

Министерство образования и науки РФ  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
Владимирский государственный университет

Л.А. ЕРОПОВ

# ПОКРЫТИЯ И КРОВЛИ ГРАЖДАНСКИХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

*Учебное пособие*

В пяти частях

Часть 3

Владимир 2011

УДК 692.415.5(075.8)  
ББК 38.442  
Е77

Рецензенты:

Кандидат технических наук, главный инженер Муниципального  
бюджетного учреждения г. Владимира «Владстройзаказчик»  
*С.В. Царьков*

Кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой архитектуры  
Пермского государственного технического университета  
*Л.В. Сосновских*

Кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой строительных  
конструкций Пермского государственного технического университета  
*А.В. Калугин*

Печатается по решению редакционного совета  
Владимирского государственного университета

**Еропов, Л.А.**

Е77      **Покрытия и кровли гражданских и промышленных зданий.**  
В 5 ч. Ч.3 : учеб. пособие / Л. А. Еропов ; Владим. гос. ун-т. –  
Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2011. – 82 с.  
ISBN 978-5-9984-0114-5

В данной части автор продолжает рассматривать вопросы, изложенные в первой и второй частях пособия, изданных Владимирским государственным университетом в 1995 и 1998 гг., соответственно.

Настоящее издание содержит теоретические и проектные положения по проектированию конструкций покрытий и их отдельных частей, изучается опыт проектирования и строительства светопрозрачных покрытий зданий и сооружений, мансард, эффективных несущих деревянных конструкций покрытий.

Приведены конструктивные решения светопрозрачных и мансардных покрытий жилых, общественных, промышленных и культовых зданий, рекомендации по изучению покрытий зданий в вузах.

В последующих двух частях будут рассмотрены вопросы устройства большепролетных пространственных покрытий, проектирования и разработки новых кровельных материалов.

Предназначено для студентов старших курсов специальностей 270100 – строительство (бакалавриат) и 270102 – промышленное и гражданское строительство всех форм обучения, выполняющих курсовые проекты по дисциплинам «Архитектура», «Архитектура гражданских и промышленных зданий и сооружений», «Строительные конструкции». Может использоваться студентами и в дипломном проектировании.

Ил. 55. Табл. 1. Библиогр.: 31 назв.

УДК 692.415.5(075.8)  
ББК 38.442

ISBN 978-5-9984-0114-5

© Владимирский государственный  
университет, 2011

## ВВЕДЕНИЕ

*В нашей стране создано множество интересных и заслуживающих внимания конструктивных решений покрытий. Студентам надо их знать и умело применять в будущей проектной или производственной практике.*

*Использование данного пособия в учебном процессе при дипломном и курсовом проектировании позволит студентам – будущим строителям и проектировщикам – удачно выбрать и умело применить тот или иной вид покрытия и кровли. В процессе проектирования покрытий возникает множество нерешенных ранее вопросов и проблем. В пособии приводятся подходы и пути решения таких проблем.*

*В нем освещены вопросы устройства, представлены виды устройства светопрозрачных покрытий, виды и устройства мансард, отвода воды с мансардных крыш. Содержатся проектные и конструктивные решения мансардных покрытий мало- и многоэтажных зданий, виды и способы устройства на них кровельных покрытий.*

*На основе изучения накопленного опыта проектирования покрытий следует ориентировать студентов на создание собственных разработок.*

