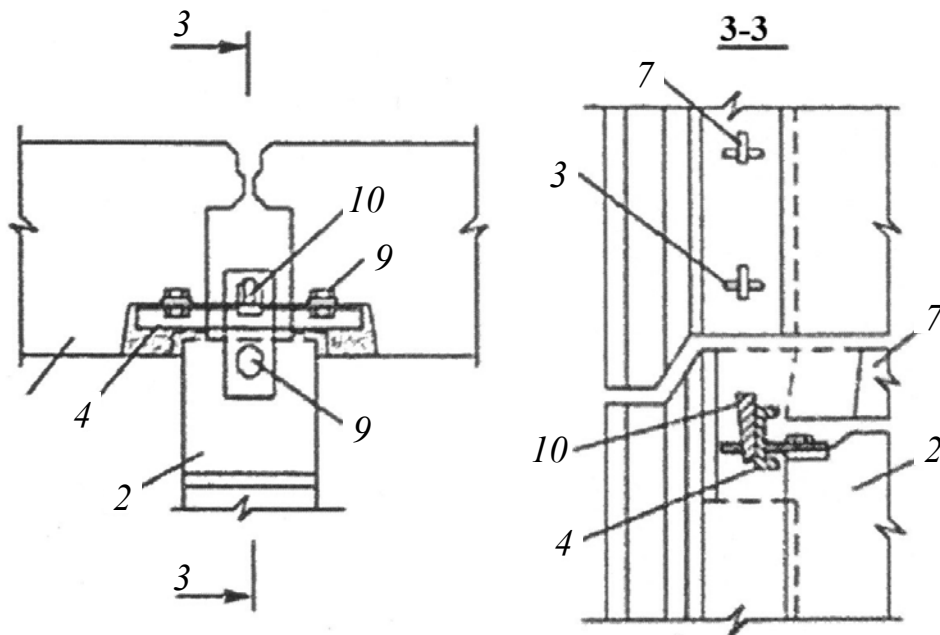


Рис. 2.28. Болтовая связь:

1 – панель наружной стены; 2 – панель внутренней стены;
3 – петлевой арматурный выпуск; 4 – стыковая накладка; 7 – стальная скоба;
8 – панель перекрытия; 9 – болтовая связь; 10 – стальной клин

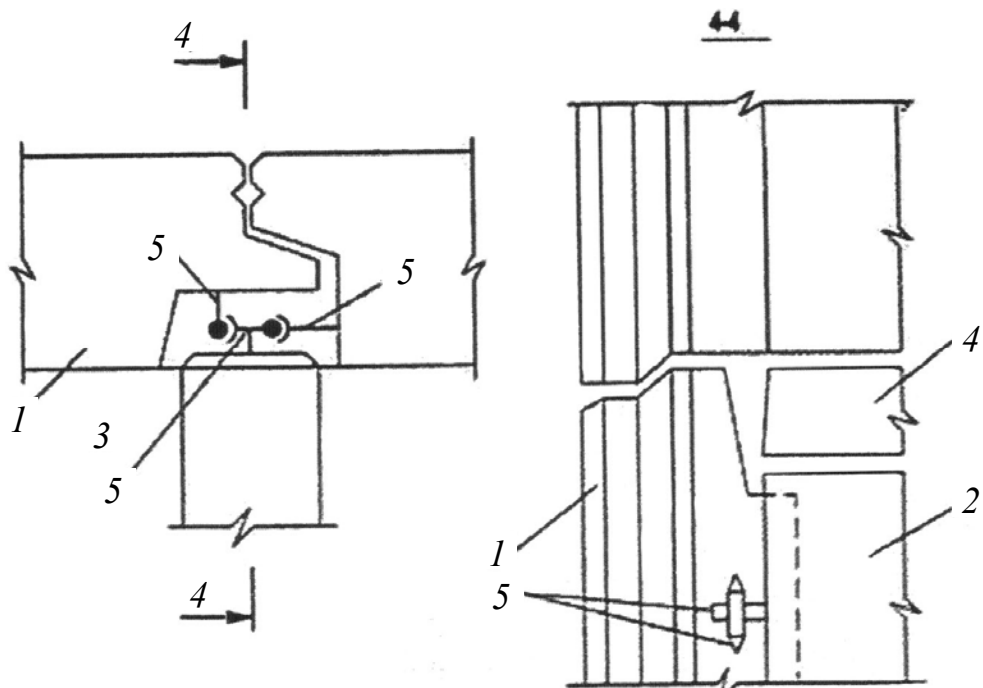


Рис. 2.29. Самофиксирующая связь замкового типа:
 1 – панель наружной стены; 2 – панель внутренней стены; 3 – бетон замоноличивания;
 4 – панель перекрытия; 5 – закладные связи самофиксации

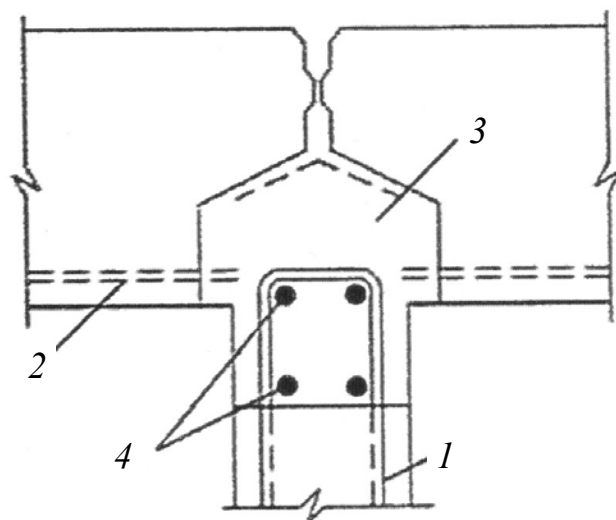


Рис. 2.30. Связь железобетонная замоноличиваемая:
 1 – панель внутренней стены; 2 – петлевой арматурный выпуск;
 3 – бетон замоноличивания; 4 – продольная арматура стыка

3. КАРКАСНЫЕ ЗДАНИЯ

Каркасная конструктивная система состоит из *стержневых* несущих элементов – вертикальных (колонн) и горизонтальных балок (ригелей), объединенных жесткими горизонтальными дисками перекрытий и системой вертикальных связей (рис. 3.1).

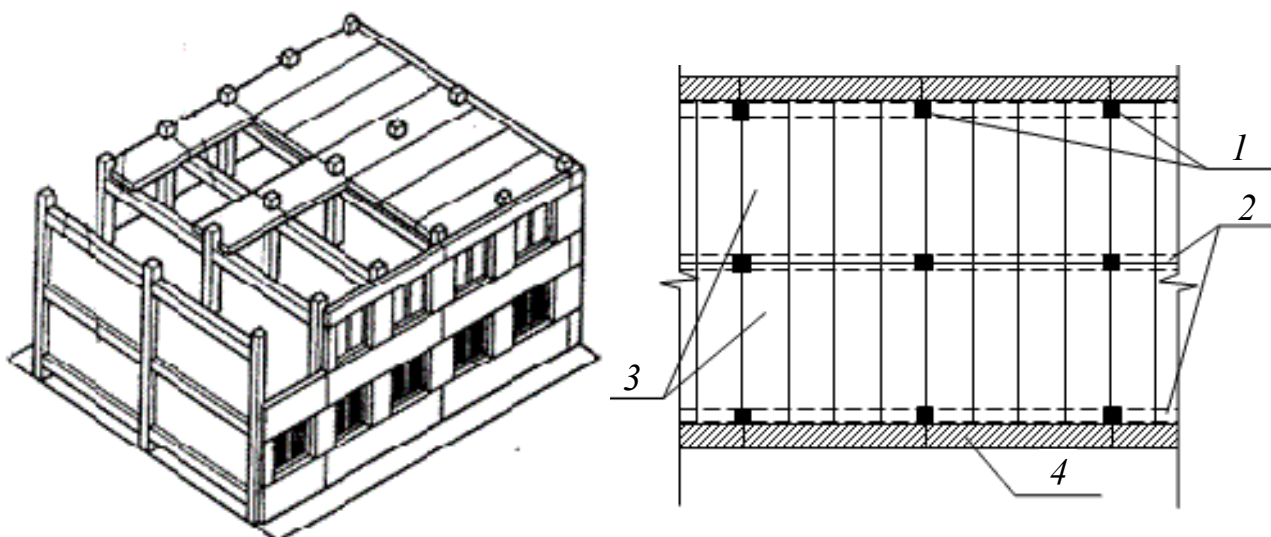


Рис. 3.1. Каркасная конструктивная система:

- 1 – колонны каркаса; 2 – ригели каркаса;
- 3 – сборный настил перекрытия;
- 4 – наружная навесная стеновая панель

Основное преимущество каркасных систем состоит в свободе планировочных решений. Системе присуще четкое разделение на несущие и ограждающие конструкции. Несущий остов (колонны, ригели и диски перекрытий) воспринимает все нагрузки, а наружные стены выполняют роль ограждающих конструкций, воспринимая только собственный вес (самонесущие стены). Это дает возможность применять прочные и жесткие материалы для несущих элементов каркаса и теплозвукоизоляционные материалы – для ограждающих. Использование высокоэффективных материалов позволяет добиться снижения веса здания, что положительно сказывается на его статических свойствах.

3.1. Конструктивные схемы каркасных зданий

По характеру статической работы каркасные конструктивные системы гражданских зданий делятся на рамные, рамно-связевые, связевые системы.

Рамная система (рис. 3.2, а) каркасных зданий обладает большой жесткостью, устойчивостью и создает максимальную свободу планировочных решений. Система обеспечивает надежность в восприятии нагрузок и равномерность деформаций рам, расположенных в здании в продольном и поперечном направлениях. Недостаток (при сборном железобетонном каркасе) – сложность в уни-

фикации узловых соединений из-за разных величин усилий в них по высоте здания. Такое решение железобетонного каркаса, наряду со стальным, применяется в сложных грунтовых условиях и сейсмических районах.

При изготовлении рамного каркаса из сборного железобетона применяется разрезка его несущих элементов на Г-, Т- и Н-образные элементы, позволяющая перенести узловые соединения в наименее напряженные участки – места нулевых изгибающих моментов от вертикальных нагрузок.

Рамно-связевая система (рис. 3.2, б) обеспечивает пространственную жесткость за счет совместной работы поперечных рам, вертикальных диафрагм жесткости и перекрытий, выполняющих функцию жестких горизонтальных дисков. Вертикальные нагрузки передают на каркас как на рамную систему. Горизонтальные нагрузки, действующие перпендикулярно плоскости рам, воспринимают вертикальные диафрагмы жесткости и диски перекрытий, а нагрузки, действующие в плоскости рам, воспринимает рамно-связевой блок, состоящий из вертикальных диафрагм жесткости и рам каркаса.

В результате проведенных теоретических исследований доказано, что рамно-связевая система удовлетворяет условию минимального расхода материала в несущих вертикальных конструкциях при нулевой жесткости поперечных рам, то есть когда система превращается в чисто *связевую*.

Связевая система (рис. 3.2, в) передает все вертикальные нагрузки на стержневые элементы каркаса (колонны и ригели), а горизонтальные усилия воспринимают жесткие вертикальные связевые элементы (стенные диафрагмы и ядра жесткости), объединенные между собой дисками перекрытий. В связевом каркасе ограничена прочность и жесткость стыков ригелей с колоннами. Узлы конструируют податливыми с помощью стальных связей («рыбок»), ограничивающих защемление.

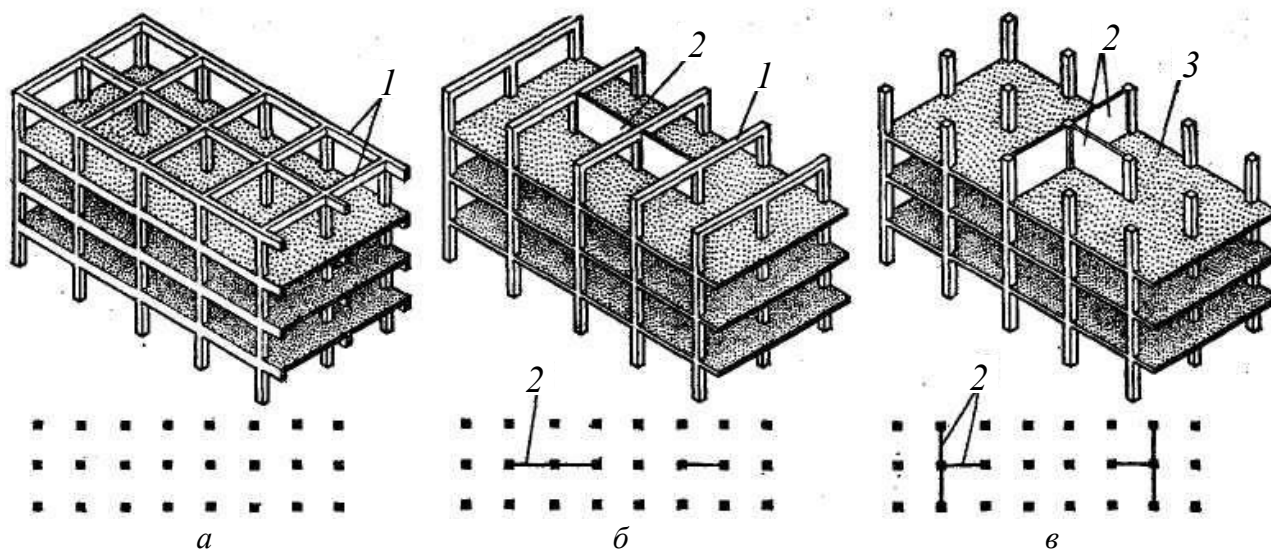


Рис. 3.2. Схемы несущих остовов каркасных зданий:

а – рамная; б – рамно-связевая; в – связевая;

1 – ригели; 2 – вертикальные связи жесткости; 3 – жесткий диск перекрытия

Внедрение связевой системы в производство элементов сборного железобетонного каркаса позволило провести широкую унификацию его основных элементов (колонн и ригелей) и их узловых соединений.

В 1980-х гг. была разработана номенклатура индустриальных железобетонных изделий серии 1.020-1 (серия 1.020-1/87), позволявшая возводить как гражданские, так и промышленные каркасно-панельные здания любой конфигурации и этажности. В состав номенклатуры серии, помимо колонн и ригелей, включены панели перекрытий, диафрагм жесткости и наружных стен.

Из унифицированных элементов могут быть запроектированы каркасы с продольным и поперечным расположением ригелей.

По составу и расположению ригелей в плане здания в каркасных зданиях применяют четыре конструктивные схемы:

I – с поперечным расположением ригелей;

II – продольным расположением ригелей;

III – перекрестным расположением ригелей;

IV – безригельная.

Использование современных массовых типовых конструкций перекрытий определяет размеры основной конструктивно-планировочной сетки осей каркаса 6×6 м (при дополнительной сетке 6×3 м).

При выборе конструктивной схемы каркаса учитывают как экономические, так и архитектурно-планировочные требования:

элементы каркаса (колонны, ригели, диафрагмы жесткости) не должны ограничивать свободу выбора планировочного решения;

ригели каркаса не должны выступать из поверхности потолка в жилых комнатах, а проходить по их границам.

Каркас с поперечным расположением ригелей целесообразен в зданиях с регулярной планировочной структурой (общежития, гостиницы), где шаг поперечных перегородок совмещается с шагом несущих конструкций (рис. 3.3, б).

Каркас с продольным расположением ригелей используют в проектировании жилых домов квартирного типа и массовых общественных зданий сложной планировочной структуры, например, в зданиях школ (рис. 3.3, а).

Каркас с перекрестным расположением ригелей выполняют чаще всего монолитным и используют в многоэтажных промышленных и общественных зданиях (рис. 3.3, в).

Безригельный каркас используют как в многоэтажных промышленных, так и в гражданских зданиях: в связи с отсутствием ригелей эта схема в архитектурно-планировочном отношении наиболее целесообразна. В данном случае ригели отсутствуют, а сборный или монолитный диск перекрытия опирается или на капители (уширения) колонн, или непосредственно на колонны (рис. 3.3, г).

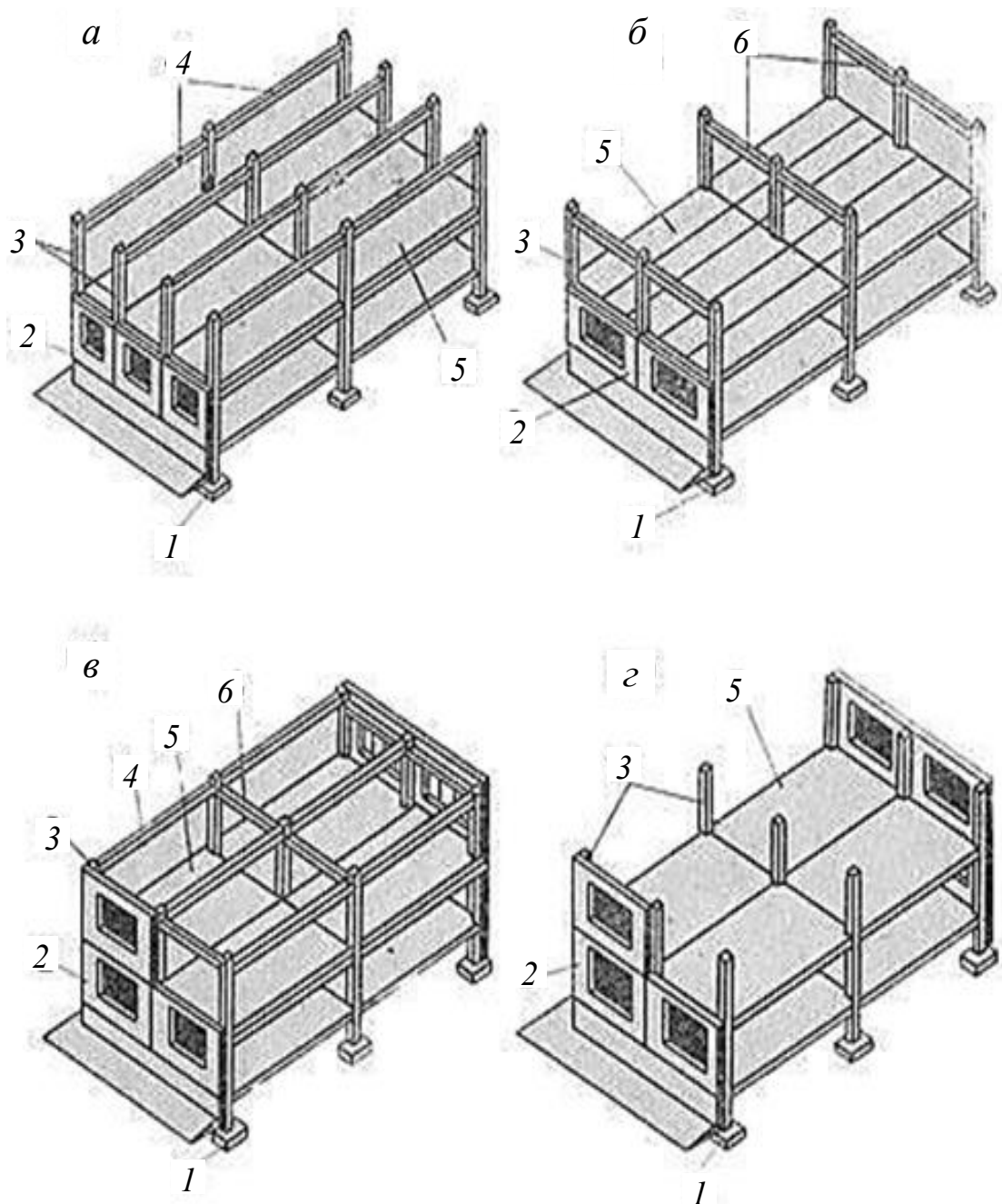


Рис. 3.3. Четыре типа конструктивных каркасных систем:
а – с продольным расположением ригелей; *б* – с поперечным расположением ригелей;
в – с перекрестным расположением ригелей; *г* – с безригельным каркасом;
1 – фундамент; *2* – панели ограждения; *3* – колонны; *4* – продольные ригели;
5 – плиты перекрытия (настил); *6* – поперечные ригели

Каркасы, применяемые в гражданском строительстве, классифицируются по материалам:

железобетонный каркас, выполняемый в сборном, монолитном или сборно-монолитном вариантах (рис. 3.5);

металлический каркас, часто применяемый при строительстве общественных и многоэтажных гражданских зданий, возводимых по индивидуальным проектам (рис. 3.6).

Использование *сборного железобетонного каркаса* (рис. 3.4) имеет свои плюсы: экономичность использования материала (как, например, в монолитном); возможность работать при низких температурах.

Сборный железобетонный каркас составляют три элемента:

- колонны;
- ригели;
- перекрытие.

Эти элементы изготавливаются на производстве, после чего привозятся на строительство и собираются в единую конструкцию.

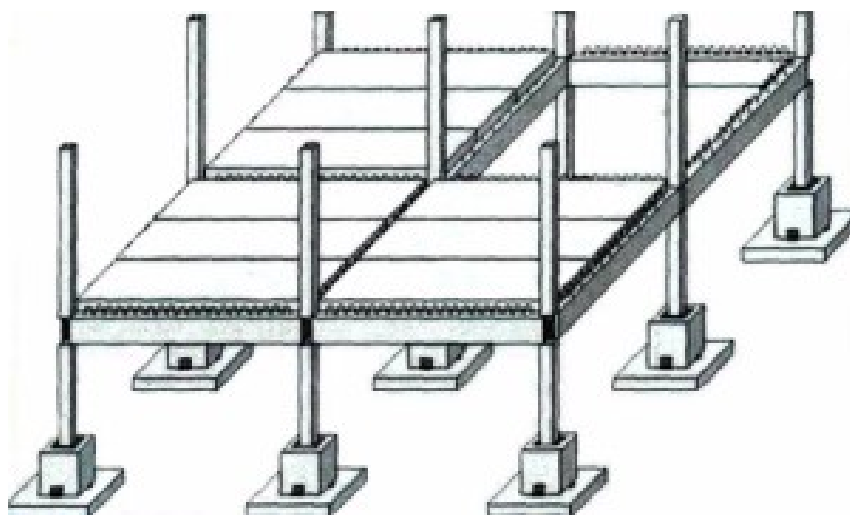


Рис. 3.4. Схема сборного железобетонного каркаса



Рис. 3.5. Железобетонный каркас



Рис. 3.6. Металлический каркас

Монолитные каркасы делают на строительной площадке путем заполнения опалубки конструкции бетонной смесью нужной марки. Преимущества использования:

- нет ограничения по форме, местонахождению элементов в конструкции, сечению колонн;
- прочность (они способны выдержать любую нагрузку и количество этажей);

нагрузки между элементами в железобетонном каркасе рассредоточиваются, что дает возможность экономить используемые материалы (жесткие составляющие часть нагрузки с колонн переносят на балки и перекрытия);

при возведении стен и перегородок используются материалы с высокими теплоизоляционными свойствами.