## Глава 1. СВЕТОПРОПУСКАЮЩИЕ ПОКРЫТИЯ

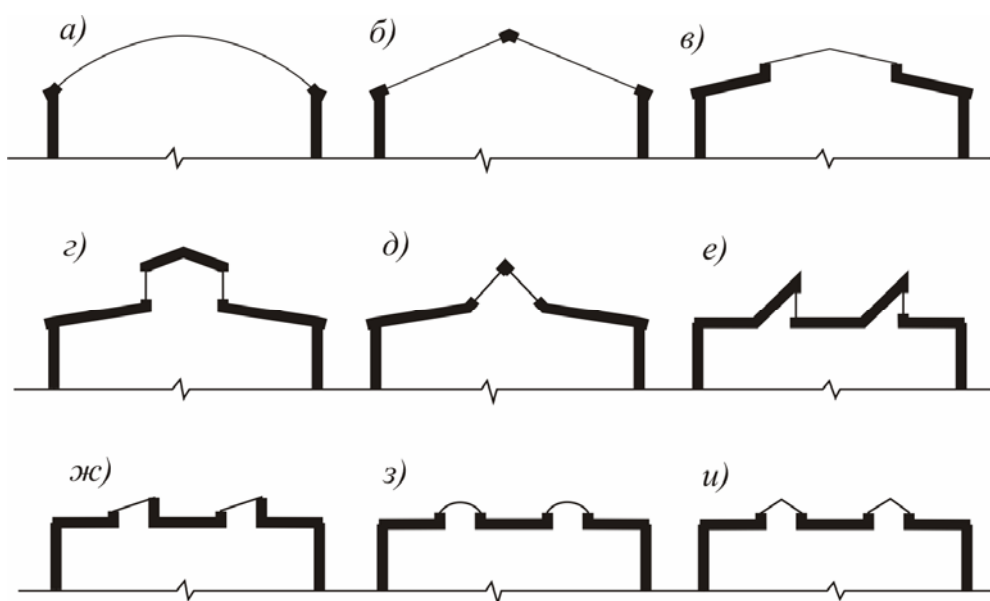
### § 1.1. *Виды и особенности светопропускающих покрытий*

Светопропускающие покрытия служат для освещения помещений зданий естественным светом. Системы верхнего освещения принимают следующими: со светопропускающим (светопрозрачным) покрытием по всей площади или большей части площади пролетов; со светопрозрачным заполнением по боковым поверхностям надстроек на части площади пролета; с точечным светопропускающим заполнением сверху. Светопрозрачные покрытия пропускают естественный свет сверху. Их выполняют с остекленными крышами по всей площади или на большей ее части. Такие покрытия еще называют стеклянными крышами. Светопрозрачные заполнения по боковым поверхностям надстроек на части площади пролета выполняют в виде прямоугольных, треугольных, трапециевидных и шедовых фонарей относительно большой длины и ширины. При этом боковые светопрозрачные заполнения могут выполняться с открывающимися створками. Такие фонари предназначены не только для освещения, но и для аэрации и их относят к светоаэрационным. Точечное освещение выполняется в основном с помощью зенитных фонарей или самонесущих светопрозрачных конструкций с относительно небольшими размерами по длине, ширине или диаметру – от 1 до 6 м. В зенитных фонарях сверху устраивается светопрозрачное покрытие. Схемы устройства верхнего освещения в общественных зданиях приведены на рис. 1.1. Верхнее освещение может обеспечить нормированные показатели освещенности помещений в зальных помещениях большой ширины за счет улучшения равномерности и интенсивности освещенности естественным светом.

Особенность верхнего освещения – отсутствие слепящей яркости от прямых и отраженных лучей солнца. Верхние световые проемы очень удачно согласуются с архитектурными требованиями интерьеров и с

требованиями к освещению, решаемому на основе светотехнических расчетов. Конструкции верхнего освещения создают удачное архитектурное и цветовое решение, придают зданиям современный внешний вид.

Системы верхнего освещения применяют в зданиях выставок, вокзалов, почтамтов, в спортзалах, в музеях, картинных галереях, где необходимо равномерное рассеянное освещение, предупреждающее эффекты слепимости и появления бликов, обеспечивающее проникновение прямых солнечных лучей. Верхнее освещение так же применяют для повышения интенсивности и равномерности освещения залных помещений промышленных зданий. Таким образом в качестве верхнего освещения помещений общественных и промышленных зданий естественным светом применяют светопрозрачные покрытия и фонари различного вида. Новые технологии в области производства стекла и новых светопропускающих материалов позволили разработать большое количество конструкций светопропускающих элементов. С помощью их выполняют покрытия атриумов, куполов, арок, пирамид, галерей, наклонных скатов, многоугольников и так далее.



*Рис. 1.1. Основные схемы светопропускающих покрытий в зданиях: а – полукруглого светопрозрачного покрытия; б – двускатного светопрозрачного покрытия; в – двускатного на части площади светопрозрачного покрытия; г – прямоугольного фонаря; д – треугольного фонаря; е – шедового фонаря; ж – зенитного односкатного фонаря; з – зенитного полукруглого фонаря; и – зенитного двускатного фонаря (тонкими линиями показаны светопропускающие заполнения)*

В качестве светопропускающих элементов покрытий используют силикатное стекло, акриловое оргстекло, поликарбонатные стекло и панели, листы из поливинилхлорида (ПВХ), полиэфира и полистирола. Наиболее часто применяют силикатное стекло. В светопропускающих элементах покрытий оно должно быть закаленным или армированным в середине или снизу полимерной пленкой. Толщина силикатного стекла принимается в зависимости от вида светопропускающей конструкции и принимается от 4 мм и более. Силикатное стекло более дорогое по сравнению с полимерными видами стекла. Стеклопакеты, используемые для заполнения покрытий и фонарей, изготавливают также с применением силикатного стекла. Толщина стекла в стеклопакетах от 4 до 5 мм (в зависимости от уклона покрытия). В последнее время применяют специальные высокопрочные стекла, прошедшие закалку и имеющие дополнительное армирующее покрытие с нижней стороны, предотвращающее падение осколков при их разрушении.

Используемое для остекления покрытий акриловое оргстекло (полиметилметакрилат) дешевле силикатного. В зависимости от способа производства выпускают литьевое и экструзионное оргстекло, физические свойства которых различаются незначительно. Однако при обработке экструзионное оргстекло обладает более низкой вязкостью при повышенной температуре, в результате чего оно более растяжимо и, следовательно, более технологично. Литьевое оргстекло лучше полируется, хорошо формуется и имеет повышенную ударную прочность. Литьевое оргстекло обладает ярким глянцем поверхностей и высокой оптической чистотой. Стандартные размеры оргстекла: 2050 × 3050, 3030 × 2030 мм, диапазон толщин – от 1 до 24 мм. Листы оргстекла могут быть прозрачными, окрашенными, бесцветными, светорассеивающими.

Поликарбонатные светопропускающие элементы для покрытий выпускают в виде литых монолитных листов (марки ЛПК) и сотовых плит. Сотовый поликарбонат производят из высококачественного поликарбоната методом экструзии (рис. 1.2). Сотовые поликарбонатные листы имеют следующие стандартные размеры: 2100 × 6000, 2100 × 12000 мм, толщина: 4; 6; 8; 16; 20 мм. Стандартные цвета плит: бесцветный, белый, бронзовый, синий, зеленый, бирюзовый.



*Рис. 1.2. Вид плит из сотового поликарбоната*

Преимущества сотового поликарбоната: низкий вес, высокая ударная прочность, высокая тепло- и звукоизоляция, высокое светопропускание и рассеивание световых лучей, огнестойкость (материал плавится, не допуская распространения пламени), широкий температурный диапазон эксплуатации (от  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+120\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), высокая устойчивость к различным атмосферным воздействиям, высокая химическая устойчивость (возможность применения в агрессивных средах), большие габаритные размеры листов, легкость обработки и сборки. Цвет плоских листов может быть прозрачный, бронзовый, голубой, бирюзовый, серый, зелёный.

Листы из монолитного поликарбоната выпускают с глянцевыми ровными и неровными (над кварцевой посыпкой) поверхностями. Толщина листов составляет от 2 до 12 мм, стандартные размеры листа:  $2050 \times 3050$  мм. Из поликарбоната производят светопрозрачные панели под относительно легкий каркас с расстоянием между несущими элементами до 1,5 – 3,0 м.

Светопрозрачные листы из ПВХ, полиэфира и полистирола имеют менее качественные характеристики по светопропусканию, стойкости к климатическим воздействиям, прочности в сравнении в вышеуказанными.

По конструктивному признаку светопропускающие конструкции покрытий можно разделить на следующие типы:

- с профилями из алюминия, стали, ПВХ и с заполнением одинарным стеклом, стеклопакетами, полимерными материалами;
- самонесущие из светопропускающих элементов;
- фонари;
- мансардные окна.

Светопропускающие конструкции выпускают «теплыми» и «холодными». «Теплая» светопропускающая конструкция должна обеспе-

чивать теплоизоляцию (летом и зимой), статическую прочность, гидроизоляцию, пароизоляцию, звукоизоляцию, вентиляцию стыков и дренаж конденсата, противопожарную защиту, молниезащиту. К «холодным» конструкциям требования менее жесткие. Они не обеспечивают теплоизоляцию зимой, поэтому их применяют для неотапливаемых зданий.