Сборно-монолитный каркас (рис. 3.7) состоит из сборных или монолитных колонн прямоугольного сечения и сборных многопустотных плит, объединенных в систему монолитными железобетонными несущими и связевыми ригелями. Ригели пропущены во взаимно перпендикулярных направлениях через колонны и жестко связаны с последними в этих узлах. Балконы, эркеры и другие подобные помещения могут быть размещены на консолях перекрытий, выведенных за крайние колонны каркаса. Опирание многопустотных плит на несущие ригели предусмотрено посредством монолитных бетонных шпонок, образуемых в открытых по торцам плит полостях при укладке монолитного бетона ригелей.

Кроме того, по торцам многопустотных плит предусмотрены выпуски их рабочей арматуры, размещаемые в монолитных несущих ригелях. При относительно малой строительной высоте ригелей (22–26 см) они могут перекрывать пролеты длиной до 7,2 м без двойного армирования и предварительного напряжения в построечных условиях. Более того, при расчете плит перекрытий учет распорных усилий, возникающих в случае приложения вертикальной нагрузки, позволяет существенно (до 50 %) сократить расход стали на армирование многопустотных плит. Учет включения в работу на восприятие распора выпусков рабочей арматуры по торцам плит позволяет дополнительно сократить расход стали на армирование связевых ригелей.

Безригельный каркас используют как в многоэтажных промышленных, так и в гражданских зданиях: в связи с отсутствием ригелей эта схема в архитектурно-планировочном отношении наиболее целесообразна. В данном случае ригели отсутствуют, а сборный или монолитный диск перекрытия опирается или на капители (уширения) колонн, или непосредственно на колонны.

Пространственная жесткость каркасных зданий обеспечивается:

совместной работой колонн, связанных между собой ригелями и перекрытиями и образующих геометрически не изменяемую систему;

установкой между колоннами стенок жесткости или стальных вертикальных связей;

сопряжением стен лестничных клеток с конструкциями каркаса;

укладкой в междуэтажных перекрытиях (между колоннами) панелей-распорок.

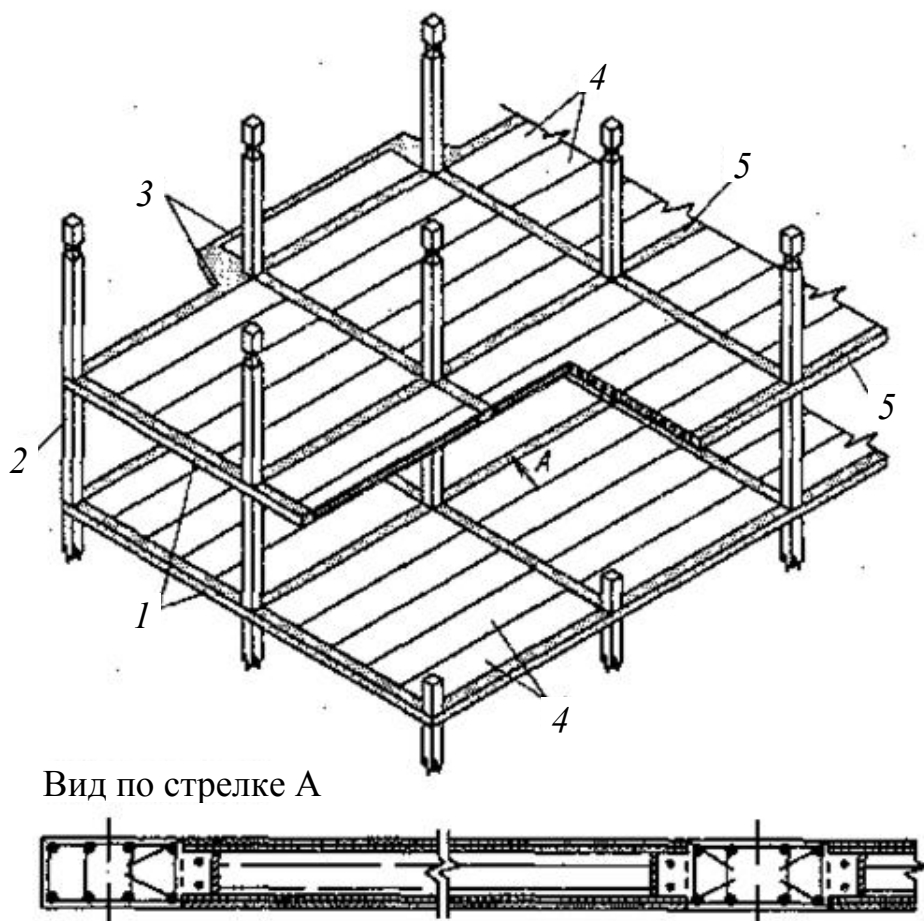


Рис. 3.7. Сборно-монолитный каркас

3.2. Конструктивные элементы сборного ригельного каркаса

Колонны выполняют одно- и двухэтажными, единого сечения 400×400 мм, а их несущая способность меняется с изменением марок бетона и процента армирования переходом от гибкой (стержни) к жесткой (стальные профили) арматуре. В серии предусмотрены колонны рядовые, фасадные и колонны с вылетом консолей до 1,2 или 1,8 м, служащие опорами для плит балконов и лоджий.

Стык колонны располагают на 710 мм выше плиты перекрытия, что упрощает монтаж. При монтаже колонн применяют специальные кондукторы, обеспечивающие соосность. Соединение осуществляется ванной сваркой плоских торцов колонн с последующей инъекцией цементного раствора.

Система позволяет создать многовариантные объемно-планировочные решения за счет применения колонн с консолями больших вылетов (1,2 – 1,8 м) для создания лоджий, консольных ригелей с вылетом до 3,0 м, образующих выступающие объемы. Возможно устройство зальных помещений с пролетами в 18,0 – 24,0 м. Разнообразие архитектурных композиций зданий достигается применением двухрядной (горизонтальной) и вертикальной разрезки, так же различных вариантов защитно-отделочных слоев наружных стеновых панелей.

Ригели – балка таврового сечения для опирания плит перекрытия, что уменьшает его конструктивную высоту. Стык ригеля с колонной выполняется

со скрытой консолью и приваркой к закладным деталям консоли и колонны (с частичным заземлением).

Перекрытия – многопустотные плиты (настилы) высотой 220 мм и пролетом до 9,0 м. Для их устройства могут применяться многопустотные железобетонные плиты с круглыми пустотами толщиной 220 мм и шириной от 0,6 до 2,4 м для пролетов от 2,4 до 7,2–9 м (с интервалом через 0,6 м). Сплошные панели обычно изготавливают размером «на комнату» с опиранием по контуру. Толщина плит – от 120 до 160 мм; ширина – от 2,4 до 4,2 м с интервалом 0,6 м; длина 3,6 м, 4,2 м и от 5,1 до 7,2 м с интервалом через 0,3 м. Плиты настилов различают в соответствии с размещением в плане – рядовые, фасадные, настилы-распорки, сантехнические и доборные. Плиты типа 2Т применяют для пролетов 9 и 12 м.

Элементы перекрытий разделяют на рядовые и связевые (плиты распорки). Связевые плиты перекрытия устанавливают между колоннами в направлении перпендикулярном ригелям, обеспечивая их устойчивость.

Перекрытия испытывают поперечный изгиб от вертикальных нагрузок и изгиб в своей плоскости от горизонтальных (ветровых, динамических) воздействий. Необходимая жесткость горизонтального диска перекрытия, собираемого из сборных железобетонных элементов, достигается установкой связевых плит-распорок между колоннами, сваркой закладных соединительных элементов и устройством шпоночных швов из цементного раствора между отдельными плитами. Полученный жесткий горизонтальный диск, воспринимая все нагрузки, включает в совместную работу вертикальные диафрагмы жесткости.

Стены-диафрагмы жесткости монтируют из бетонных панелей высотой в этаж, толщиной 140 мм и длиной, соответствующей расстоянию между колоннами в пределах, которых они установлены. При шаге колонн 7,2 и 9,0 м стены-диафрагмы проектируют составными из двух-трех панелей с координационными размерами по ширине 1,2, 3,0 и 6,0 м. Они могут быть глухими или с одним дверным проемом. Элементы диафрагм жесткости между собой и элементами каркаса соединяют сваркой закладных деталей не менее чем в двух местах по каждой стороне панели с последующим замоноличиванием. Шаг диафрагм определяется расчетом, но не превышает 36,0 м.

Панели наружных стен могут быть запроектированы самонесущими или ненесущими (навесными) конструкциями. Разрезка стен на панели – двухрядная. В номенклатуру входят поясные простеночные, подкарнизные, парапетные, цокольные панели.

Панели самонесущих стен устанавливают по цементно-песчаному раствору на цокольные или простеночные панели и крепят поверху к закладным деталям колонн. Панели ненесущих стен навешивают на ригели, консоли или опорные металлические столики колонн и закрепляют в плоскости перекрытия.

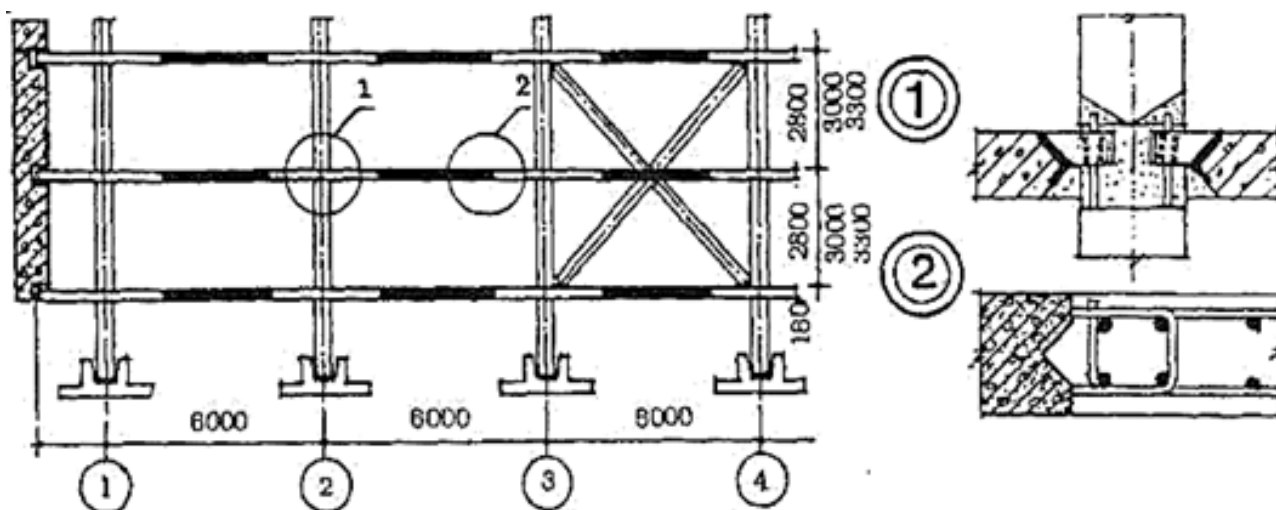
Привязка панелей самонесущих и несущих стен к каркасу единая – с зазором 20 мм между наружной гранью колонны и внутренней гранью панели наружной стены.

Необходимо предусматривать участие несущего слоя наружных стен в общей пространственной работе основных несущих конструкций здания.

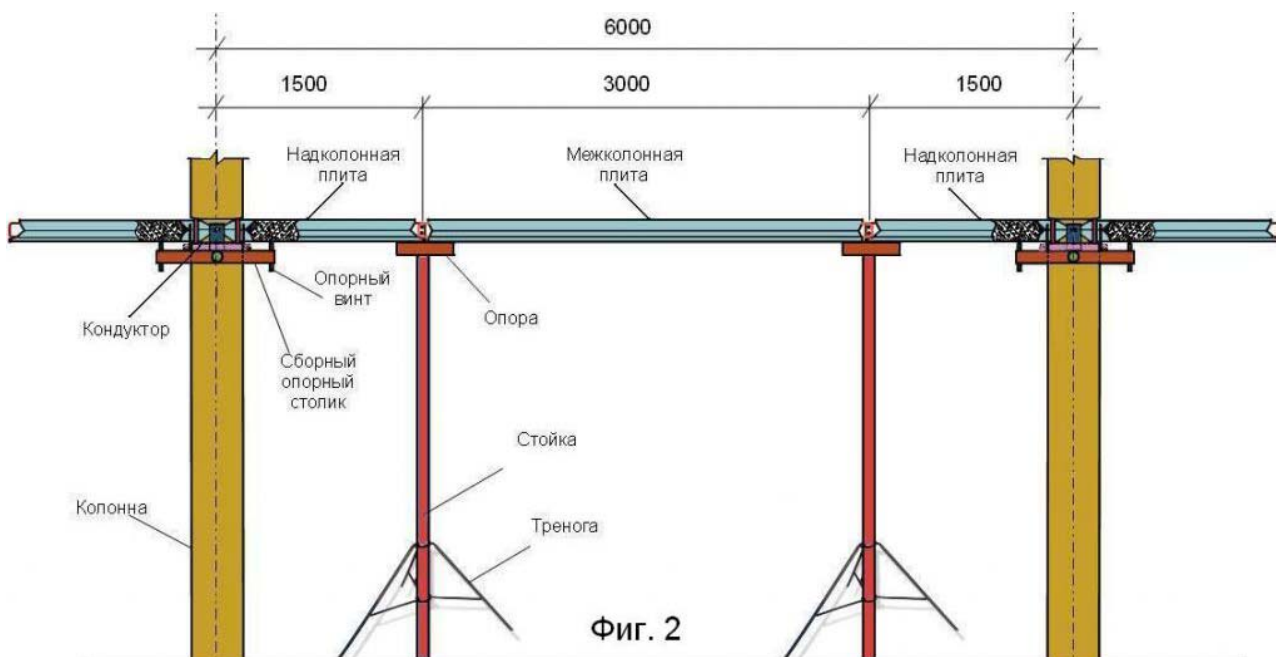
3.3. Конструктивные решения безригельного каркаса

Система безригельного каркаса «КУБ»

Система безригельного каркаса КУБ – сборный бескапитальный каркас, состоящий из колонн квадратного сечения и плоских плит перекрытий (рис. 3.8).



Способ монтажа в системе «КУБ-3V»



Фиг. 2

Рис. 3.8. Система безригельного каркаса (КУБ)

Преимущество системы – отсутствие выступающих элементов в потолочной плоскости и простота монтажа с помощью легких мобильных кранов.

Система обладает архитектурно-планировочными и конструктивными достоинствами. Гладкий потолок дает возможность гибко решать планировку внут-

ренного пространства, создавать трансформируемые помещения. Консольные вылеты перекрытий обеспечивают вариантность пластических решений фасадов.

Безригельный каркас универсален: он с успехом применим как в жилых зданиях, так и общественных (детских садах, школах, торговых предприятиях, спортивных и зрелищных) сооружениях и др.

Сетки колонн 6×3 и 6×6 м при необходимости могут увеличиваться до размеров 6×9 и 9×12 м. Сечение колонн 30×30 см и 40×40 см высотой в один или несколько этажей с максимальной высотой до 15,3 м.

Плиты перекрытия в плане размером $2,8 \times 2,8$ м толщиной от 16 до 20 см в зависимости от расположения подразделяются на надколонные, межколонные и плиты-вставки. Членение перекрытия на сборные элементы сделано с таким расчетом, чтобы стыки плит располагались в зонах с наименьшей величиной (приближаемая к нулю) изгибающих моментов от вертикальных нагрузок.

Последовательность монтажа перекрытия на смонтируемые колонны ведется в следующем порядке: устанавливаются и привариваются к арматуре колонн надколонные плиты, затем межколонные и, наконец, плиты-вставки. Межколонные и плиты-вставки имеют шпонки, позволяющие легко их соединить на сварке. После замоноличивания стыков создается пространственная жесткая конструкция.

Каркас системы «АРКОС»

Типовая серия Б1.020.1-7 («АРКОС-1») многоэтажных зданий различного назначения разработана по заданию Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь на основе собственных технических решений и исследований БелНИИС, а также анализа результатов обширных исследований НИИЖБ, ЦНИИСК, МИСИ, ЦНИИЭП жилища и др. (рис. 3.9).

В конструктивной системе зданий разделены функции несущих и ограждающих конструкций. Основой системы «АРКОС-1» является сборно-монолитный каркас с плоскими дисками перекрытий, образованными многопустотными плитами. Ограждающие конструкции выполняют в виде наружных стен и поэтажно опертых перегородок, размещаемых в любом месте диска перекрытия, а наружные стены, как правило, – в виде кладки из различных штучных изделий (ячеистого бетона, керамики), поэтажно опертыми на диски перекрытий. Они могут быть однослойными и многослойными. Наружные стены могут быть выполнены навесными на каркас, – как правило, из панелей полосовой разрезки.

Габаритные схемы компонуются на следующих условиях:

оси колонн, ригелей и панелей диафрагм жесткости совмещены с модульными осями здания;

шаг колонн в направлении пролета плит перекрытий равен 3,0; 6,0; 7,2; 9,0 и 12,0 м;

шаг колонн в направлении пролета ригелей соответствует 3,0; 6,0; 7,2 и 9,0 м;

высота этажей в соответствии с назначением и укрупненным модулем 3М составляет 3,3; 3,6; 4,2; 6,0 и 7,2 м.

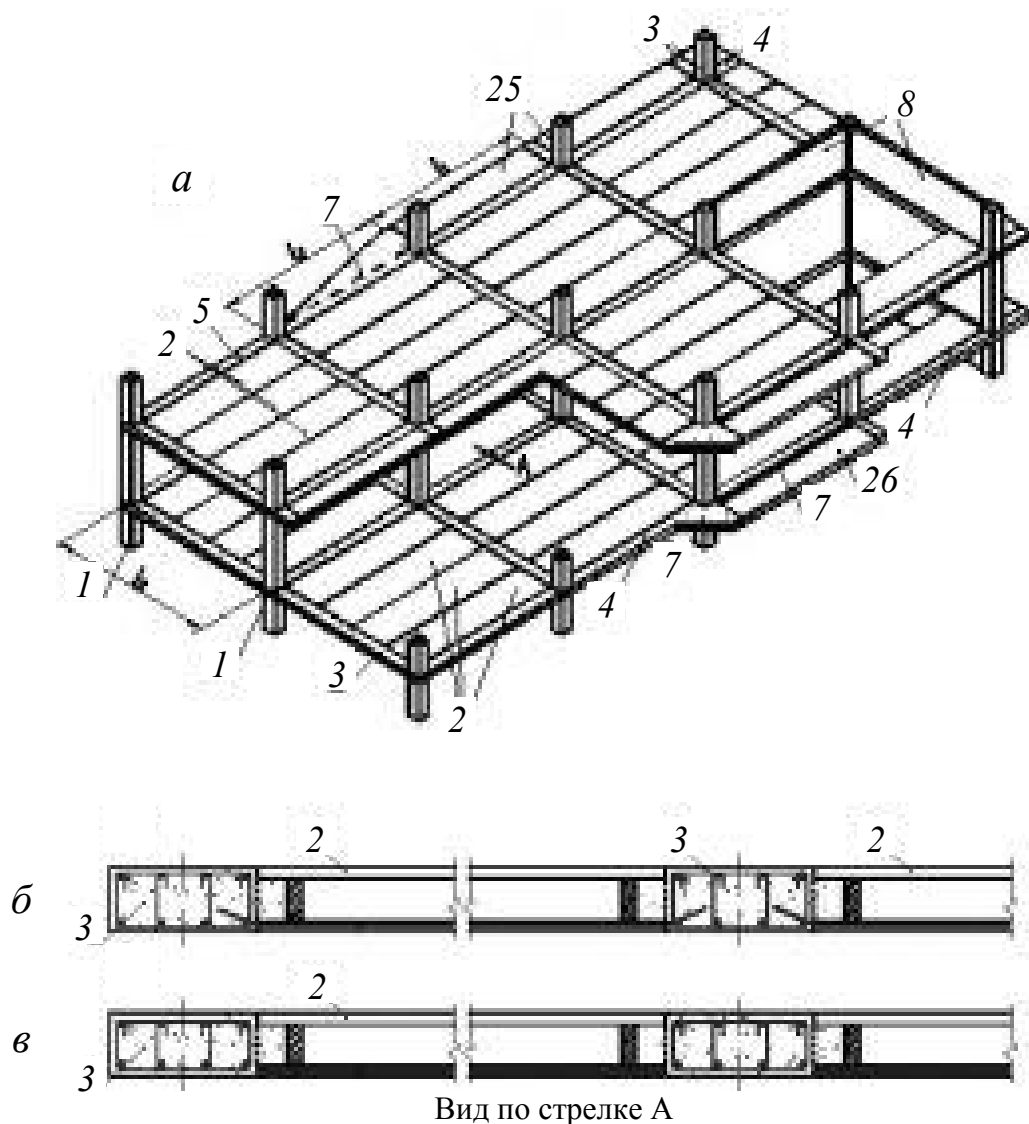


Рис. 3.9. Система безригельного каркаса (Аркас):

1 – сборные или монолитные железобетонные колонны; 2 – многопустотные плиты (типовые или безопалубочного формования; 3 – несущие монолитные ригели; 4 – связевые монолитные ригели; 5, 6 – консоли для устройства эркеров и балконов; 7 – монолитные участки перекрытий; 8 – вертикальные диафрагмы жесткости.

Кроме того, для квартирных и специализированных жилых домов (пансионаты, гостиницы, общежития и т. п.) высота этажей принимается равной 2,8 м.

Компоновка диафрагм жесткости может быть разнообразной, но предпочтительнее устройство пространственных связевых систем открытого или замкнутого сечений.

Особенность каркаса – в учете действия в плоскостях дисков перекрытий распорных усилий по их обеим осям, что обеспечивает (по сравнению со всеми известными конструкциями перекрытий) заметное сокращение расхода металла и бетона. Сборные колонны могут быть как поэтажной разрезки, так и многоэтажными, с объединением по высоте посредством бесварных стыков ВИНСТ на болтовых соединениях, разработанных в рамках конструктивной системы. Монтаж колонн не требует применения кондукторов.