Светопрозрачные конструкции на основе профилей из ПВХ применяют для малых пролетов, для средних пролетов – алюминиевые, для больших пролетов – стальные. Между профилем и светопропускающим элементом пропускают уплотнители из синтетического каучука. С внутренней стороны устраивают прочный, способный удерживать стекло, уплотнитель, с внешней стороны – уплотнитель мягкий, плотно прилегающий к стеклу. Для удаления конденсата системы оснащаются скрытыми желобами. При изготовлении каркасов используются профили с теплоизоляционными вставками, перекрывающими приток холодного воздуха. С целью исключения образования конденсата на профилях и на внутренних сторонах светопрозрачных элементов необходимо обеспечить вентиляцию стыков светопрозрачной конструкции и дренаж образующейся влаги. При этом конструкция крыши должна оставаться герметичной, иметь возможность проветривать пространство вокруг каждого светопропускающего элемента. При допустимости конденсата угол крыши должен быть достаточно большим, чтобы вода не капала вниз, а стекала по кровельному материалу в сточные желоба горизонтальных профилей и далее в желоба вертикальных профилей, которые выведены наружу. Если требуется избежать конденсата, то поверхность стекла или иного кровельного материала должна быть достаточно теплой или сухой. В таком случае надо либо обеспечить достаточную вентиляцию внутренней поверхности стекла, либо использовать стекла с электроподогревом.

Алюминиевые профили светопрозрачных конструкций отличаются легкостью при достаточной прочности и не подвержены коррозии. Они устойчивы к вредным воздействиям, вызываемым дождями и снегом. Алюминиевые профили выполняются из сплава алюминия, магния и кремния. Стальным профилям присущи качества: высокая прочность, низкая деформируемость и свариваемость.



Алюминий и сталь обладают высокой теплопроводностью, и поэтому выпускают два вида профилей из них: «холодный» и «теплый». У «теплых» профилей наружная и внутренняя оболочки соединены между собой термоизолирующей вставкой, которая, прерывая поток тепла, обеспечивает необходимую теплоизоляцию профиля. Вставка изготавливается из армированного стекловолокном полиамида. Наряду с выполнением теплоизоляционной функции, термоизолирующая вставка также воспринимает статические нагрузки. В «холодных» профилях термоизолирующая вставка отсутствует.

Для теплых алюминиевых систем необходимо выполнять теплоизоляцию таким образом, чтобы светопропускающая конструкция нормально эксплуатировалась и жарким летом, и холодной зимой. Для этого следует применять стеклопакеты со специальными стеклами или другие материалы, препятствующие проникновению ультрафиолетового излучения снаружи и инфракрасного излучения от систем отопления изнутри.

Полимерные профили из ПВХ устойчивы к воздействию щелочей, кислот и извести и атмосферным воздействиям. Профили из ПВХ усиливаются армирующими стальными стержнями или проволокой.

Для повышения звукоизоляции необходимо предпринять ряд конструктивных мер. Например, внутри отдельных панелей располагают две пластины из жесткого материала, между которыми размещают мягкую среду, например минеральную вату. Такой сэндвич хорошо препятствует прохождению звуковых колебаний.

Для обеспечения необходимой огнестойкости светопрозрачной конструкции выбирают соответствующий материал, разрабатывают мероприятия по защите их от прямого контакта с огнем, устанавливают системы автоматического оповещения и пожаротушения на нижней поверхности крыши. Светопрозрачные кровли могут иметь систему автоматического открытия окон дымоудаления.

Молниезащита системы верхнего освещения обеспечивается совместно с заземлением всего здания. Как правило, металлическая конструкция заземляется в нескольких местах, путем присоединения проводов к общей нулевой шине всего здания.

Самонесущие светопропускающие элементы устраиваются в виде различных листов, арок, сегментов или куполов. Прочностные свой-

ства им придают ребра жесткости, гофры, волны, которые способом горячего формования получают в процессе изготовления изделий. В этих случаях в качестве светопропускающих элементов применяются полимерные волнистые материалы.