Многopустотные плиты в каждом перекрытии объединены монолитными железобетонными ригелями, скрытыми в плоскости перекрытий и опертыми на колонны. Шаг колонн может быть любого требуемого размера до 8,4 м – как вдоль, так и поперек здания, а сетка колонн может иметь нерегулярную структуру в плане с пролетами переменной величины по любым осям здания.

Многopустотные плиты дисков перекрытий должны иметь полости, открытые с обоих торцов на глубину 100 ± 10 мм. Многopустотные плиты укладываются в проектное положение с помощью поддерживающих устройств, имеющих вид пространственных металлических рам. Для пропуска коммуникаций в дисках перекрытий предусматриваются сквозные проемы (устраиваемые с применением либо инвентарной опалубки, либо сборной сантехнической плиты корытного профиля), а для размещения балконов и эркеров – специальные консоли (рис. 3.10).

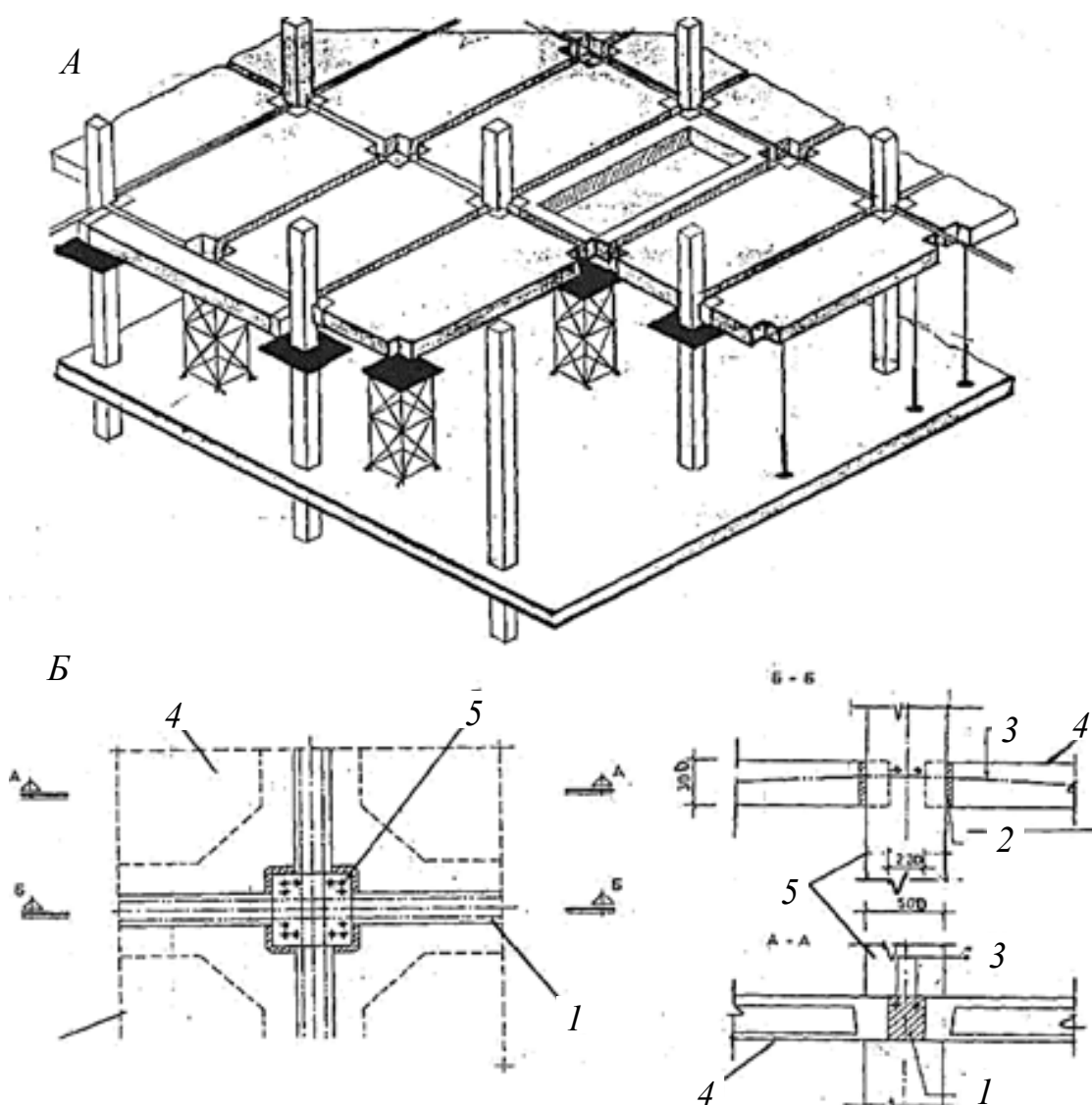


Рис. 3.10. Каркас со скрытыми ригелями (КПНС):

A – схема сборки; *B* – узел плана перекрытия у колонны;

1 – монолитный ригель; *2* – шов омоноличивания; *3* – канатная натяжная арматура;
4 – плита перекрытия; *5* – колонна

Сборно-монолитный каркас конструктивно состоит из трех основных железобетонных элементов:

колонн,
монолитных ригелей,
многопустотных плит перекрытия

АРКОС – *единственная* в отечественной и зарубежной практике *конструктивная система зданий*, в которой:

сборно-монолитные диски перекрытий с применением многопустотных плит выполняют плоскими, без выступающих в объем здания частей перекрытий, обеспечивая возможности размещения ограждающих конструкций в любом требуемом месте без ограничений;

при приведенной к сплошному перекрытию толщине, равной 12–14 см, обеспечено перекрытие пролетов длиной до 7,20 м и более.

Система конструкций безригельного каркаса предусматривает применение неразрезных (многоэтажных) колонн с оголенной арматурой в уровне перекрытия, новые конструкции стыков колонн повышенной несущей способности с винтовыми соединениями. Многопустотные плиты дисков перекрытий должны иметь открытые с обоих торцов полости на глубину 100 (+/–) 10 мм.

4. ЗДАНИЯ ИЗ ОБЪЕМНЫХ БЛОКОВ

Объемный блок (ОБ) – это пространственный элемент, в полном объеме которого заключен определенный функциональный фрагмент здания: отдельное помещение, квартира, лестничная клетка, санитарно-кухонный блок. ОБ представляет собой замкнутую пространственную конструкцию, обладающую необходимой прочностью, жесткостью, устойчивостью как независимо от других таких же элементов, так и в совместном их сочетании. Изготавливаются объемные блоки на заводе уже с внутренней отделкой, затем поставляются на строительную площадку для последующего монтажа. При этом 80–85 % всех работ по возведению здания переносятся в заводские условия [23, с. 60].

4.1. История вопроса

Еще в 1928 г. советский архитектор К. Мельников выдвинул идею дома-контейнера в виде двух врезанных друг в друга цилиндров, тем самым предприняв попытку по-новому организовать первичную жилую ячейку в соответствии с психофизиологическими потребностями человека.

Позднее эта идея разрабатывалась архитекторами разных стран. Советские архитекторы Н. Ладовский и В. Караулов в 1931 г. получили авторское свидетельство на каркасно-блочную систему жилого дома, которая предвосхищала современные проекты зданий из объемных блоков. В 1972 г. в Токио было построено тринадцатизэтажное здание Накагин (Nakagin Capsule Tower, архитектор Н. Курокава) из 140 стальных модулей-капсул, навешенных на опору из двух железобетонных шахт [1, с. 254]. Каждая капсула – модуль размером $4,2 \times 2,6 \times 2,5$ является автономной единицей – квартирой или офисом (рис. 4.1). Размеры зависят во многом от возможностей монтажа и транспортировки. Пример использования объемных блоков в мировой архитектуре представлена на рис. 4.2.

Объемно-блочное домостроение в Беларуси началось в 1958–1959 гг., в котором участвовали коллективы ученых, архитекторов, конструкторов и технологов из института строительства и архитектуры Госстроя БССР, института «Белгоспроект», треста «Оргтехстрой» и минского филиала института «Гипронефтестрой». Специалисты сформулировали основные технические и технологические принципы белорусского объемно-блочного домостроения. Первый экспериментальный трехэтажный дом был построен в 1962 г. в Минске по улице Филатова. В белорусском строительстве сложилась объемно-блочная конструктивная система, в которой здание собирается из объемных блоков размером на одну или две комнаты или квартиру, устанавливаемых друг на друга и связанных между собой в продольном и поперечном направлениях.

В Минске объемные блоки изготавливают на ОАО («Открытое акционерное общество») «Минский домостроительный комбинат» с 2001 г. Благодаря высокой степени заводской готовности строительство объектов выполняется в минимальные сроки: блок-комнатный девятиэтажный 108-квартирный дом строится за 5–6 месяцев, 144-квартирный – за 8 месяцев [20, с. 62].

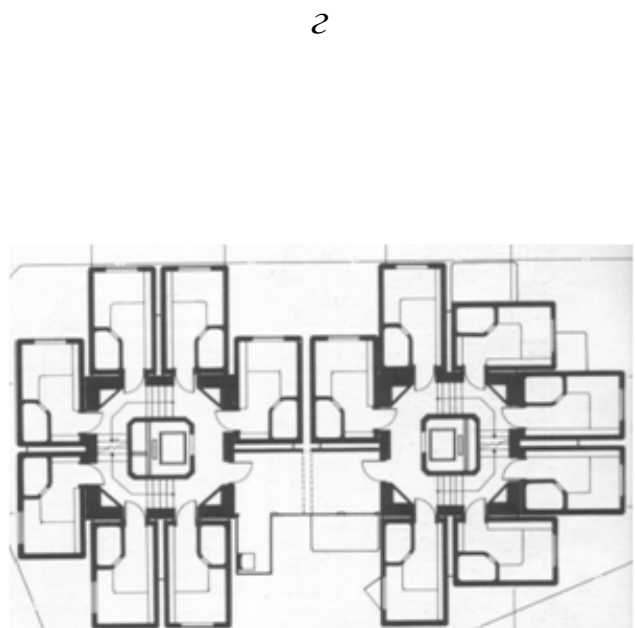
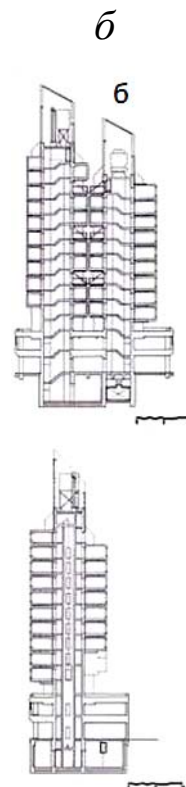
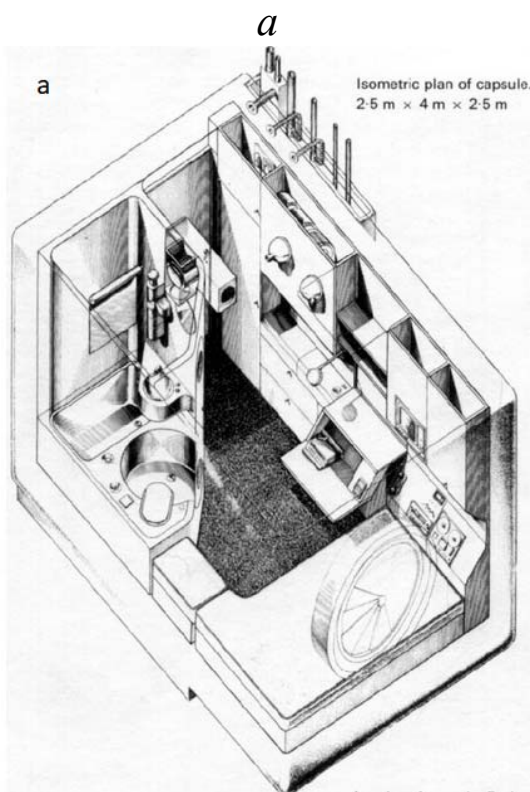


Рис. 4.1. Жилой дом «Накагин» в Токио (1972 г., архитектор – К. Курокава):
a – капсула-объемный блок; *б* – разрезы; *в* – фасад; *г* – план

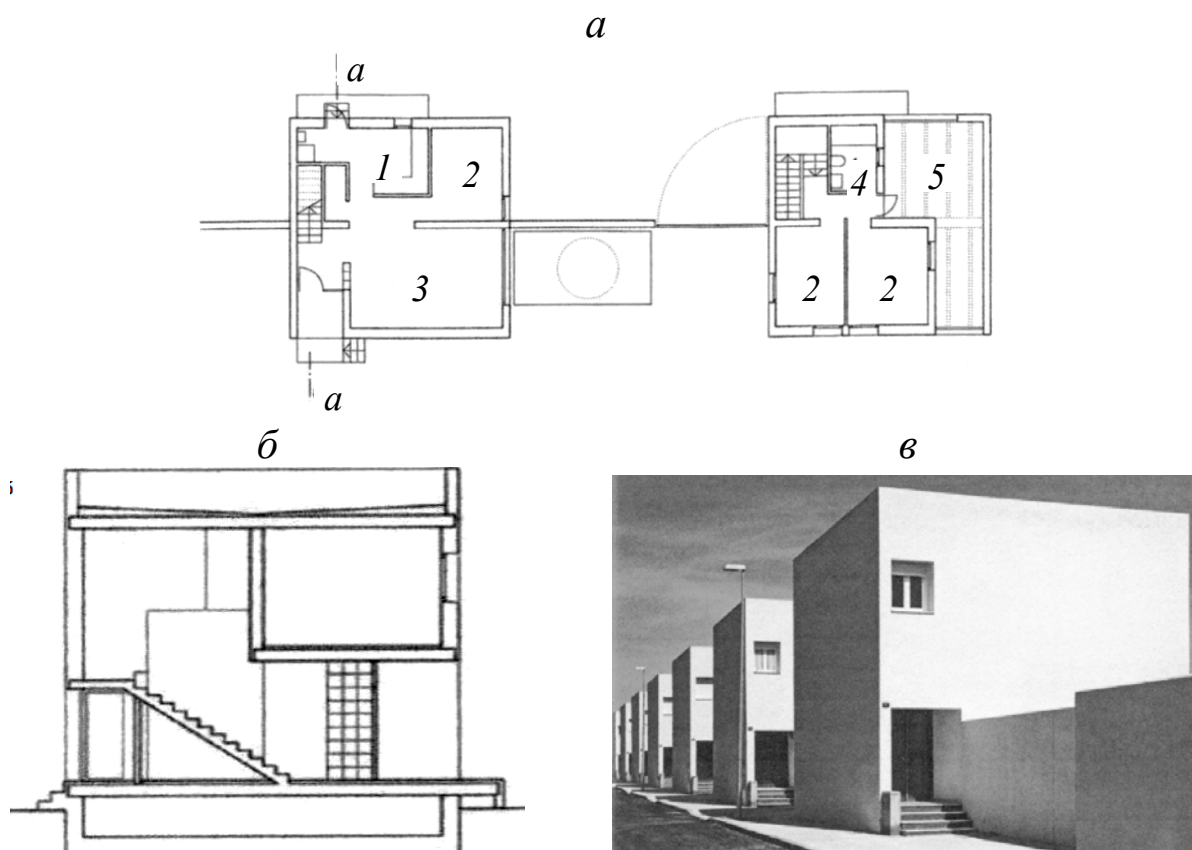


Рис. 4.2. Пример использования объемных блоков в Испании:
a – план; *б* – разрез; *в* – фасад

Конструктивной особенностью блок-комнаты (АСТА, Ramon Pico, Javier Lopez Rivera) заводского изготовления является наличие скрытого рамного каркаса, что позволяет применять различные планировочные решения квартир без больших затрат в промышленное производство на переоснащение формовочного оборудования. В жилых домах, запроектированных из блок-секций 3А-ОПБ (рис. 4.3.), имеется полный набор квартир от 1 до 4 комнат; с кухнями 9 – 12,5 кв. метров; ванными комнатами от 3 кв. метров; жилыми комнатами 12, 14, 18 кв. метров; прихожими и холлами от 4,5 до 10 кв. метров. Площадь лоджии увеличена до 5,8 м кв. Есть квартиры, которые решены в двухуровневом исполнении. Дома могут быть как прямолинейными, так и с поворотом на 90 – 120 град.

Объемные блоки системы ОКПМ конструктивно отличаются от блок-комнат серии 3А-ОПБ: вместо монтируемой к «колпаку» блок-комнаты панели пола в новом блоке полом служит потолок нижележащей блок-комнаты, что позволяет увеличить высоту потолка с 2,55 до 2,65 м. [20, с. 65]. Внутренние стены нового блока толще на 40 мм, что увеличивает трещиностойкость и несущую способность изделия и позволяет строить дома повышенной этажности до 19 этажей включительно (ранее пределом был 12 этажей). Особенность новейшей строительной технологии – в отсутствии закругленных углов. Вместо закругленного сопряжения плоскостей стен и потолка все углы комнат прямоугольные, что значительно улучшает эксплуатационные и планировочные характеристики, а также улучшает эстетическое восприятие квартир [20, с. 65].

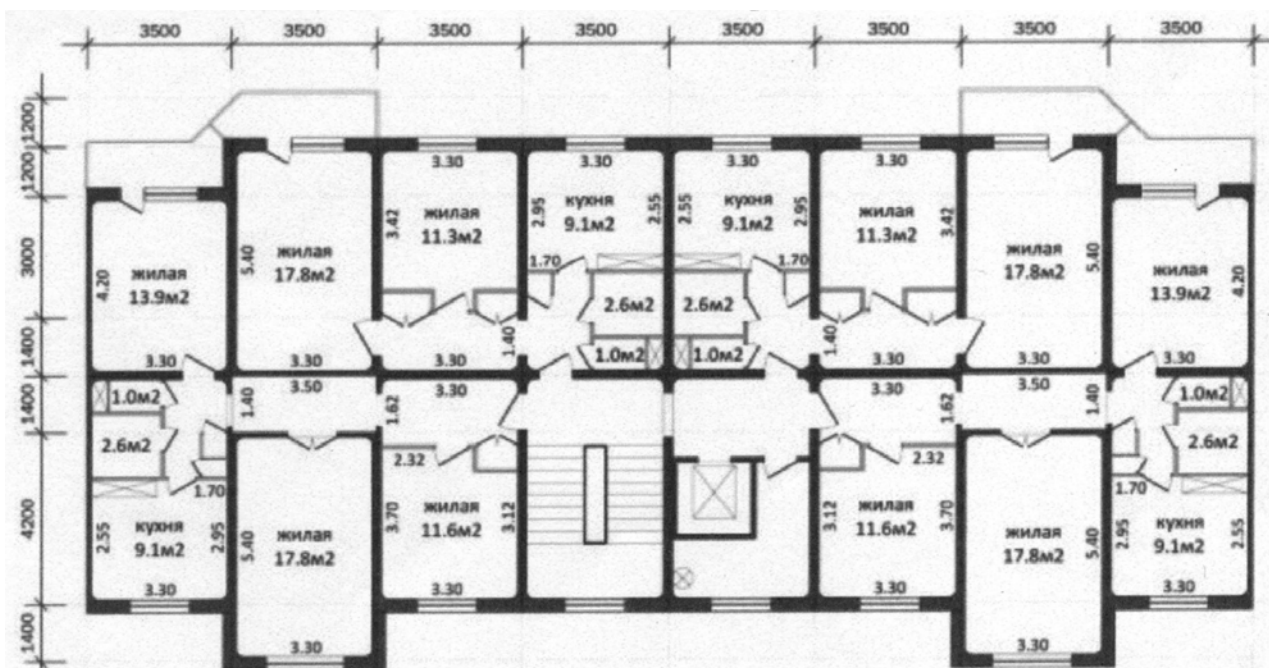


Рис. 4.3. Пример планировки рядовой секции 3-2-2-3 со спаренными балконами серии 3А-ОПБ

Введение новых технологий позволило начать возведение первых 16-этажек по системе ОКПМ, квартиры в которых будут уже без закругленных углов.

По теплопроводности стен, окон, чердака, подвальных помещений дома модернизируемой серии из объемных блоков соответствуют коэффициентам, которые установлены РБ для энергоэффективных зданий.

В связи с тем, что номенклатура ОБ ограничена, формообразование лоджий, балконов, ризалитов, эркеров часто осуществляется путем устройства консолей или заглубления отдельных ОБ из плоскости фасада. При этом возникает необходимость дополнительного утепления открывающихся при сдвиге блоков тонких внутренних стенок, плит пола или потолка блока. По открытым потолочным участкам в эркерах и лоджиях устраивают совмещенное потолочное покрытие с наружным водоотводом, к открытым участкам внутренних стен и плит пола крепят заранее изготовленные утепляющие панели. В объемных блоках, формирующих торец здания, две стены (по продольному и торцевому фасадам) являются наружными. Как правило, масса ОБ с двумя утепляющими панелями наружных стен превышает предельную грузоподъемность монтажного крана, поэтому по торцам здания чаще всего устанавливают типовые блоки с одной утепленной наружной стеной, возводя на фундаменте под торцевую стену приставную утепляющую наружную стену.

4.2. Классификация объемных блоков

По массе различают малые (до 10 т), средние (10 – 20 т) и большие (тяжелые) блоки массой более 25 т. Малые объемные блоки более разнообразны по конструкции и назначению. Их широко применяют в панельных, каркасно-панельных зданиях, а часто и в зданиях с кирпичными стенами.

Малые блоки применяют в этих зданиях в виде санитарно-технических кабин, тюбингов лифтовых шахт, объемно-пространственных элементов фасадов.

Большие (тяжелые) объемные блоки заключают в себе пространство крупного элемента здания – жилой комнаты, лестничной клетки, санитарно-кухонного блока. Как правило, большие блоки представляют собой несущую конструкцию, поэтому их формируют из тяжелого или конструктивного легкого бетона.

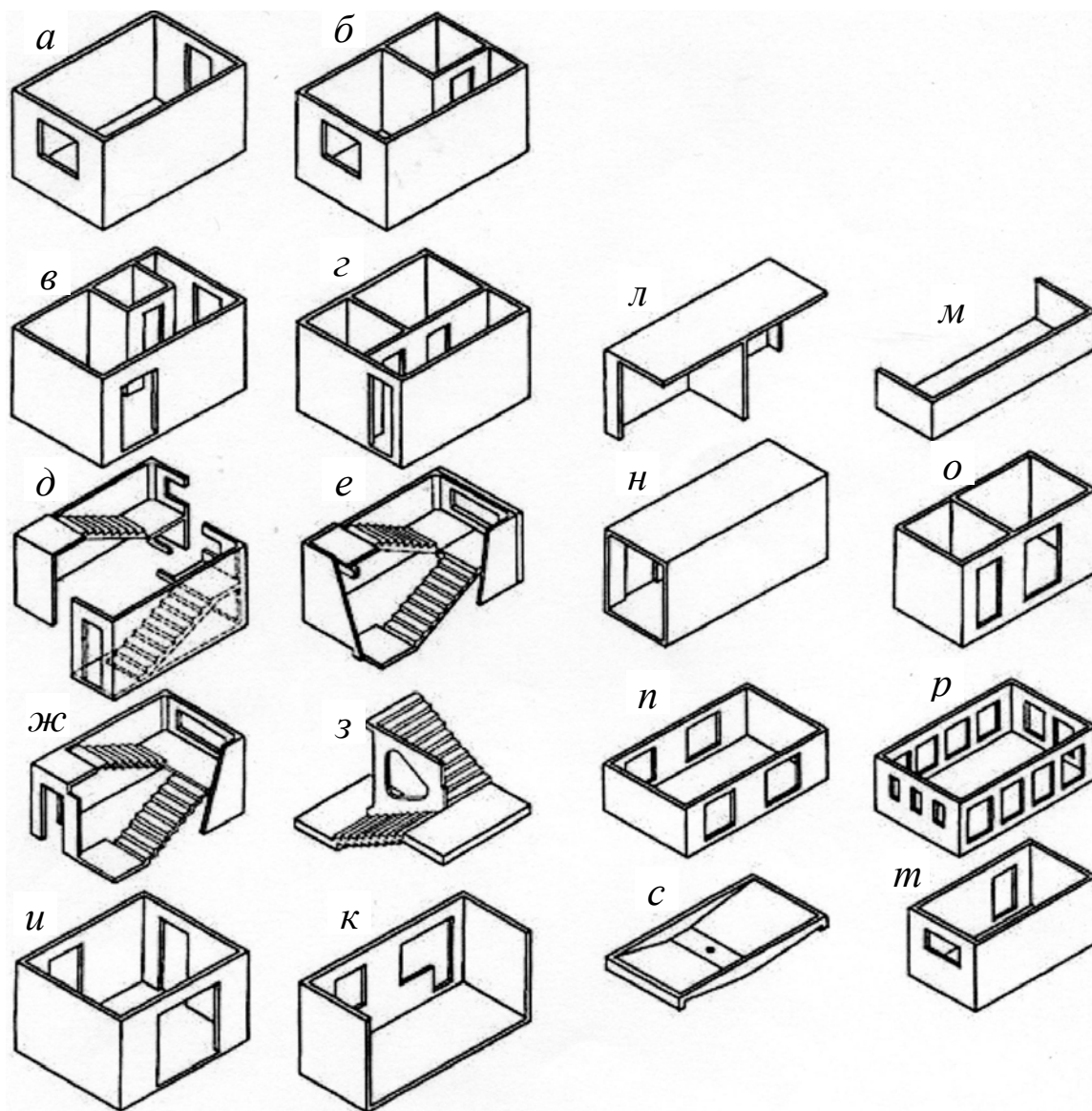


Рис. 4.5. Типы объемных блоков по назначению:

- а* – комната; *б* – санитарно-кухонный; *в* – санитарно-технический;
г – лифт и лифтовой холл; *д-з* – лестница; *и* – прихожая; *к* – лоджия; *л* – балкон со стеной;
м – балкон без стены; *н* – коридор; *о* – шахта лифтов; *п* – цоколь; *р* – чердачная крыша;
с – блок кровли; *т* – машинное помещение лифта

По замкнутости объема (по количеству ограждающих конструкций) – замкнутый, открытый с одной стороны, открытый с противоположных сторон, открытый с двух противоположных вертикальных сторон и одной горизонтальной, двухгранный угол, столик.

По форме – прямоугольные, косоугольные, криволинейные.

По условиям опирания – с точечным опиранием (по четырем углам), линейным (по двум, трем сторонам и по контуру) (рис. 4.6).

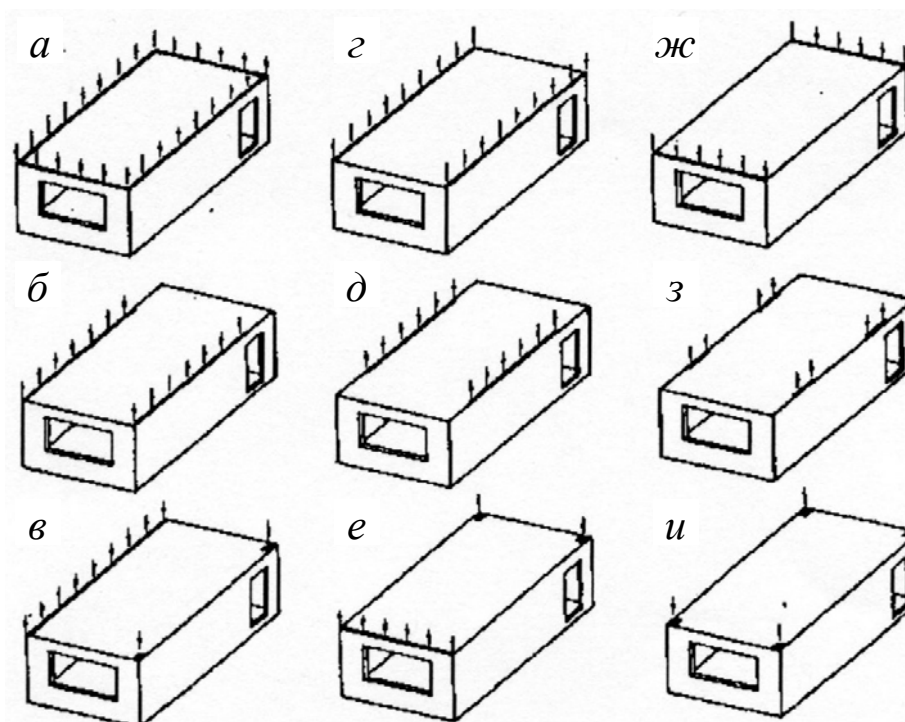


Рис. 4.6. Системы опирания блоков:

а – линейное опирание; по контуру; б – опирание на продольные стены;
в – опирание на две торцевые стены; г, д, е – консольное опирание;
ж, з – опирание на одну стену; и – по четырем углам

По материалу изготовления: из бетона, из небетонных материалов, смешанные.

По способу изготовления: монолитные (цельноформованные) и сборные (составные).

По конструктивно-технологическому типу блоков: а – колпак; б – стакан; в – лежащий стакан; г – труба; д, е – кольцо.

На вышеназванном минском заводе изготавливают следующие виды объемных блоков: колпак, стакан, лежащий стакан (рис. 4.7, а, б, в).

Что касается комплектации и отделки, то блоки полной заводской готовности могут включать:

- остекленные оконные и балконные дверные блоки;
- дверные блоки с наличниками и дверными приборами;
- встроенные шкафы и антресоли;
- смонтированные разводки сетей центрального отопления, холодного и горячего водоснабжения, канализации с санитарно-техническими приборами;
- смонтированную скрытую электропроводку с арматурой для подключения;
- вентиляционные блоки с вытяжными решетками;
- полы на балконах (лоджиях);
- ограждения на балконах;

полностью отделанную фасадную поверхность наружных стеновых панелей;

внутреннюю отделку, соответствующую требованиям проекта здания.

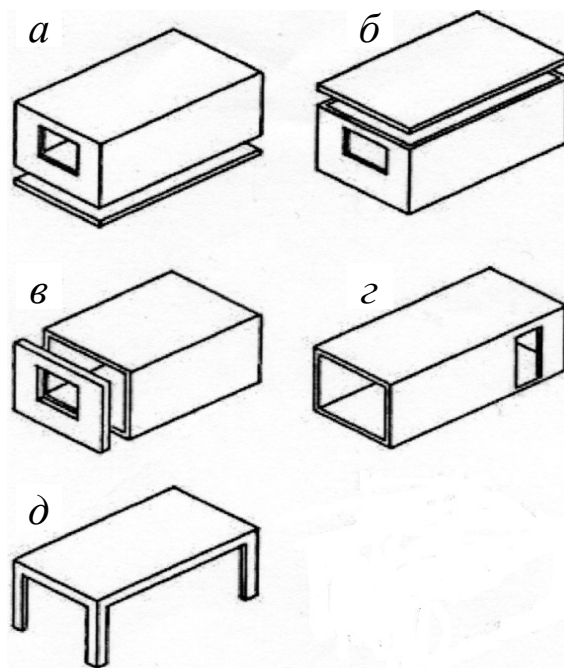


Рис. 4.7. Конструктивно-технологические типы блоков:
a – монолитный блок типа «колпак»; *б* – монолитный блок типа «стакан»;
в – лежащий стакан; *г* – труба; *д* – столик

Вариации компоновки ОБ представлены на рис. 4.8.

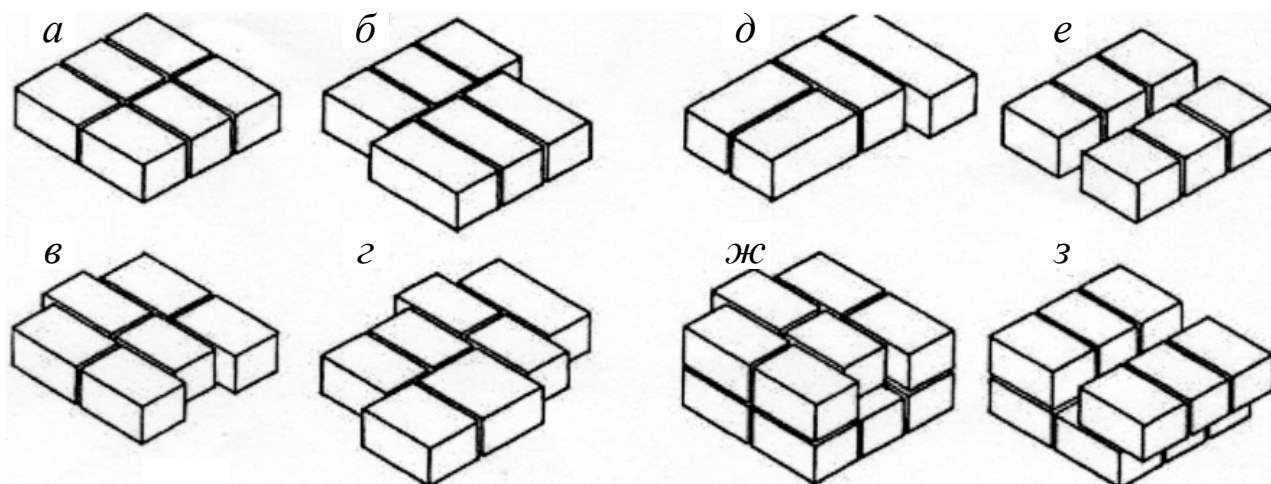


Рис. 4.8. Компоновка ОБ в здании:
a – соосное расположение; *б* – сдвигка по продольной оси; *в* – сдвигка по поперечной оси;
г – продольный и поперечный сдвиг; *д* – поворот под прямым углом;
е – раздвижка для коридора; *ж* – выдвигка из плоскости фасада;
з – выдвигка из плоскости фасада ряда блоков для образования коридоров, галерей

4.3. Конструктивные решения объемных блоков

Объемные блоки по несущей способности могут быть несущими, самонесущими или ненесущими.

Конструкция и материал несущих и самонесущих блоков – бескаркасная из тяжелого или конструктивного легкого бетона; ненесущих – бескаркасная бетонная либо каркасная со стенами из небетонных (листовых или плитных) материалов по легкому металлическому каркасу на железобетонной плите пола.

Сборные железобетонные объемные блоки (рис. 4.9) представляют собой закрытые коробки, все грани которых собраны из отдельных элементов. Могут иметь каркасную и бескаркасную конструкцию. Панели крепят между собой связкой закладных деталей или соединяют металлическими накладками (рис. 4.9).

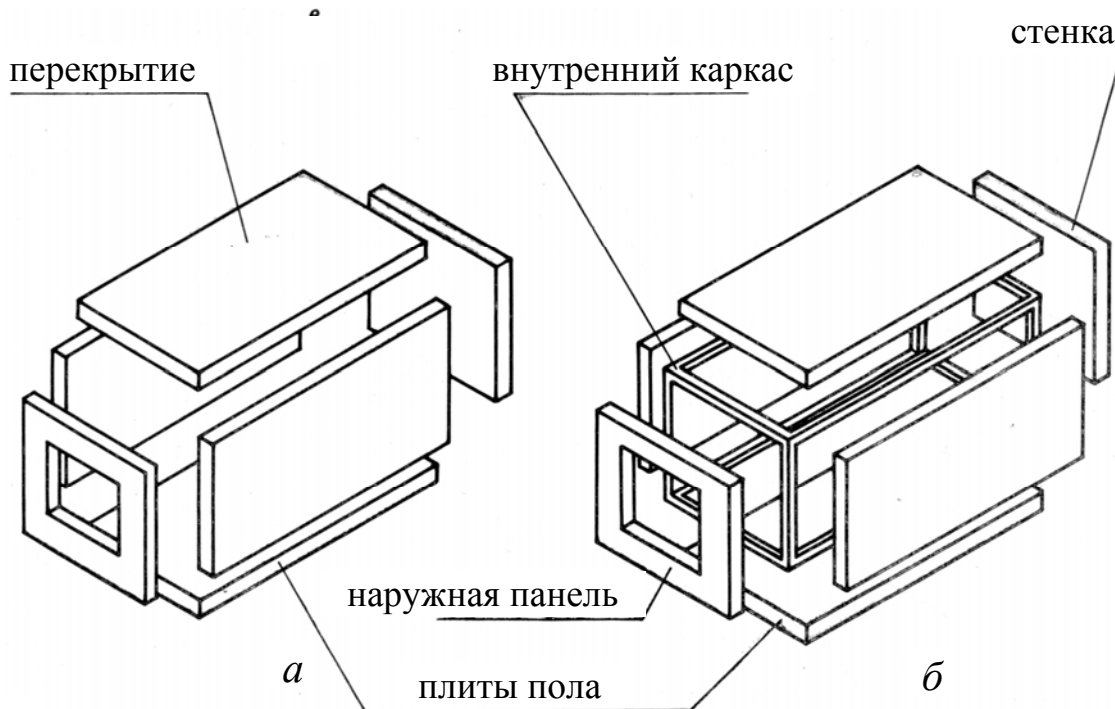


Рис. 4.9. Типы рядовых объемных блоков:
а – собираемый из отдельных сборных элементов;
б – сборный с каркасным остовом [6, с. 83]

Монолитные ОБ обладают несущей способностью в три раза большей, чем сборные и по способу изготовления делятся на три основных типа: «колпак», «стакан» и «лежащий стакан».

Производство объемных блоков осуществляется с использованием формовочной машины, включающей в себя собственно неподвижную формовочную часть, набор подвижных платформ для монтажа конструктивных элементов блока и набор сердечников для обеспечения процесса непрерывного производства блоков в течение рабочего дня, устройств высвобождения сердечников и выдерживания блоков, которое обеспечивает достижение ими необходимой прочности. При этом готовый модуль обеспечивает прочность на разрушение до 800 тонн, что создает возможность строительства зданий до 16 этажей.

Железобетонные блоки типа «колпак» представляют собой призматические оболочки, состоящие из пяти монолитно связанных граней и приставной плиты пола. По условиям опирания блоки типа «колпак» имеют две разновидности – с точечным и линейным опиранием (рис. 4.6). При передаче вертикальных усилий через потолок на стены с целью уменьшения возможных деформаций и уменьшения концентрации местных напряжений в углах в углах блоков устраивают вертикальные утолщения (вуты), имеющие дополнительное армирование (рис. 4.7, а).

Блоки типа «стакан» состоят из железобетонных плит пола и стен. Главной особенностью конструкции такого типа является монолитная связь плиты пола со стенами. Плита потолка изготавливается отдельно и присоединяется к «стакану» на заводе (рис. 4.7, б).

Блоки типа «лежачий стакан» (рис. 4.7, в) представляют собой пространственные железобетонные оболочки, состоящие из пяти монолитно связанных плоскостей (трех стен, пола и потолка) и одной приставной наружной стены, которую присоединяют на заводе с помощью сварки закладных деталей. Может быть укомплектован в зависимости от функционального назначения, перегородками, вентблоками, лестничными маршами и площадками, экранами балконов. Стеновые панели трехслойные: внутренний и наружный слой – бетон и пенополистерольный утеплитель между ними. Панели бетонируют и затем скрепляют друг с другом с помощью закладных деталей. Панель пола изготавливается и сваривается отдельно. В стенах проложены электрические кабельканалы. При необходимости в заводских условиях блок может быть укомплектован сантехническими приборами.

4.4. Конструктивные схемы объемно-блочных зданий

Конструктивные схемы объемно-блочных зданий сложнее кирпичных, мелкоблочных, крупноблочных и панельных, так как объемные блоки – это пространственные ячейки. В зависимости от применяемых конструктивных элементов при строительстве зданий из объемных блоков различают блочную или смешанную схемы (рис. 4.10).

При *блочной конструктивной схеме* здание строится из объемных блоков, которые устанавливаются рядом или друг на друга. Эта схема предусматривает применение несущих блоков из тяжелого и легкого железобетона для зданий высотой 9–12–16 этажей. На строительной площадке выполняется только монтаж блоков, соединение трубопроводов и заделка стыков, что составляет 15–20 % общих трудозатрат. При блочной схеме здания могут быть с различными объемно-планировочными решениями и с фасадами, имеющими неограниченную пластику за счет сдвижки, перестановки блоков и устройства галерей, террас, эркеров, лоджий, выступов и т. п. Но вместе с тем блочная схема ограничивает архитектурно-планировочные решения зданий вследствие малых размеров блоков, а из-за наличия двойных внутренних стен и перекрытий получается неоправданный расход материалов.

При *смешанной конструктивной схеме* используют как объемные блоки, так и другие конструктивные элементы (например, крупные панели, каркасы, вставки в виде ядер жесткости и др.). Такие схемы можно назвать объемно-блочной-стеновой, каркасно-объемно-блочной и ствольной-объемно-блочной (рис. 4.10, б – к).

Объемно-блочная и объемно-блочной-стеновая системы используются преимущественно в строительстве жилых зданий высотой до 16 этажей, гостиниц и пансионатов. Здания монтируются из объемно-пространственных железобетонных элементов до 25 тонн, представляющих собой жилую комнату или другой фрагмент здания (лестничную клетку, санитарно-кухонный блок) с полной заводской отделкой.

Каркасно-объемно-блочная схема – это сочетание каркаса (из стоек и ригелей) и объемных блоков, опирающихся на каркас. Так как каркас воспринимает все вертикальные и горизонтальные нагрузки, то несущие блоки можно изготавливать облегченными из эффективных материалов. Эта схема позволяет создавать свободные пространства, не заполняемые блоками. В каркасно-объемно-блочной схеме в случае необходимости возможно заменять отдельные блоки в процессе эксплуатации. Этажность таких зданий ограничивается только несущей способностью каркаса. Недостатком этой схемы является увеличение числа монтажных элементов, которые отличаются по габаритам и массе. Каркасно-блочные схемы целесообразно применять при строительстве уникальных зданий повышенной этажности.

Объемно-блочной-стеновая (блочной-панельная) схема состоит из несущих объемных блоков, расставляемых на разном расстоянии друг от друга и плоских панелей стен и перекрытий, замыкающих свободные пространства между блоками. Благодаря этому создается возможность осуществлять в жилых зданиях свободную планировку квартир. В этой схеме в блоках размещают помещения, оснащение которых требует наибольших заводских трудозатрат (кухни, сантехкабины, лестницы). Объемно-блочной-панельную схему целесообразно применять в культурно-бытовых зданиях, где необходимы свободные площади (классы, рекреации, торговые помещения и т. п.). Недостатком схемы является снижение степени заводской готовности зданий (55–65 %), увеличение количества, разнотипности и разного веса монтажных элементов, вызывающих усложнения транспортно-монтажных работ. Объемно-блочной-панельная схема зданий целесообразна в районах рассредоточенного строительства, когда возникает необходимость перевозить сборные элементы железнодорожным транспортом и при комплексной застройке жилых массивов в городах [23].

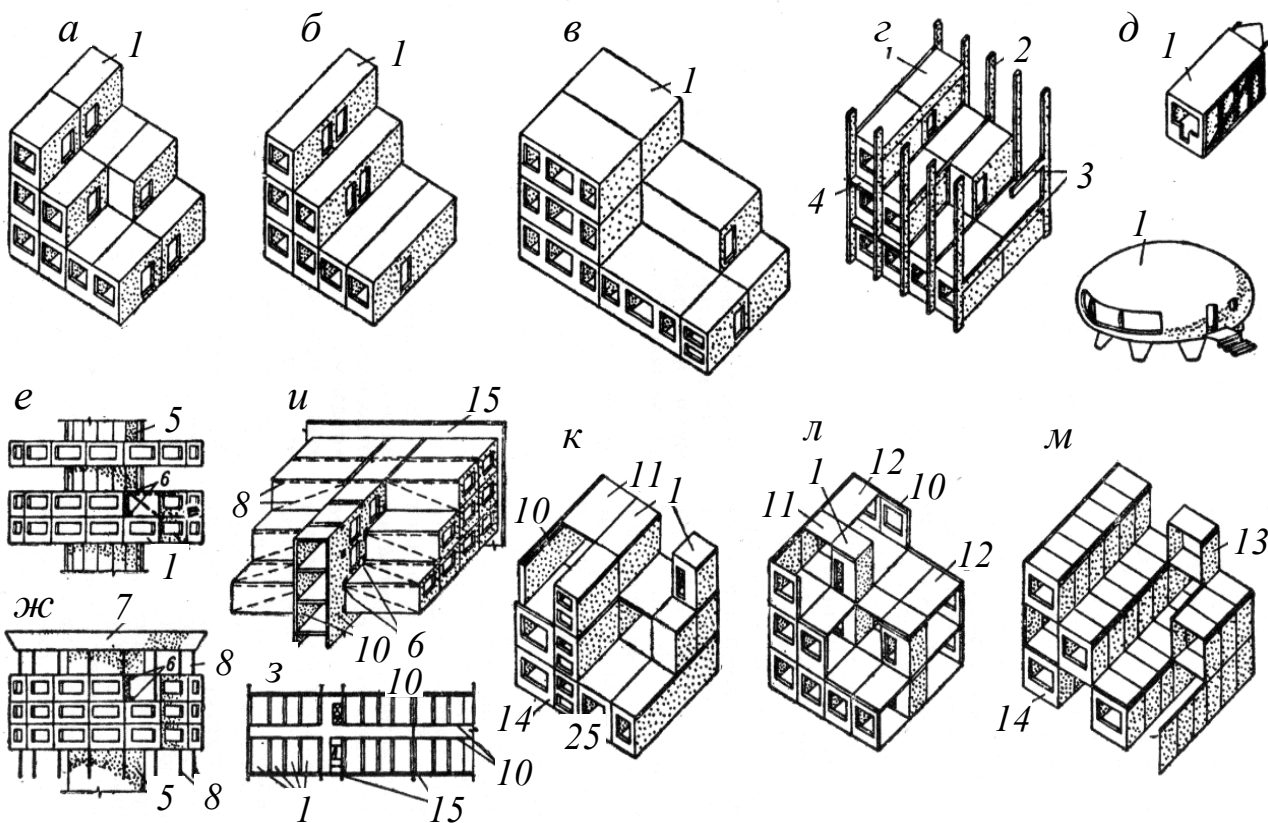


Рис. 4.10. Конструктивные схемы зданий из различных типов объемных блоков:
а – из блок-комнат; *б* – из объемных блоков на всю ширину здания;
в – из блок-квартир; *г* – каркасно-блочная из блок-комнат; *д* – самонесущие
 объемные элементы; *е, ж* – каркасно-блочная башенного типа;
и – каркасно-объемно-блочная с объемными элементами консольного типа на продольных
 несущих стенах; *к* – панельно-объемно-блочная с несущими объемными элементами
 сантехкабин и лестничных клеток; *л* – с несущими объемными элементами
 сантехкабин и наружными стенами; *м* – сото-панельная с шахматной разрезкой;
 1 – объемный элемент; 2 – стойка каркаса; 3 – ригель под объемный элемент;
 4 – связь, обеспечивающая устойчивость в продольном направлении;
 5 – железобетонное ядро жесткости; 6 – места крепления объемного элемента
 к ядру жесткости; 7 – несущая консольная конструкция; 8 – несущая конструкция
 для подвески объемного элемента; 9 – несущая арматура; 10 – несущая стена;
 11 – панель перекрытия; 12 – вспомогательная панель перекрытия;
 13 – сото-панельный объемный элемент; 14 – навесная наружная панель;
 15 – поперечные железобетонные стены устойчивости [4, с. 82]

4.5. Стыки объемных блоков

Конструктивное решение вертикального стыка от атмосферного воздействия решается так же, как и в крупнопанельном строительстве, – закрытый стык с использованием герметиков, защитной полоской из рубероида или пакета утеплителя и легкого бетона замоноличивания.

Горизонтальный стык решается так же, как стык в панельном домостроении, – с водоотбойным «зубом».

Для улучшения звукоизоляции по верху объемных блоков при монтаже укладывают слой из полужесткой древесноволокнистой плиты или другого изоляционного материала.

При линейном опирании нагрузка от верхнего блока на нижний передается через слой цементного раствора. При точечном опирании – через закладные детали в угловых зонах с введением упругих прокладок в межопорные участки.

При изготовлении блок-комнат следует избегать устройства растворных швов над перемычками проемов. На этих участках необходимо укладывать упругие прокладки из минеральной ваты или пенопласта, исключая передачу нагрузок на перемычки, в отличие от горизонтальных стыков, которые выполняются на цементно-песчаном растворе.

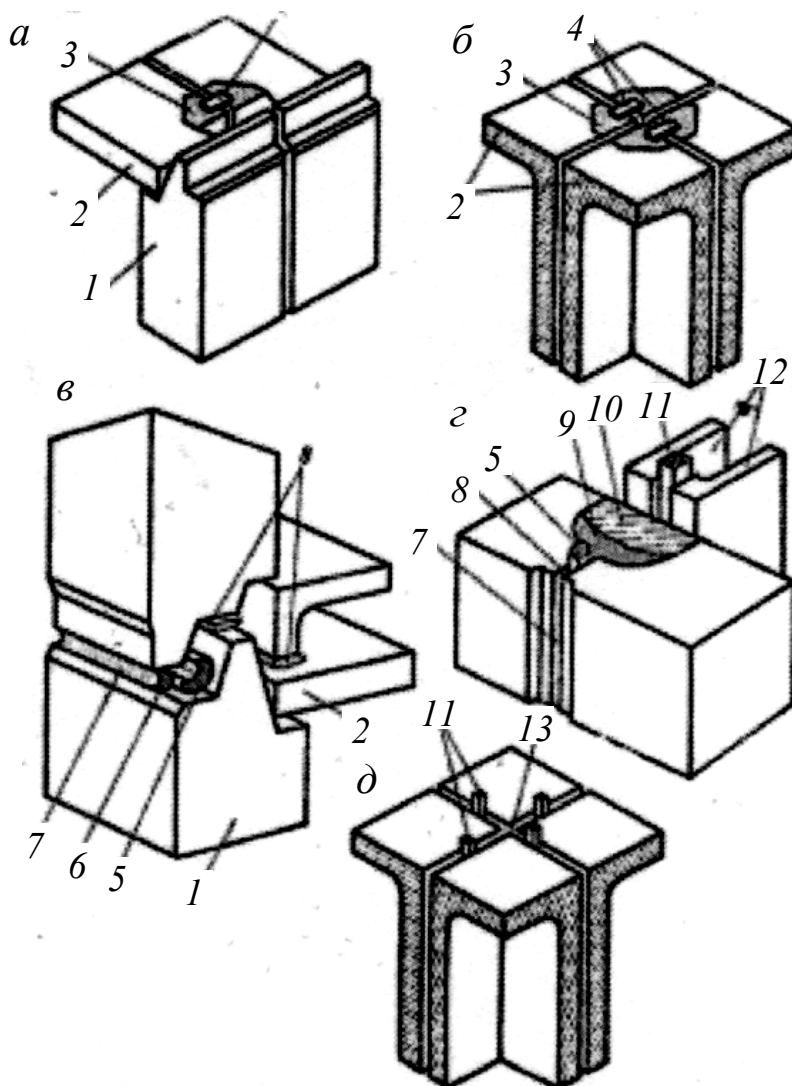


Рис. 4.11. Сопряжение блоков в наружной (а) и во внутренней (б) части зданий: наружные горизонтальный (в) и вертикальный (г) стыки; внутренний вертикальный стык (д):
 1 – наружная часть блока; 2 – потолочная часть блока; 3 – закладная деталь;
 4 – стальная накладка; 5 – уплотняющая прокладка; 6 – герметизирующая мастика;
 7 – защитная окраска; 8 – слой раствора; 9 – рубероид; 10 – керамзитобетон;
 11 – рейка-пробка; 12 – вертикальные стенки блоков; 13 – монолитный бетон

4.6. Связи между объемными блоками

В зданиях до 9 этажей в обычных условиях строительства блоки устанавливаются друг на друга столбами и соединяют друг с другом при помощи связей. Объемные блоки, работающие как отдельно стоящие столбы, соединяют между собой по верху в углах накладками из полосовой стали толщиной 6 – 8 мм или арматурными стержнями диаметром 10 – 12 мм на сварке по закладным деталям. В таких зданиях межблочное пространство не замоноличивают, а только предусматривают заполнение части угловых зон цементным раствором, что отвечает санитарно-гигиеническим и противопожарным требованиям (рис. 4.12).

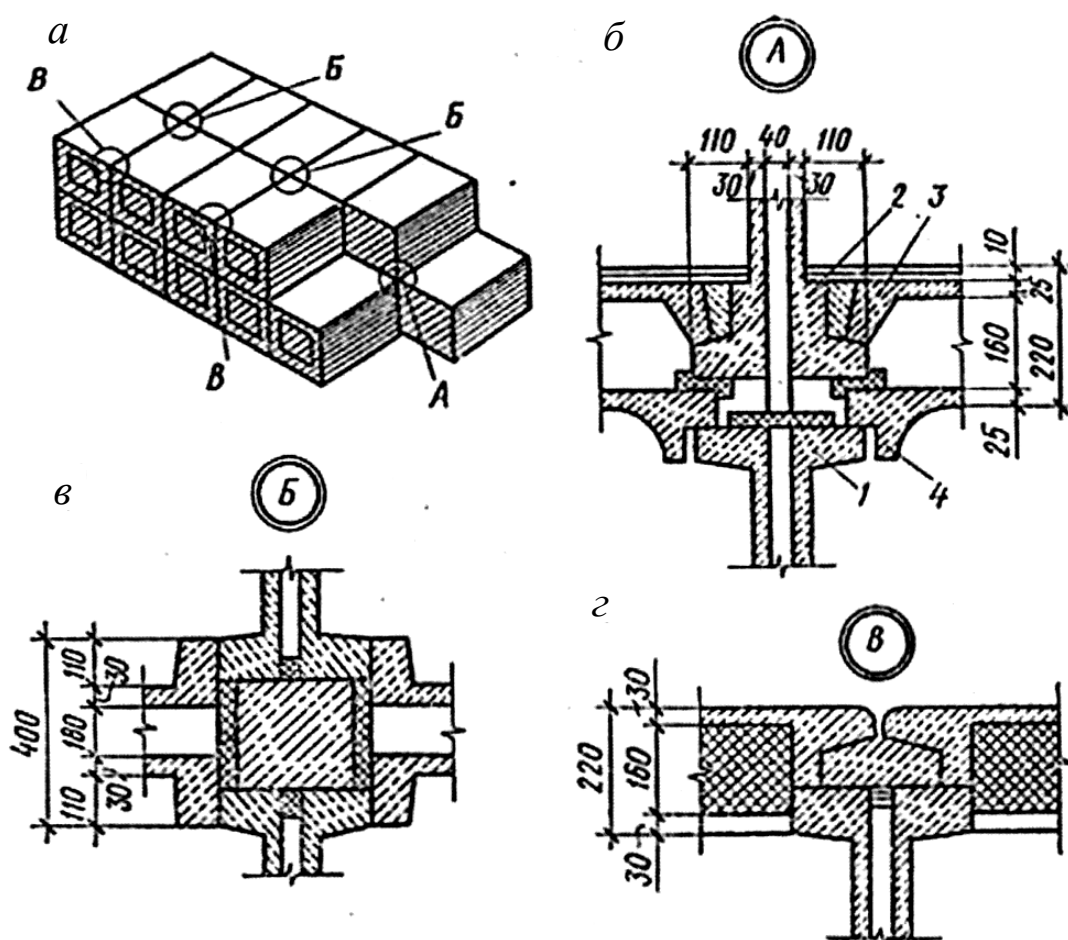


Рис. 4.12. Конструктивные узлы зданий из объемных блоков со сплошной расстановкой:
a – фрагмент расстановки блоков; *б, в* – внутренние узлы; *г* – рядовой стык между блоками;
 1, 2 – несущие поперечные панели нижнего и верхнего блоков;
 3 – панель пола; 4 – потолочная панель [30, с. 259]

В зданиях повышенной этажности (16 этажей) и при строительстве в сейсмических районах блоки соединяют друг с другом при помощи жестких связей. Вертикальные столбы из блоков соединяют между собой упругоподатливыми связями, выполняемыми в виде вертикальных железобетонных стоек со шпонками, получаемыми в результате замоноличивания вертикальных колодцев с расположенной в них арматурой (рис. 4.13).

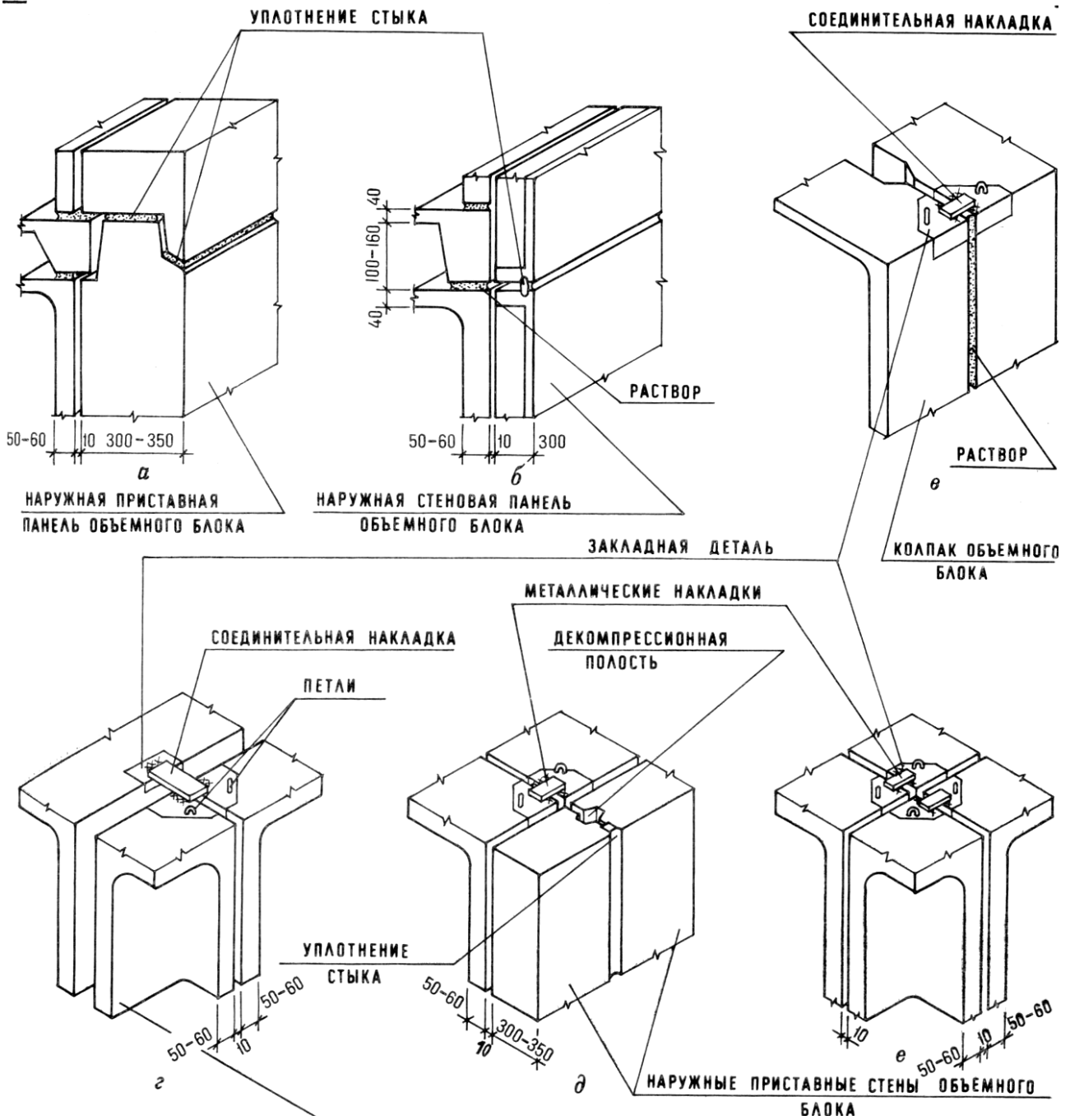


Рис. 4.13. Узлы соединения элементов объемно-блочных зданий:
a – объемного блока с наружной стеной при однослойной конструкции наружной панели; *б* – то же при двухслойной, *в* – рядовое соединение объемных блоков; *г* – то же со сдвижкой блоков; *д* – блоков по наружным стенкам; *е* – блоков внутренних (четных блоков)

5. МОНОЛИТНЫЕ И СБОРНО-МОНОЛИТНЫЕ ЗДАНИЯ

Монолитные конструкции основных частей здания выполняются из бетона или железобетона в виде единого целого (монолита) непосредственно на строительной площадке. При сочетании монолитных конструкций со сборными способ возведения и окончательная конструкция называются сборно-монолитными.

Конструкции из монолитного бетона на белорусских землях впервые появились в XIX в., из железобетона – во время Первой мировой войны.

Технологические возможности возведения сложных в плане и разрезе зданий, возможность строительства объектов значительной жесткости и прочности позволяют сооружать постройки значительной высоты.

5.1. Конструктивные системы и схемы монолитных и сборно-монолитных зданий

Современная технология строительства монолитных зданий предусматривает три системы их возведения:

стенная – возведение стен и гладких перекрытий;

каркасная – возведение стен, колонн и балочных перекрытий;

смешанная – возведение стен, колонн и безбалочных перекрытий.

Здания из монолитного бетона могут проектироваться перекрестно-стенной конструктивной системой с несущими или ненесущими наружными стенами; поперечно-стенной, когда несущими вертикальными элементами являются только поперечные стены, или продольно-стенной с несущими продольными стенами.

Монолитные и сборно-монолитные здания по методу их возведения рекомендуется применять следующих типов:

с монолитными наружными и внутренними стенами, возводимыми в скользящей опалубке и монолитными перекрытиями, возводимыми в мелкощитовой опалубке методом «снизу-вверх», или в крупнощитовой опалубке перекрытий методом «сверху-вниз»;

монолитными внутренними и торцевыми наружными стенами, монолитными перекрытиями, возводимыми в объемно-переставной опалубке, извлекаемой на фасад, или в крупнощитовых опалубках стен и перекрытий. Наружные стены выполняются монолитными в крупнощитовой и мелкощитовой опалубках после возведения внутренних стен и перекрытий или из сборных панелей, крупных и мелких блоков кирпичной кладки;

монолитными или сборно-монолитными наружными стенами и монолитными внутренними стенами, возводимыми в переставных опалубках, извлекаемых вверх (крупнощитовой или крупнощитовой в сочетании с блочной). Перекрытия выполняются сборными или сборно-монолитными с применением сборных плит – скорлуп, выполняющих роль несъемной опалубки;

монолитными наружными и внутренними стенами, возводимыми в объемно-передвижной опалубке способом поярусного бетонирования, и сборными или монолитными перекрытиями;

монолитными внутренними стенами, возводимыми в крупно-щитовой опалубке стен.

5.2. Опалубка и технологии возведения монолитных и сборно-монолитных зданий

Технология возведения неотъемлемо взаимосвязана с системой опалубки. *Опалубка* состоит из собственно формы (опалубочных щитов), крепежных устройств и поддерживающих элементов. Опалубка должна обладать следующими качествами: прочностью, жесткостью, геометрической неизменяемостью формы под воздействием нагрузок, способностью обеспечивать требуемое качество поверхности бетона, технологичностью сборки и разборки.

По конструктивным признакам опалубка для возведения многоэтажных гражданских зданий подразделяется на следующие типы:

- скользящая;
- разборно-переставная (мелкощитовая и крупнощитовая);
- крупноблочная;
- объемно-переставная (вертикально извлекаемая);
- объемно-переставная (горизонтально перемещаемая, катучая);
- пневматическая;
- несъемная.

В зависимости от материалов, из которых изготовлена опалубка (кроме пневматической и несъемной), она может быть металлической, деревянной, пластмассовой, комбинированной.

Различают *унифицированную* опалубку, состоящую из щитов различных типоразмеров с инвентарными креплениями и поддерживающими устройствами, и *стационарную* (неинвентарную) опалубку, изготавливаемую и устанавливаемую на месте. Неинвентарная опалубка применяется для опалубочных форм нетиповых конструкций и деталей.

Одним из важнейших показателей опалубки является ее оборачиваемость – возможность многократного использования. Чем выше показатель оборачиваемости, тем ниже себестоимость опалубки на единицу объема железобетонной конструкции.

Неинвентарная опалубка может применяться при возведении нетиповых конструкций и при малых объемах опалубочных работ, когда не может быть достигнута требуемая оборачиваемость металлической опалубки.

Индустриальные методы строительства базируются на применении инвентарной унифицированной опалубки, адаптированной к особенностям конструктивных решений зданий.

Каждая опалубочная система включает в себя определенное количество формообразующих, поддерживающих, крепежных элементов и защитных приспособлений, необходимых для безопасной работы данной системы. Состав комплекта опалубки в разных опалубочных системах неодинаков вследствие их различного функционального назначения, размеров, последовательности установки, типа креплений и т. п. Для унифицированных опалубок прочностной расчет опалубочных элементов может не производиться, так как при их конструировании учтены возможные нагрузки и воздействия.

При возведении многоэтажных монолитных зданий наиболее часто используются четыре технологических метода, различающихся по конструктивно-технологическим особенностям используемых систем:

возведение конструктивных элементов зданий в мелкощитовой разборно-переставной опалубке;

возведение конструктивных элементов зданий в крупнощитовой и блочной переставных опалубках;

возведение конструктивных элементов зданий в объемно-переставной горизонтально или вертикально извлекаемой опалубке;

возведение стеновых конструкций зданий в скользящей опалубке.

Область использования объемно-переставной и скользящей опалубки несколько ограничена по сравнению с мелко- и крупнощитовой опалубкой.

Во всех типах разборно-переставных опалубочных систем в качестве первичных элементов используются щиты каркасной конструкции, размеры которых, как правило, кратны модулю 0,3 м (300 мм).

Скользящей опалубкой называется опалубка, состоящая из щитов, закрепленных на домкратных рамах, рабочего пола, домкратов, насосных станций и других элементов, и предназначенная для возведения вертикальных стен зданий. Вся система элементов скользящей опалубки по мере бетонирования стен поднимается вверх домкратами с постоянной скоростью.

Скользящая опалубка подвижна, ее поднимают вверх без перерыва в бетонировании и применяют при возведении высотных железобетонных сооружений с монолитными вертикальными стенами постоянного, а в последнее время и переменного сечений. Применение опалубки особенно эффективно при строительстве высотных зданий (16–24 этажа) и сооружений с минимальным количеством оконных и дверных проемов, закладных деталей и элементов (рис. 5.1). К ним относятся хранилища различных материалов, дымовые трубы высотой до 400 м, градирни, ядра жесткости высотных зданий, резервуары для воды, радио- и телевизионные башни. Важным достоинством возведения таких объектов в скользящей опалубке является значительное повышение темпов строительства, снижение трудоемкости, стоимости, сроков работ [5].

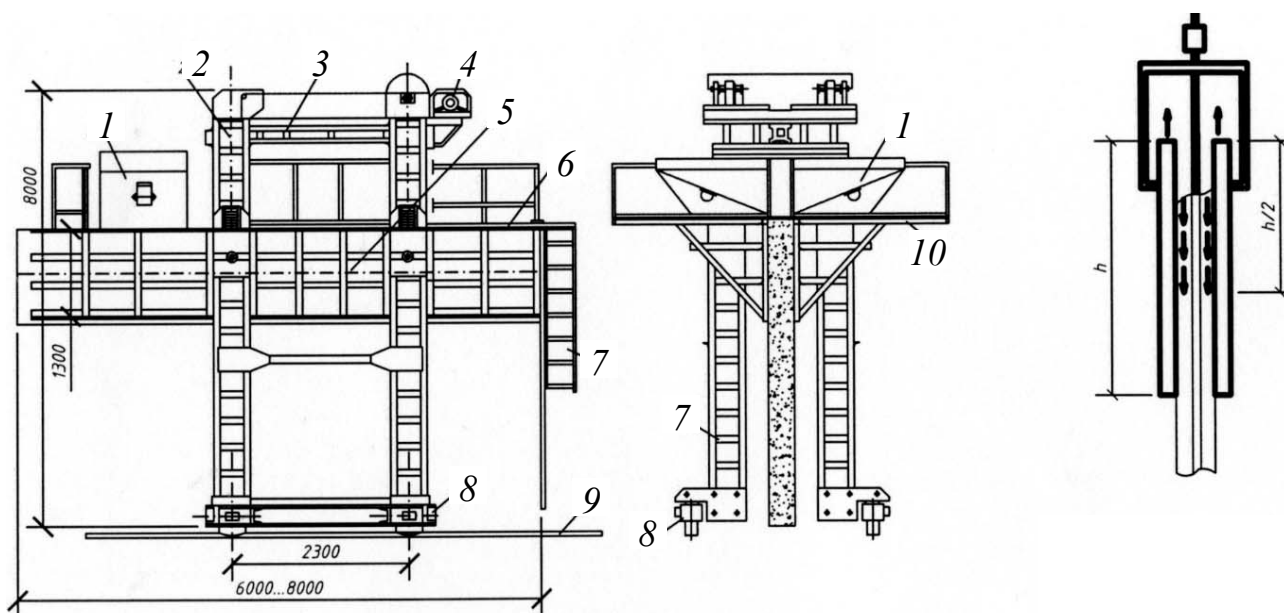


Рис. 5.1. Фронтальный и боковой вид скользящей опалубки:
схема взаимодействия сил при подъеме скользящей опалубки:

- 1 – бункер с вибратором; 2 – направляющие стойки; 3 – соединительная балка;
4 – лебедка привода; 5 – щит опалубки; 6 – рабочие подмости; 7 – металлическая лестница;
8 – привод горизонтального перемещения (тележка); 9 – рельсовый путь;
10 – консоли [31, с. 314]

При возведении стен в скользящей опалубке могут быть использованы следующие варианты устройства междуэтажных перекрытий:

- а) из сборных железобетонных плит размером на комнату после возведения стен;
- б) монолитные, бетонированные «снизу вверх» – также после возведения стен;
- в) монолитные, когда совмещают бетонирование стен и перекрытий поэтажным способом;
- г) монолитные перекрытия, бетонированные «сверху вниз»;
- д) монолитные перекрытия, бетонированные в процессе возведения стен с отставанием на два-три этажа.

Достоинства скользящей опалубки: комплект опалубки можно использовать для зданий разной планировки; высокая пространственная жесткость и устойчивость к сейсмическим нагрузкам;

При устройстве монолитного перекрытия «снизу вверх» используют крупнощитовую инвентарную опалубку, щиты которой укладывают на инвентарные прогоны и стойки (рис. 5.2.). Для армирования используют сетки, которые приваривают к армокаркасам стен через штрабы, оставляемые в стенах при бетонировании. Бетонирование ведут поэтажно; к работам на новом ярусе приступают после полного завершения работ на предыдущем перекрытии. Демонтаж опорных стоек и ригелей осуществляют после приобретения бетоном распалубочной прочности с учетом нагрузок от вышележащих перекрытий.

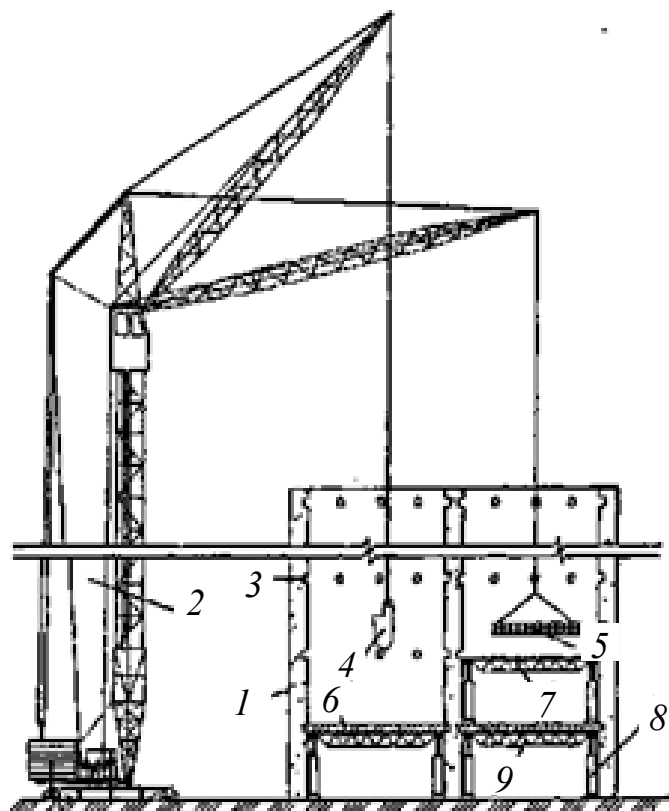


Рис. 5.2. Бетонирование междуэтажных перекрытий методом «снизу вверх»:
 1 – монолитные стены; 2 – кран; 3 – оставленные при бетонировании гнезда;
 4 – бадья для подачи бетонной смеси; 5 – армокаркас; 6 – опалубка перекрытия;
 7 – ферменный прогон; 8 – телескопическая стойка;
 9 – монолитное перекрытие [31, с. 320]

При поэтажном способе бетонирование перекрытий совмещают с возведением стен. Для удобства ведения работ внутренние щиты опалубки делают короче наружных на толщину перекрытия. После завершения бетонирования стен на высоту этажа скользящую опалубку устанавливают строго на уровне перекрытия, ниже уровня рабочего настила. Далее устанавливают опалубку междуэтажного перекрытия, опирающуюся на прогоны, которые сами крепятся с помощью анкеров к стенам. Армокаркасы и бетонную смесь подают краном через монтажные отверстия в рабочем настиле скользящей опалубки.

Способ бетонирования перекрытий «сверху вниз» нашел распространение в США, Швеции и других странах. Способ используют при возведении стен на полную высоту: не демонтируя скользящую опалубку, на ее рабочем настиле устанавливают специальные лебедки с гибкими тросами, на которых подвешивается инвентарная опалубка перекрытий, состоящая из инвентарных телескопических прогонов и щитов (рис. 5.3). После закрепления опалубки и армирования осуществляют бетонирование с применением бетононасосов. После приобретения бетоном распалубочной прочности опалубку демонтируют и перемещают ее вниз на отметку следующего перекрытия.

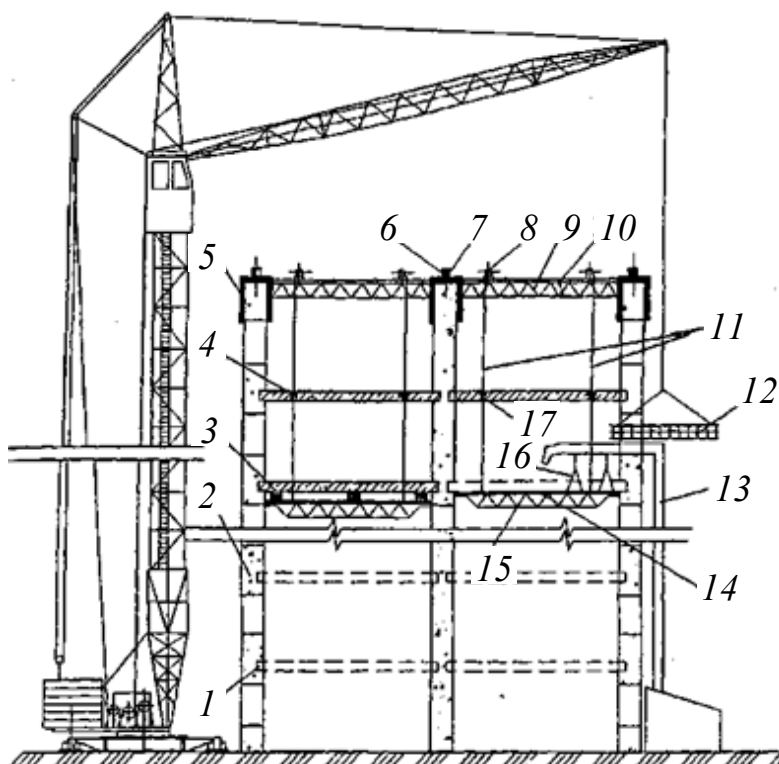


Рис. 5.3. Бетонирование междуэтажных перекрытий методом «сверху вниз»:

- 1 – гнезда; 2 – стена; 3 – пневматическое отрывное устройство;
 4 – монолитное перекрытие; 5 – домкратная рама; 6 – домкратный стержень;
 7 – гидродомкрат; 8 – тормозные устройства; 9 – опалубочный щит; 10 – рабочий настил;
 11 – гибкие тяги; 12 – армокаркас; 13 – бетоновод; 14 – опалубка перекрытия;
 15 – несущая ферма опалубки перекрытия; 16 – стойка; 17 – гильза [31, с. 323]

Мелкощитовой опалубкой называется опалубка, состоящая из наборов щитов площадью около 1 м^2 и других элементов небольшого размера массой не более 50 кг. Как правило, мелкощитовая опалубка состоит из металлического каркаса и ламинированной фанеры и предназначена для строительства стен, фундаментов и колонн из бетона. Преимущества такой опалубки:

монтаж опалубки могут производить два человека, не используя подъемных кранов;

размеры щитов опалубки позволяют извлекать ее через дверные и оконные проемы после использования. Допускается сборка щитов в укрупненные элементы, панели или пространственные блоки с минимальным числом доборных элементов.

Крупнощитовой опалубкой называется опалубка, состоящая из крупно-размерных щитов, элементов соединения и крепления (рис. 5.4). Щиты опалубки воспринимают все технологические нагрузки без установки доборных несущих и поддерживающих элементов и комплектуются подмостями, подкосами, регулировочными и установочными системами.

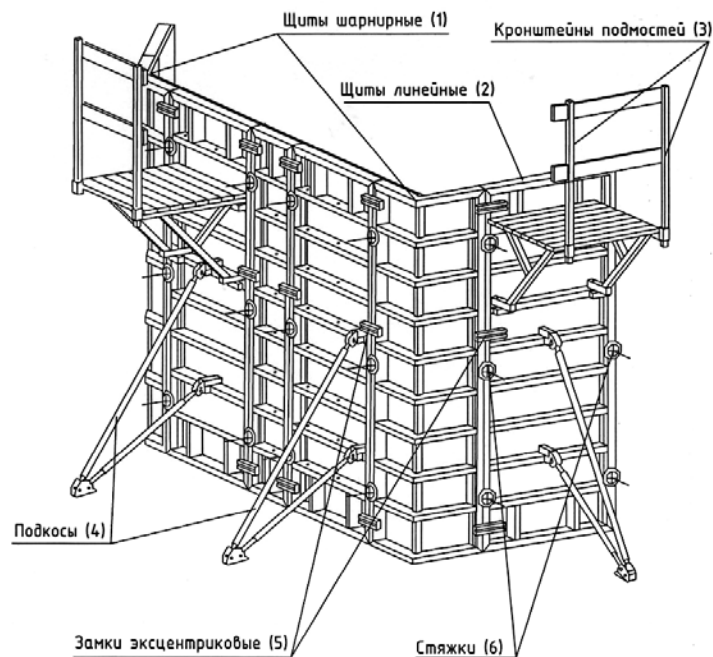


Рис. 5.4. Общий вид крупнощитовой опалубки

Объемно-переставная опалубка – это система из вертикальных и горизонтальных щитов, шарнирно объединенных в П-образную секцию, которая, в свою очередь, образуется путем соединения двух Г-образных полусекции и в случае необходимости вставкой щита перекрытия. На рис. 5.5 представлена объемно-переставная опалубка, перемещающаяся по горизонтали на роликах; она используется для одновременного выполнения поперечных стен и перекрытий и извлекается (выкатывается) в сторону продольного фасада.

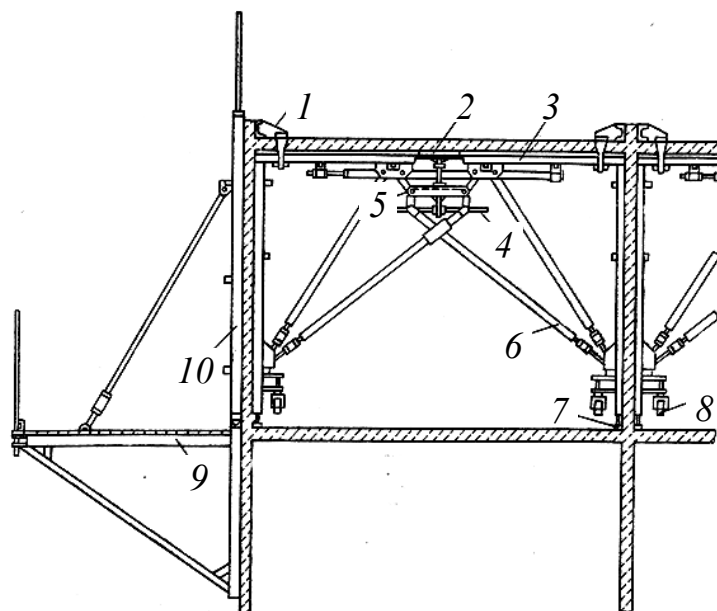


Рис. 5.5. Объемно-переставная опалубка:

- 1 – опалубка маяков; 2 – центральная вставка; 3 – Г-образный щит;
- 4 – распалубочный винт; 5 – шарнирный распалубочный механизм;
- 6 – регулируемый подкос; 7 – винтовой домкрат; 8 – катки;
- 9 – подмости торцевых стен; 10 – щит торцевой стены [31, с. 301]

Блочная опалубка состоит из системы вертикальных щитов и угловых элементов, шарнирно объединенных специальными элементами в пространственные блок-формы. Блочную опалубку в основном используют для возведения одинаковых в плане и размере ступенчатых фундаментов, внутренних и наружных стен, лифтовых шахт, колонн сечением от 40 × 40 до 60 × 60 сантиметров и высотой до 4 м. Конструкция опалубки представляет собой наружную жесткую раму, на которой посредством кривошипа смонтированы щиты на полную высоту колонн. Щиты имеют каркасную конструкцию, а палуба выполнена из листового металла. Оборачиваемость такой опалубки около 500 циклов.

В **крупноблочной опалубке** щиты при помощи унифицированных соединительных элементов составляют в объемные блоки. В объемно-переставной опалубке П-образные или Г-образные секции соединяют соответственно в туннели или полутуннели.

Комплект опалубки, кроме основных элементов, включает также крепежные элементы (стяжки, распорки, замки, струбцины, зажимы, клинья и т. п.), поддерживающие элементы (стойки, подкосы, кронштейны, треноги и т. п.), а также средства подмащивания (навесные инвентарные площадки, складные и подвижные леса, лестницы и т. п.). В каждом конкретном случае состав комплекта опалубки определяется в соответствии с паспортными данными опалубочной системы.

Элементами несъемной опалубки могут служить панели наружного утепляющего слоя: однослойные из теплоизолирующего бетона, двуслойные скорлупы с жестким несминаемым слоем утеплителя.

Выбор той или иной опалубочной системы осуществляется с учетом технологического соответствия опалубки возводимому объекту; экономической эффективности применения данного типа опалубочной системы.

При выборе опалубки приоритет следует отдавать технологическим факторам, так как именно они определяют такое важнейшее условие, как обеспечение качества бетонных конструкций возводимого объекта. Кроме того, от технологического соответствия опалубочной системы возводимой конструкции зависит интенсивность возведения элементов здания, – фактор, который в значительной мере определяет экономическую эффективность использования данной опалубочной системы.

Приготовление бетонной смеси может осуществляться на стационарных и приобъектных бетонных заводах. Для транспортирования бетонной смеси от бетонного завода до объекта могут быть использованы автобетоносмесители, специализированные машины (автобетоновозы), а также автосамосвалы для перевозки готовой бетонной смеси на короткие расстояния.

5.3. Конструктивные элементы монолитных и сборно-монолитных зданий

Стены

Наружные и внутренние стены из монолитного бетона при применении переставных опалубок возводятся одновременно или последовательно (сначала внутренние стены, а затем наружные или наоборот).

Монолитные *однослойные* наружные стены рекомендуется проектировать из легких бетонов на различных естественных и искусственных пористых заполнителях (керамзите, аглопорите и др.). В зависимости от эффективности заполнителя, требуемой несущей способности и климатических условий строительства толщина однослойных стен составляет 40–50 см. Как правило, в состав однослойной монолитной стены входят, помимо основного конструктивно-теплоизоляционного бетонного слоя, наружный защитно-отделочный и внутренний отделочный слой раствора.

Внутренние монолитные стены рекомендуется проектировать однослойными, для них плотность легких бетонов должна быть не ниже 1700 кг/м^3 .

Слоистые стены иногда проектируют монолитными, но чаще (по технологическим соображениям) сборно-монолитными. Слоистые наружные стены можно проектировать из двух или трех основных слоев. Двухслойные наружные стены могут иметь утепляющий слой с наружной или внутренней стороны (в зависимости от точки выпадения росы) и по технологии исполнения могут быть монолитными и сборно-монолитными. В трехслойных наружных стенах утепляющий слой располагается между бетонными слоями.

Двухслойные стены содержат несущий бетонный монолитный слой и утеплитель. Несущий слой выполняют из тяжелого или конструктивного легкого бетона толщиной не менее 12 см.

Монолитные двухслойные стены возводят в два этапа. На первом этапе в переставных опалубках из тяжелого бетона возводят внутренний слой стены, на втором – наружный слой из теплоизоляционного легкого монолитного бетона.

Сборно-монолитная стена состоит из внутреннего монолитного слоя, выполняемого из тяжелого бетона, и наружного слоя – из сборных элементов. Утепляющий слой с наружной стороны последний чаще всего проектируют в виде сборных декоративно-теплоизоляционных элементов – офактуренных панелей или плит из теплоизоляционного бетона. При этом сборные декоративно-теплоизоляционные элементы выполняют функции наружной опалубки. Декоративно-теплоизоляционные элементы должны иметь арматурные выпуски для анкеровки к несущему монолитному слою. В случаях, когда установка сборных элементов осуществляется после формирования несущего слоя, в них предусматривают закладные детали или выпуски для навески на несущий слой.

Трехслойные наружные стены рекомендуется проектировать сборно-монолитными, состоящими из внутреннего несущего слоя монолитного тяжелого бетона и утепленной сборной панели-скорлупы, устанавливаемой с наружной стороны. Панель-скорлупу можно устанавливать до и после возведения монолитной части стены (рис. 5.6).

Так же, как и в сборно-монолитных двухслойных стенах, защитно-декоративные элементы трехслойных стен могут служить наружной опалубкой при бетонировании несущего слоя или навешиваться на последний после его возведения и распалубки.

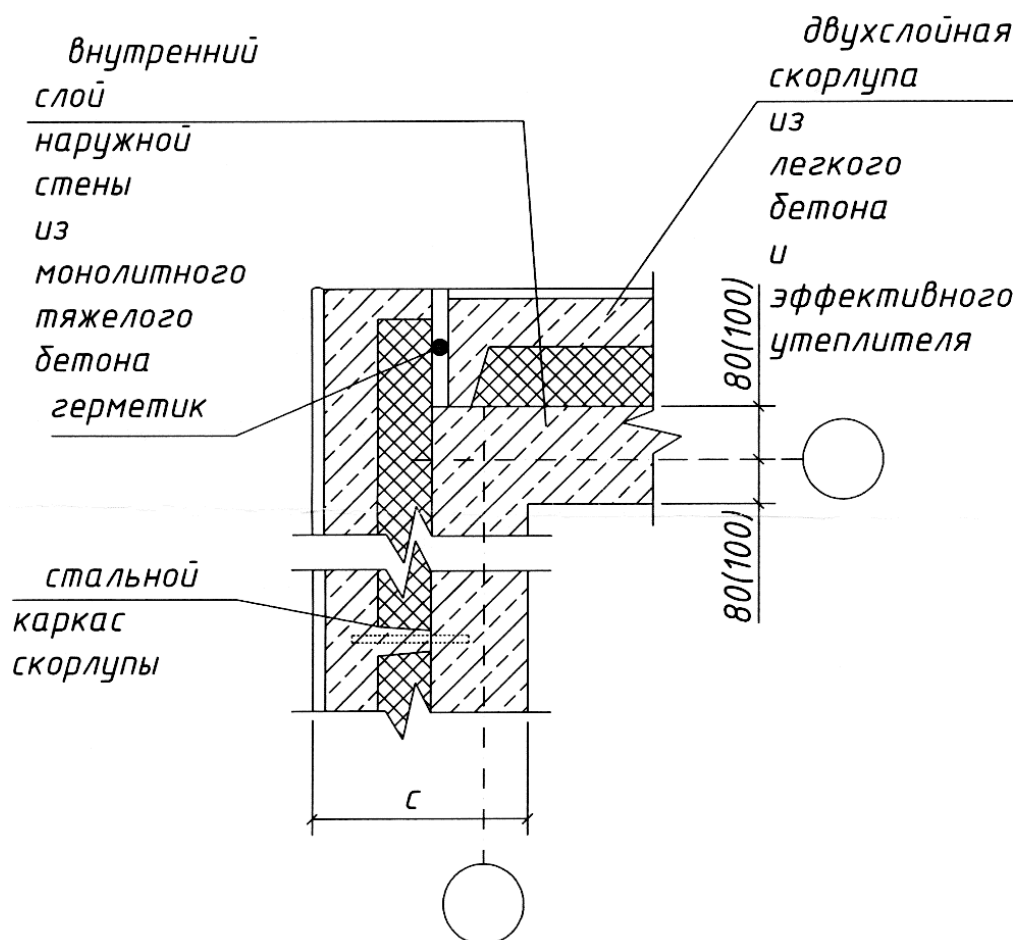


Рис. 5.6. Трехслойная сборно-монолитная стена с приставными скорлупами [14, с. 95]

Изоляционные качества монолитных бетонных стен, благодаря отсутствию стыков, иногда оказываются выше, чем у сборных стен.

Необходимо предусматривать участие несущего слоя наружных стен в общей пространственной работе основных несущих конструкций здания. Так, при проектировании монолитных и сборно-монолитных зданий, независимо от типа применяемой опалубки, необходимо предусматривать монолитные стенки лоджий, являющиеся продолжением поперечных или продольных внутренних стен. Если архитектурно-планировочные соображения требуют применения лоджий небольших размеров, длина которых значительно меньше, чем расстояние между поперечными стенами, возможно устройство монолитных стенок и на участках между поперечными несущими стенами

Характерными особенностями и преимуществами монолитных железобетонных **перекрытий** являются: увеличенная жесткость за счет образования сплошного неразрезного диска; повышенная несущая способность; создание

оригинальных кессонированных потолков; свобода выбора их формы и конструкции; возможность осуществления любых уклонов, углов, углублений, вырезов, консолей и т. п.

В зависимости от пролетов, нагрузок и архитектурных требований применяются различные виды монолитных конструкций перекрытий:

безбалочное бескапитальное (рис. 5.7, *а*) – при пролетах до 6 м;

безбалочное с капителями;

безбалочное облегченное в пролете (рис. 5.7, *б*) – при пролетах до 9 м;

балочное (ребристое) (рис. 5.7, *в*) – при пролетах до 9 м;

кессонное (часторебристое) (рис. 5.7, *г*) – при пролетах до 12 м.

Монолитные безбалочные перекрытия с плитами, опертыми по контуру, характеризуются монолитными связями с монолитнобетонными стенами или ригелями каркаса (рис. 5.8, *а*). Пролеты плит принимаются в пределах 4–6 м. Соотношение большего пролета к меньшему не более двух (чаще 1 : 1,5). Толщина плиты назначается в зависимости от величины пролета и нагрузки в пределах 100–150 мм, но не менее $1/50$ пролета. При таком соотношении сторон плита работает в двух направлениях и рассчитывается как опертая по контуру. Соответственно армирование производится рабочей арматурой в двух направлениях сварными сетками (рис. 5.8, *а*). Для экономии арматуры плита в пролете (нижняя арматура) армируется двумя сетками: одна сетка доводится до опор, другая располагается в средней части плиты на расстоянии $1/4$ пролета от опор. Надопорные сетки (верхняя арматура) имеют рабочую арматуру в одном направлении (перпендикулярном стенам или ригелям) и заводятся в пролет на $1/4$ его величины.

Монолитные плиты перекрытий сплошного сечения следует проектировать из тяжелого бетона и легких бетонов плотной структуры на пористых заполнителях.

Получают все большее применение теплоизолированные сборно-монолитные ребристые перекрытия (рис. 5.9). Их конструкции включают: теплоизоляционные опалубочные элементы (из пенополистирола и комбинированные), арматурные каркасы и сетки, монолитный бетон. Сборные элементы опалубки предназначены выполнять роль оставляемой опалубки и одновременно теплоизолятора. Перекрытие воспринимает нагрузку железобетонными ребрами (после набора прочности бетоном), которые располагаются с частым шагом (375–600 мм). При возведении теплоизолированных перекрытий опалубочные элементы поддерживаются в пролете инвентарными подмостями.

Существуют определенные особенности в проектировании других конструкций зданий из монолитного железобетона. Например, монолитные плиты перекрытия лоджий и балконов следует применять в монолитных зданиях, возводимых в скользящей или блочной опалубке, и сборно-монолитных зданиях с монолитными внутренними несущими конструкциями и наружными навесными сборными или мелкоштучными стенами. Сборные плиты лоджий и балконов рекомендуется проектировать в сборно-монолитных зданиях со сборными плитами междуэтажных перекрытий.

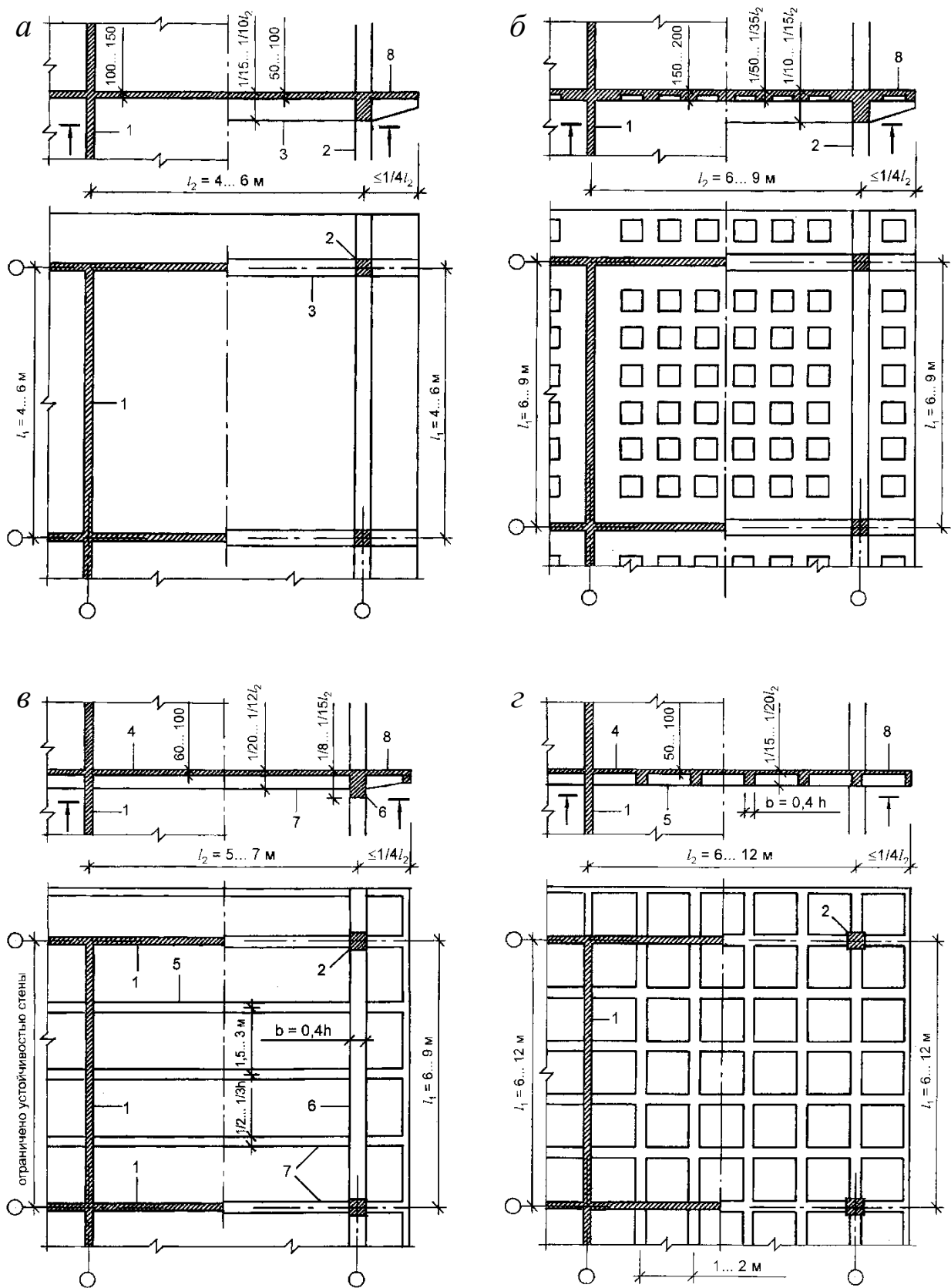


Рис. 5.7. Виды монолитных перекрытий в зданиях стеновой и каркасной конструктивных систем:

а – с плитами, опертymi по контуру (безбалочное); *б* – безбалочное облегченное;
1 – стена; *2* – колонна; *3* – ригель каркаса; *4* – плита перекрытия; *5* – балка;
6 – главная балка; *7* – второстепенная балка; *8* – консоль [14, с. 95]

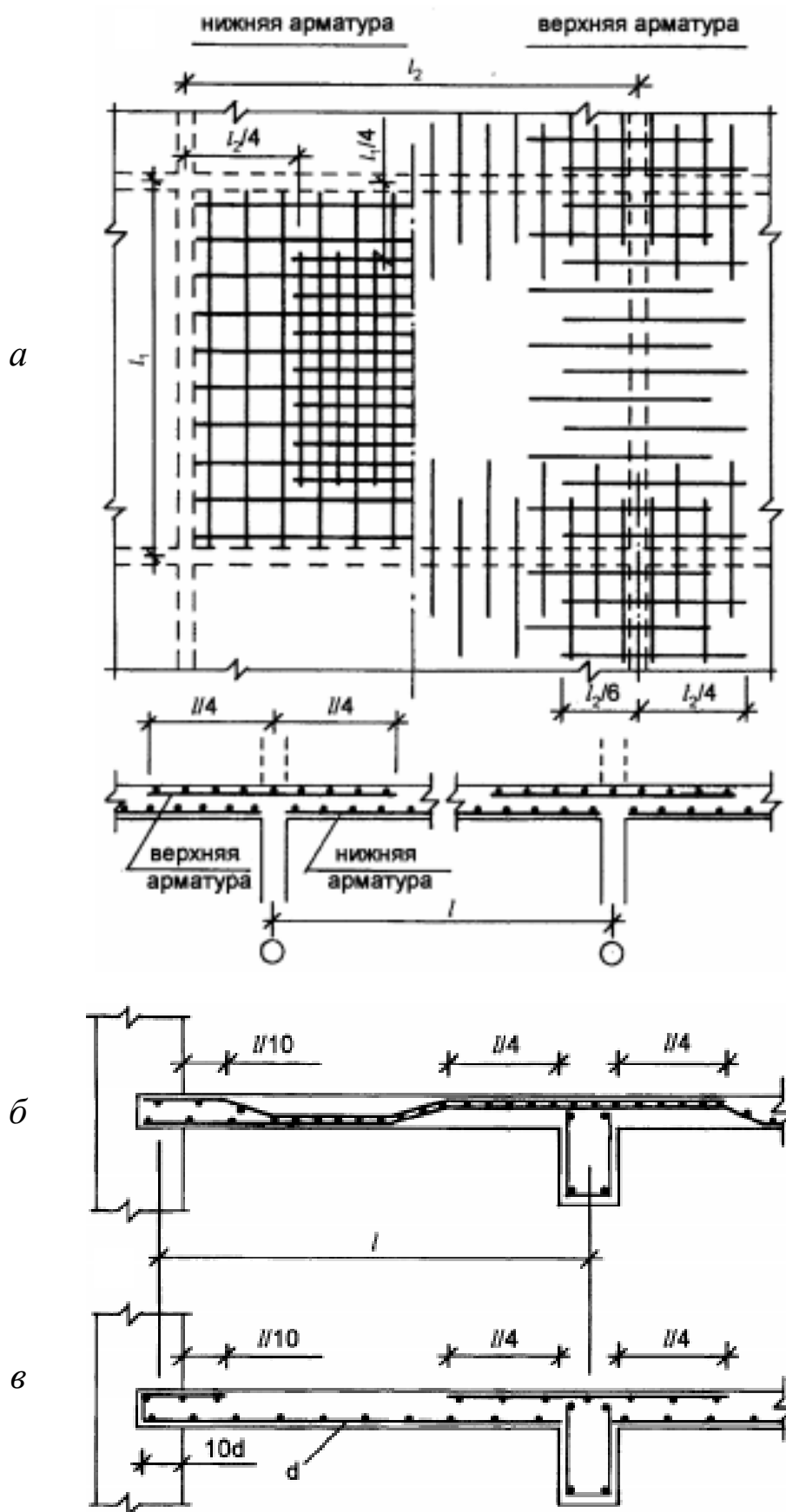


Рис. 5.8. Армирование монолитных перекрытий:
а – с плоскими плитами, опертymi по контуру; *б* – с балочными плитами, рулонными сварными сетками; *в* – то же с плоскими сварными каркасами [14, с. 97]

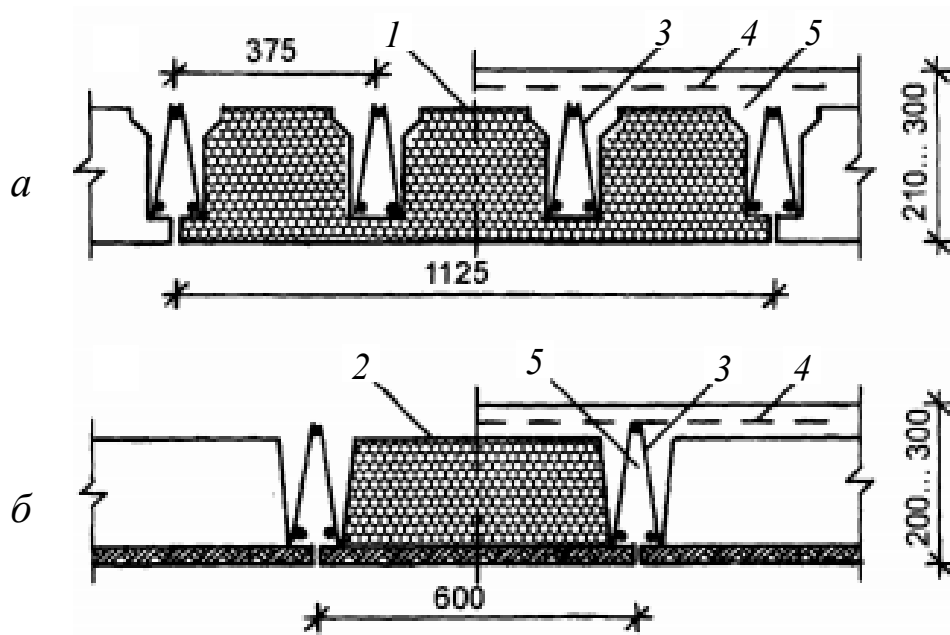


Рис. 5.9. Теплоизолированные монолитные железобетонные ребристые перекрытия:
а – с применением пенополистирольных профилированных элементов;
б – с применением комбинированных элементов из цементностружечной
 нижней и пенополистирольной верхней частей;
1 – пенополистирольный элемент межбалочного заполнения;
2 – комбинированный элемент; *3* – арматурный каркас;
4 – арматурная сетка; *5* – бетон замоноличивания

6. ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

Тематика курсового проекта связана с задачей выполнения проекта многоэтажного жилого дома, этим же обусловлены и методические указания.

Проект многоэтажного жилого дома (9–25 этажей) выполняется в два этапа:

I этап – архитектурная часть.

II этап – конструктивная часть.

Проект должен быть ориентирован на мировой опыт возведения жилых зданий с использованием новейших строительных технологий (сборные конструкции, монолитный железобетон в унифицированных опалубках, смешанные технологии).

Проект должен разрабатываться с учетом норм, действующих в Республике Беларусь:

СНБ 3.02.04-03 «Жилые здания»;

СНБ 2.02.02-01 «Эвакуация людей из зданий и сооружений при пожаре»;

ТКП 45-2.02-22-2006 «Здания и сооружения. Эвакуационные пути и выходы. Правила проектирования».

Таблица 6.1

Перспективная структура строительства жилых зданий массового назначения в РБ

№ п/п	Этажность здания	Конструктивная система здания	Тип несущих конструкций	Наружные стены
1.	Свыше 9 этажей	Каркасная	Сборно-монолитный каркас	Однослойная кладка из ячеистобетонных блоков Облегченная кладка с утеплителем
			Монолитный каркас	Однослойная кладка из ячеистобетонных блоков Облегченная кладка с утеплителем
		Стеновая	Монолитные стены	Трехслойные монолитные Однородная кладка из ячеисто-бетонных блоков Облегченная кладка с утеплителем

№ п/п	Этажность здания	Конструктивная система здания	Тип несущих конструкций	Наружные стены
2.	От 6 до 9 этажей	Каркасная	Сборно-монолитный каркас	Однослойная кладка из ячеистобетонных блоков Облегченная кладка с утеплителем
			Монолитный каркас	Однослойная кладка из ячеистобетонных блоков Облегченная кладка с утеплителем
		Стеновая	Крупнопанельные	Трехслойные панели

**Нормативные материалы по проектированию
многоэтажных жилых зданий**

Функционально-планировочное решение квартир

1. Планировочная организация квартир должна обеспечивать удобные функциональные связи между отдельными помещениями.

Таблица 6.2

Минимальные площади помещений квартир

№ пп	Наименование помещений	Минимальная площадь, м ²	Минимальная ширина помещений, м	Минимальная ширина однопольных дверей, м
1.	Жилая комната в однокомнатной квартире Жилая комната (общая) в двухкомнатной квартире (семья – 2 чел.)	14,0	3,0	0,8
2.	Общая комната в других типах квартир	16,0	3,0	0,8
3.	Жилая комната (спальня на 1 человека) Кухня Кухня в однокомнатной квартире для одиноких	9,0 >5,0	2,3	0,8

№ пп	Наименование помещений	Минимальная площадь, м ²	Минимальная ширина помещений, м	Минимальная ширина однопольных дверей, м
4.	Жилая комната (спальня на 2 человек)	12,0	2,6	0,8
5.	Ванная	3,2		
6.	Уборная	1,1	Min площадь 0,8 × 1,2 м без умывальника 1,2 × 1,4 м с умывальником	0,6
7.	Совмещенный санузел	4,5		0,6
8.	Кладовая	1,0		0,6
9.	Встроенный шкаф	0,5	min ширина шкафа для одежды 0,6 м	
10.	Летнее помещение	2,2	0,9	0,6 огражд. 1,1м
11.	Прихожая		1,4	
12.	Внутриквартирный коридор в жилые комнаты		1,2	
13.	Остальные коридоры		0,9	

2. Совмещенный санузел допускается устраивать в однокомнатных квартирах и в квартирах, имеющих второе санитарно-гигиеническое помещение, оборудованное унитазами.

3. Допускается по заданию на проект объединять кухню (с электроплитой), общую комнату и прихожую в единое пространство с выделением функциональных зон за счет расстановки мебели.

Санитарно-гигиенические требования

1. Отметка пола жилых комнат на 1 этаже должна быть выше планировочной отметки земли не менее чем на 0,6 м.

2. Высота жилых комнат от пола до потолка должна быть не менее 2,5 м.

3. Жилые комнаты, кухни, входные тамбуры (кроме ведущих непосредственно в квартиру), лестничные клетки, общие коридоры в жилых зданиях коридорного типа должны иметь естественное освещение. Для кухонь-ниш допускается освещение вторым светом.

4. Суммарная площадь световых проемов жилых комнат принимается $1/8 \div 1/5,5$ площади пола помещений;

для помещений, расположенных в мансардных этажах, – $1/10$.

Требования к вспомогательным помещениям и устройствам общего пользования

1. Крыльцо при главном входе в жилой дом должно иметь размеры в плане не менее $1,4 \times 1,4$ м.

2. При разнице отметок пола от уровня земли $> 0,45$ м крыльца, террасы, марши и площадки наружных лестниц, пандусы, прямки входов должны иметь ограждения высотой не $< 0,9$ м.

3. Наружный лестничный марш, ведущий на крыльцо главного входа, должен иметь уклон не $> 1:3$. Ширина проступи должна быть не < 36 см. Количество ступеней должно быть не менее трех. Следует предусматривать колею для подъема детских колясок.

4. В жилых зданиях высотой 12 этажей и выше при главных наружных входах в жилую часть устраиваются двойные тамбуры. Допускается не предусматривать тамбуры при поэтажных входах в отапливаемую часть здания из открытых воздушных зон незадымляемых лестничных клеток при условии выполнения дверей утепленными.

5. Отметка пола тамбура должна быть на 2 см выше отметки пола крыльца и на 2 см ниже отметки пола входного помещения.

6. Главный вход в жилую часть многоквартирного дома следует организовывать через вестибюль. В секционных домах допускается организовать главный вход через лестничную клетку, а для квартир на первом этаже – непосредственно с придомовой территории.

7. Ширина лестничных площадок должна быть не $< 1,4$ м. В домах, имеющих лифты грузоподъемностью 630 кг, ширину лестничной площадки допускается уменьшать до 1,2 м при условии соблюдения требований СНБ 2.02.02-01.

8. В жилых зданиях высотой до 8 этажей включительно следует предусматривать «холодный» чердак, а в зданиях высотой 9 этажей и выше допускается устройство «теплого» чердака. При размещении на верхних этажах многоуровневых квартир или рабочих помещений допускается предусматривать совмещенное покрытие.

9. В зданиях высотой более 6 этажей предусматривается внутренний водосток. Размещение стояков внутреннего водостока в пределах квартир запрещено. Ограждения на крышах должны быть высотой не $< 0,6$ м.

Лифты

1. Лифты предусматриваются в жилых домах квартирного типа при высоте от планировочной отметки земли до отметки пола верхнего этажа 14 м и более.

**Минимально необходимое число лифтов,
их грузоподъемность и скорость**

Тип жилого здания	Этажность	Число лифтов	Грузоподъемность, кг	Скорость, м/сек	Наибольшая поэтажная площадь квартир, м ²
Квартирного типа	5–10	1	630	1,0	550
	11–12	2	400	1,0	550
			630	1,0	
	13–16	2	400	1,0	450
			630	1,0	
	17–19	2	400	1,6	450
			630	1,6	
	20–25	3	400	1,6	350
			630	1,6	
			630	1,6	
20–25	4	400	1,6	450	
		400	1,6		
		630	1,6		

Примечания.

1. В одиннадцатиэтажных секционных жилых зданиях квартирного типа, в которых на первом этаже не размещаются жилые помещения, а поэтажная площадь квартир в секции не превышает 350 м², допускается устройство одного лифта на секцию, при этом его грузоподъемность должна составлять не менее 630 кг, а скорость движения – 1 м/сек.

2. Лифты грузоподъемностью 630 кг должны иметь габариты кабины (ширина + глубина) 1100 × 2100 или 2100 × 1100 мм, а в специальных домах для престарелых и инвалидов – 1100 × 2100 мм.

3. Число лифтов в жилых домах с многоуровневыми квартирами в верхних этажах следует определять по этажу последней остановки лифтов.

4. В случае применения лифтов с меньшей грузоподъемностью, скоростью или при площади квартир на этаже большей, чем указано в настоящей таблице, при высоте этажа более 3,0 м, а также для зданий общежитий любой этажности число, грузоподъемность и скорость лифтов определяются расчетом.

2. Пути к лифтам, ведущие с уровня крыльца и на жилые этажи, следует выполнять без перепада высот (ступеней), а в случае перепада высот дополнительно к ступеням предусматривать пандусы шириной не < 1,2 м и уклоном не > 1:12. Высота порога в дверных проемах на путях к лифтам должна быть не > 2,5 см.

3. Ширина помещения перед входами в пассажирские лифты от двери шахты лифта до противоположной стены или ступени лестницы приведена в табл. 6.4.

Таблица 6.4

Расположение лифтов в секционных жилых домах

Расположение лифтов	Ширина помещения перед входами в пассажирские лифты при глубине кабины, м	
	менее 2,1	2,1
В один ряд	1,6	2,1
В два ряда	1,8	2,5

4. Шахты и машинные помещения лифтов не допускается располагать смежно в плане и по высоте с жилыми комнатами. Допускается смежное расположение шахты и машинного помещения с подсобными помещениями квартиры при устройстве между ними двойных стен (перегородок) и перекрытий.

Мусороудаление

1. Мусоропроводы предусматриваются в жилых домах квартирного типа при высоте 11,2 м и более от планировочной отметки земли до пола верхнего этажа.

2. Проход, ведущий только к загрузочному клапану мусоропровода должен быть шириной не менее 0,9 м.

3. Мусоросборная камера должна быть расположена непосредственно под стволом мусоропровода и не ниже планировочной отметки земли. Не допускается размещение мусоросборной камеры смежно с жилыми комнатами как в плане, так и по высоте. Если она расположена смежно с подсобными помещениями квартиры, следует предусматривать между ними двойное перекрытие, перегородки или стены, обеспечивая нормативные звукоизоляцию, виброизоляцию и герметичность. Высота мусоросборной камеры в свету должна быть не менее 1,95 м. На входе ширина полотен двери должна быть не менее 1,2 м. В полу камеры должен быть трап для стока воды.

Предприятия и учреждения общественного обслуживания

1. В жилых зданиях допускается размещать предприятия и учреждения общественного обслуживания с режимом работы с 7 до 23 часов, которые по объемно-планировочным решениям могут быть встроенными, встроенно-пристроенными или пристроенными высотой не более два этажа.

2. В первом, цокольном и верхнем (в том числе мансардном) этажах допускается размещение мастерских художников, архитекторов, дизайнеров.

3. Не допускается размещать в жилых зданиях:

пункты приема посуды;

специализированные магазины по продаже строительных, москательных-химических и других товаров, эксплуатация которых может привести к загрязнению территории и воздуха жилой застройки;

специализированные рыбные и овощные магазины;

столовые, кафе, рестораны с числом посадочных мест более 50 (в общежитиях – без ограничений);

дискотеки;

помещения судов по уголовным делам;

физкультурно-оздоровительные помещения общей площадью более 150 м²;

специализированные поликлиники или диспансеры с информационным материалом (противотуберкулезного, онкологического, кожно-венерологического профиля);

психдиспансеры;

травматологические пункты;

учреждения здравоохранения, в составе которых имеются кабинеты с рентгеновскими аппаратами, физиотерапевтической аппаратурой, магнито-резонансными томографами;

ветеринарные лечебницы;

бани (сауны);

общественные уборные;

похоронные бюро.

4. Запрещается встраивать в жилые здания:

предприятия торговли суммарной торговой площадью более 1000 м²;

помещения по продаже и хранению взрывопожароопасных веществ и материалов;

парикмахерские и мастерские по ремонту часов площадью более 300 м²;

мастерские по ремонту обуви площадью более 100 м²;

химчистки и прачечные (кроме приемных пунктов и прачечных самообслуживания производительностью до 75 кг в смену);

автоматические телефонные станции общей площадью более 100 м²;

отделения связи общей площадью более 700 м².

5. Нежилые помещения должны быть изолированы от жилой части здания и иметь самостоятельные наружные входы (кроме помещений, расположенных на верхних этажах, приведенных в п. 2).

Отопление и вентиляция

1. Удаление воздуха из квартир допускается выполнять общим вентканалом.

2. В пределах одной квартиры допускается осуществлять удаление воздуха одним каналом с подключением к нему следующих помещений:

кухня, ванная или душевая;

уборная, ванная (душевая).

3. Удаление воздуха из «теплого чердака» предусматривается через вытяжную шахту на каждую секцию дома или отсек чердака с высотой шахты не менее 4,5 м от перекрытия над последним этажом.

4. Отопление и вентиляция предприятий общественного обслуживания в жилых зданиях должны быть автономными.

5. Допускается совмещать систему вентиляции для помещений общественного назначения, располагаемых в нижних этажах жилого здания в габаритах одной квартиры (мастерские художников и архитекторов, нотариальные конторы, юридические консультации, детские комнаты, жилищно-эксплуатационные конторы, сбербанки).

6. Допускается совмещать системы отопления жилых домов с системами отопления помещений, предназначенных для мастерских художников, архитекторов и т. п., размещаемых на верхнем этаже и имеющих индивидуальные приборы учета теплоты.

Противопожарные требования

1. Сквозные проезды в зданиях должны быть шириной в свету не менее 3,5 м и высотой не менее 4,25 м.

2. Сквозные проходы в зданиях должны быть предусмотрены на расстоянии не более 100 м один от другого.

3. Допускается проектировать остекленные лоджии и балконы квартир, используемые в качестве второго эвакуационного выхода, при этом не менее 50% общей площади остекления должно быть с открывающимися внутрь или с раздвигающимися створками.

4. При проектировании жилого здания секционного типа должны соблюдаться следующие требования:

общая площадь квартир на этаже секции должна быть не более 550 м²;

длина коридоров, не имеющих освещения в торцах и примыкающих к лестничной клетке, должна быть не более 12 м.

5. Количество эвакуационных выходов из здания должно быть не менее количества эвакуационных выходов с любого этажа. Двери на путях эвакуации должны открываться по направлению выхода из здания.

6. Ширина наружных дверей лестничных клеток и дверей при выходе в вестибюль должна быть не менее расчетной ширины марша лестницы. Двери лестничных клеток в открытом положении не должны уменьшать нормируемую ширину лестничных площадок и маршей.

7. Ширина тамбуров должна быть больше ширины проемов не менее, чем на 0,5 м, а глубина – более ширины дверного проема на 0,2 м, но не менее 1,2 м.

8. Между маршами лестниц следует предусматривать зазор шириной не менее 50 мм.

9. В зданиях секционного типа выше трех этажей минимальная ширина марша должна быть 1,05 м, а наибольший уклон марша – 1 : 1,75 (для надземных этажей). Для лестниц, ведущих в подвальные и цокольные этажи, а также

внутриквартирные лестницы должны иметь минимальную ширину марша 0,9 м, а наибольший уклон марша – 1 : 1,25.

10. В зданиях секционного типа высотой до 26,5 м (от отметки проезжей части до отметки пола верхнего жилого этажа) квартиры должны иметь выход на одну лестничную клетку. При этом с шестого до верхнего этажа включительно необходимо проектировать второй эвакуационный выход.

11. В зданиях высотой 26,5 м и более (от отметки проезжей части до отметки пола верхнего этажа) при общей площади квартир на этаже менее 500 м² следует предусматривать выход на одну незадымляемую лестничную клетку. При этом в зданиях секционного типа во всех квартирах на шестом этаже и выше следует предусматривать балконы или лоджии с простенком шириной не менее 1,2 м или не менее 1,6 м между оконными проемами, выходящими на балконы (лоджии).

12. Незадымляемые лестничные клетки всех типов на первом этаже должны иметь выходы непосредственно наружу и должны сообщаться с первым этажом через воздушную зону.

13. В зданиях с незадымляемыми лестничными клетками следует предусматривать дымоудаление из коридоров на каждом этаже, а также обеспечивать подпор воздуха при пожаре в лифтовые шахты.

Таблица 6.5

Состав проекта

№ пп	Наименование чертежей	Масштаб
1.	Фасад со стороны входа	1 : 200
2.	План 1 этажа (одной блок-секции) с проработкой входного узла	1 : 100
3.	План типового этажа или одного из верхних	1 : 200
4.	План фундаментов	1 : 200
5.	План междуэтажных перекрытий	1 : 200
6.	План кровли	1 : 200
7.	Разрез здания (по лестничной клетке) с разрывом по высоте здания	1 : 100
8.	Разрез по наружной стене здания	1 : 20
9.	Конструктивные узлы и детали (2–3 шт.)	1 : 10, 1 : 20
10.	Компоновочная схема здания	1 : 1000

Форма задания – это схема плана типового этажа здания или блок-секции с указанием кода задания, который расшифровывается с помощью таблицы исходных данных (табл. 6.5).

Требования к графическому оформлению проекта

Чертежи проекта выполняются на 3–4 листах формата А-2 (594 × 420). Расположение чертежей может быть на листах в горизонтальном или в вертикальном положении.

Студенту следует переходить к вычерчиванию проекта после утверждения эскизов преподавателем-консультантом.

В поисках оптимального размещения отдельных чертежей на листах могут быть использованы ранее выполненные эскизы в качестве шаблонов.

На первом листе в верхнем левом углу должен быть расположен фасад здания, под ним план типового этажа и желательно на этом же листе представить план 1 этажа, остальные чертежи – в любом порядке на других листах.

Размеры на всех чертежах указываются в мм, отметки – в метрах.

Надписи на чертежах рекомендуется выполнять простым архитектурным или чертежным шрифтом высотой 2–3 мм. Надписи чертежей – высотой 5–7 мм.

Обводка чертежей выполняется линиями различной толщины:

конструкции здания, попавшие в сечение – толстыми линиями,

проекция элементов здания, не попавших в сечение, и надписи – линиями средней толщины,

осевые и размерные линии – тонкими линиями,

проекция невидимых элементов – пунктирной линией средней толщины.

Название проекта и содержание чертежей дают в угловом штампе по образцу.

План 1 этажа

План 1 этажа выполняется в М 1 : 100. На плане должны быть нанесены: разбивочные оси здания и две (три) цепочки размеров (между осями и между крайними осями);

не менее двух цепочек внутренних размеров вдоль и поперек здания с привязкой несущих конструкций, размерами перегородок и помещений (цепочки должны быть расположены не ближе 8 мм от стен или перегородок);

площади всех помещений (как правило, в нижнем правом углу) подчеркиваются толстой линией;

экспликация всех помещений в таблице рядом с планами, а на плане помещения обозначить цифрами в кружочках диаметром 5 мм;

отметки пола помещений, расположенных на разных уровнях; тамбура, крыльца или площадки наружной лестницы, планировочной отметки земли;

сантехническое оборудование в туалете, ванной и кухонное оборудование;

вентблоки или вентканалы в стенах;

несколько (2–3) размеров дверных проемов;

линию секущей плоскости и следы разрезов с обозначением.

План типового этажа

План типового или одного из верхних этажей выполняется в М 1 : 200.

На плане наносят:

- разбивочные оси и две цепочки размеров между ними и крайними осями (диаметр кружков – 6 мм);
- площади помещений;
- экспликацию помещений;
- следы разрезов с обозначением;
- вентблоки или вентканалы.

План фундаментов

На плане фундаментов в М 1 : 200 необходимо показать:

- расположение фундаментных подушек и стен подвала в ленточном сборном фундаменте;
- расположение ростверка и наружных цокольных стен в фундаменте с монолитным или сборным ростверком;
- расположение оголовков и наружных цокольных стен в безростверковом фундаменте;
- сплошную или ребристую плиту с указанием внутренних и наружных цокольных или подвальных стен или колонн в сплошном фундаменте;
- привязку фундамента к разбивочным осям;
- отметки подошвы фундамента на одном или разных уровнях;
- учебную маркировку сборных элементов фундамента;
- расположение фундамента под лифт и под вентблоки.

План междуэтажного перекрытия

На плане междуэтажного перекрытия в М 1 : 200 необходимо показать:

- разбивочные оси и две цепочки размеров между ними и крайними осями;
- раскладку сборных элементов перекрытий, их анкеровку между собой и со стенами и учебную маркировку (например: пп-1, пп-2 и т. д.);
- отверстия для прохождения вентблоков, шахт лифтов, вентиляционных каналов;
- в монолитных перекрытиях показать монолитную плиту, колонны каркаса и штриховой линией наружные и внутренние стены.

План кровли

На плане кровли в М 1 : 200 необходимо показать:

- разбивочные оси и расстояние между ними;
- машинное отделение лифта;
- вентблоки (в «холодном» чердаке и при совмещенном покрытии);
- вентшахту (в «теплом» чердаке);

раскладку парапетных плит или (при оцинкованном фартуке) сплошной линией обвести парапет;

дефлектор мусоропровода;

водосточные воронки и водоразделы;

направление уклона кровли стрелками с обозначением его в соответствующих единицах;

раскладку плит покрытия, лотковых плит, нащельников при безрулонной кровле;

отметки верха парапета (или карниза), кровли в уровне низа парапета, верха машинного отделения лифта, верха вентиляционной шахты или вентиляционных блоков, верх дефлектора мусоропровода.

Разрез здания

Плоскость разреза должна проходить по лестничной клетке, через оконные и дверные проемы, балконы, лоджии, вход в здание. Разрез выполняется в М 1 : 100 с разрывом по высоте здания.

На разрезе должны быть указаны:

разбивочные оси несущих конструкций и расстояние между ними;

привязки фундаментов, стен или колонн к разбивочным осям;

отметки снаружи здания (планировочной земли; цоколя; входной площадки; низа козырька; балкона или лоджии; низа и верха оконных проемов; верха парапетов; машинного отделения; вентиляционных блоков или вентиляционной шахты; дефлектора мусоропровода);

отметки внутри здания (пола подвала, цокольного этажа, чистого пола этажей, низа перекрытий, лестничных и поэтажных площадок, пола машинного отделения, низа оголовков и подошвы фундаментов);

толстой линией выделить вертикальную и горизонтальную гидроизоляцию;

линию пола условно показать одной тонкой линией. Над покрытием сделать выноску с перечислением всех слоев покрытия и кровли.

Фасад здания

Фасад выполняют одновременно с разработкой планов и разрезов.

Слева от чертежа указывают отметки планировочной земли, цоколя, низа козырька, верха парапетов, верха машинного отделения лифта, верха вентиляционных блоков или вентиляционной шахты.

Разрез по наружной стене здания

Вертикальный разрез по наружной стене выполняется в М 1 : 20 с детальной разработкой следующих узлов:

сопряжение фундамента с цокольной стеной или стеной подвала (показать гидроизоляцию подземной части);

сопряжение перекрытия над подвалом со стеной 1 этажа;
сопряжение междуэтажного перекрытия с наружной стеной. В стене показать низ и верх оконного проема (с разрывом по стеклу);
сопряжение чердачного перекрытия со стеной чердака;
сопряжение покрытия с парапетом (или карниза);
Над всеми перекрытиями и покрытием сделать выноску с указанием всех слоев конструкции перекрытия и пола.
Оконные заполнения показывать необязательно.

Узлы и детали

Узлы и детали вычерчиваются в М 1 : 10, 1 : 20 по выбору студента в количестве не менее двух. На чертежах указывают оси с привязкой данной несущей конструкции, размеры, поясняющие надписи.

Рекомендуемые узлы:

- опирание плит перекрытий на внутренние стены или колонны;
- горизонтальные и вертикальные стыки наружных стеновых панелей (в крупнопанельных зданиях);
- узлы опирания лестничного марша на промежуточные или поэтажные площадки;
- деталь примыкания или опирания вентблока на плиты перекрытия или вентшахты на плиты покрытия;
- конструктивное решение подвесных потолков (при их наличии в проектируемом здании);
- детали устройства чердачной или бесчердачной крыши;
- архитектурно-конструктивное решение балконов, лоджий, главного входа;
- детали конструкций светопрозрачных ограждений оконных блоков, витражей или витрин.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гуляницкий, Н. Ф. Архитектура гражданских и промышленных зданий : учебник для вузов / Н. Ф. Гуляницкий. – 2-е изд. – М.: Стройиздат, 1984. – Том 1 (5). История архитектуры. – 334 с.
2. Архитектура: учебник / Т. Г. Маклакова [и др.]. – М.: Изд. Ассоциации строительных вузов, 2004. – 472 с.
3. Архитектурные конструкции : учебник для вузов по спец. «Архитектура» / З. А. Казбек-Казиев [и др.]; под ред. З. А. Казбек-Казиева. – М.: Архитектура-С, 2011. – 341 с.
4. Архитектурные конструкции : учебник для вузов по спец. «Архитектура» / под ред. М. С. Туполева. – М.: Архитектура – С, 2006. – 240 с.
5. Технология возведения монолитных зданий: методические указания / сост.: А. А. Афанасьев [и др.]. – М.: МГСУ, 2001. – 32 с.
6. Архитектурные конструкции гражданских зданий / В. С. Волга [и др.]. – Киев: Будивэльнык, 1988. – 240 с.
7. Высотные здания. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-3.02-108-2008. – Минск, 2008. – 84 с.
8. Жилые здания: СНБ 3.02.04-03. – Минск: Стройтехнорм, 2015. – 22 с.
9. Инструкция по проектированию сборных железобетонных крыш жилых и общественных зданий: ВСН 35-77 / Госгражданстрой. – М.: Стройиздат, 1977. – 30 с.
10. Комиссаров, С. В. Опалубочные системы для монолитного домостроения : практическое пособие / С. В. Комиссаров, О. А. Ремейко. – М.: МГСУ, 2000 г. – 48 с.
11. Корзун, С. И. Архитектура : основы архитектурно-конструктивного проектирования : учебное пособие / С. И. Корзун. – Минск: БНТУ, 2008. – 407 с.
12. Кровли : Технические требования и правила приемки: СНБ 5.08.01-2000. – Минск: Стройтехнорм, 2000. – 23 с.
13. Линии : ГОСТ 2.303-68 ЕСКД. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1971. – 5 с. (Межгосударственный стандарт).
14. Маклакова, Т. Г. Конструкции гражданских зданий : учебник / Т. Г. Маклакова, С. М. Нанасова ; под ред. Т. Г. Маклаковой. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: АСВ, 2012. – 296 с.
15. Маклакова, Т. Г. Архитектура гражданских и промышленных зданий: учебник для вузов / Т. Г. Маклакова. – М.: Стройиздат, 1981. – 368 с.
16. Маклакова, Т. Г. Конструкции гражданских зданий. / Т. Г. Маклакова , С. М. Нанасова. – М.: АСВ, 2000. – 280 с.
17. Маклакова, Т. Г. Конструкции гражданских зданий: учебник / Т. Г. Маклакова, С. М. Нанасова. – М.: АСВ, 2002. – 272 с.
18. Маклакова, Т. Г. Проектирование жилых и общественных зданий : учебное пособие для вузов / Т. Г. Маклакова, С. М. Нанасова, В. Г. Шарапенко; под ред. Т. Г. Маклаковой. – М.: Строй-издат, 1998.

19. Николаев, С. В. Панельные и каркасные здания нового поколения / С. В. Николаев // Жилищное строительство. – 2013. – №8. – С. 2–9.
20. ОАО Минский Домостроительный комбинат // Мы строим столицу / В. И. Бацкалевич, А. Д. Дынников. – Минск: Літаратура і Мастацтва, 2011. – 124 с.
21. Основные требования к чертежам : ГОСТ 2.109-73 ЕСКД. – М.: Стандартинформ, 2007. – 29 с. (Межгосударственный стандарт)
22. Буга, П. Г. Гражданские, промышленные и сельскохозяйственные здания / П. Г. Буга. – М.: Высш. шк., 1987. – 351 с.
23. Поляк, В. Т. Архитектура: основы архитектурно-конструктивного проектирования): пособие для слушателей переподготовки по специальности 1-70 02 71 «Промышленное и гражданское строительство» / В. Т. Поляк. – БНТУ, 2013. – 70 с.
24. Поляк, В. Т. Архитектура гражданских и промышленных зданий: тексты лекций по разделу «Конструкции крупноэлементных жилых зданий для студентов-заочников специальности «Промышленное и гражданское строительство» / В. Т. Поляк. – БНТУ, 2006. – 66 с.
25. Пономарёв, В. А. Архитектурное конструирование : учебник / В. А. Пономарёв. – 3-е изд. – М., 2004. – 736 с.
26. Пособие по проектированию жилых зданий : к СНиП 2.08.01-85. – М., 1989. – 170 с.
27. Правила выполнения архитектурно-строительных рабочих чертежей : ГОСТ 21.501-93 СПДС. – М.: МНТКС. – 46 с. (Межгосударственный стандарт).
28. Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений : ГОСТ 21.501-2011. – Минск: Госстандарт, 2014.
29. Проектирование и устройство кровель : П1-03 к СНБ 5.08.01-2000.
30. Савченко, И. П. Архитектура : учебник для строит вузов и фак. / И. П. Савченко, А. Ф. Липявкин, П. П. Сербинович. – М.: Высш. шк., 1982. – 376 с.
31. Теличенко, В. И. Технология возведения зданий и сооружений : учебник для вузов / В. И. Теличенко, О. М. Терентьев, А. А. Лapidус – М.: Высш. шк., 2004. – 446 с.
32. Шерешевский, И. А. Конструирование гражданских зданий / И. А. Шерешевский. – М.: Архитектура-С, 2005. – 176 с.

Учебное издание

МНОГОЭТАЖНОЕ ГРАЖДАНСКОЕ ЗДАНИЕ

Учебно-методическое пособие
для студентов специальностей 1-69 01 01 «Архитектура»,
1-70 01 01 «Производство строительных изделий и конструкций»,
1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство»

С о с т а в и т е л и:

ГАЛИМОВИЧ Александра Борисовна
ДЕМЬЯНОВИЧ Надежда Станиславовна
ЗАЛЕССКАЯ Галина Леонидовна
МАНКЕВИЧ София Валентиновна

Редактор *Е. С. Кочерго*
Компьютерная верстка *Е. А. Беспанской*

Подписано в печать 20.11.2019. Формат 60×84 ¹/₈. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 11,74. Уч.-изд. л. 4,59. Тираж 300. Заказ 872.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.