Прозрачные волнистые кровельные самонесущие светопропускающие листы выполняются из стеклопластиков, органического стекла. В настоящее время выпускают окрашенный в различные цвета стеклопластик в виде гофрированных листов и изготовленных на основе полиамидной, полиэфирной смолы, усиленной стекловолокнистым наполнителем. Все большее распространение получают кровельные листы из прозрачного акрилового или поликарбонатного оргстекла, в том числе самонесущие изогнутые профильные листы длиной до 7 м.

В последнее время разрабатываются новые виды верхнего освещения. Примером могут служить световые шахты со светопринимающими и светоотдающими элементами. Световые шахты цилиндрической формы устанавливают на несколько этажей здания, при этом светопринимающие элементы шарообразной формы выносятся выше уровня кровли. В таких шахтах свет снаружи проникает через остекленные проемы шара и передается в шахту через систему зеркал, установленных внутри шара и шахты под специальными углами. Отдача света из шахт в помещения происходит через их остекленные проемы. Такие конструкции позволяют осуществлять освещение помещений верхним светом на различных этажах и при относительно большой длине и ширине зданий. Техническая целесообразность и экономическая эффективность новых видов светопроводящих конструкций в значительной степени зависят от правильного применения и учета специфических свойств несущих и ограждающих конструкций.

## **§ 1.2. Светопрозрачные покрытия**

Светопрозрачная крыша придает зданию своеобразный стиль стеклянной архитектуры. Она издали привлекает внимание и в то же время создает пронизанные светом, комфортные помещения. Благодаря многофункциональности используемых систем можно сконструировать самые разнообразные по размеру, форме и выполняемым функци-

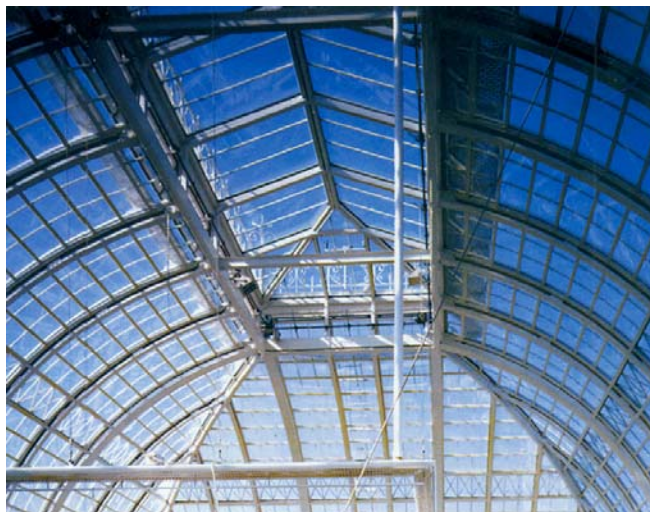
ям светопрозрачные крыши, например как аркады, стеклянные купола, пирамиды и цилиндрические своды (рис. 1.3).

Оригинальные конструктивные решения покрытий со светопрозрачными покрытиями имеют крупные объекты – торговые центры, административные здания, гостиницы, выставочные залы, центры развлечений. Под такими покрытиями можно располагать зимние сады. Применение в зданиях зимних садов под стеклянными крышами создаёт современные интерьеры помещений. Зимние сады могут

быть маленькими верандами и крупными павильонами в торговых залах, плавательных бассейнах, отдельно стоящих галереях. Характерный признак зимнего сада – наличие максимальной площади остекления покрытий, стен и озеленение некоторых участков пола. Конструкции зимнего сада проектируются преимущественно из алюминиевых элементов, включая ряд стеклянных перегородок и дверей (рис. 1.4).

Светопрозрачные покрытия представляют собой сложные конструкции из стекла или стеклопакетов, распо-

а)



б)



*Рис. 1.3. Виды остекленных светопрозрачных покрытий общественных зданий: а – с арочными несущими конструкциями; б – купольный*



*Рис. 1.4. Интерьер здания с зимним садом под стеклянной крышей*

лагаемых над легкими несущими конструкциями, преимущественно металлическими. Несущими конструкциями могут быть арки, балки, фермы с расположенными на них второстепенными балками или прогонами. Светопрозрачные конструкции выполняют или не несущими – из стекла или стеклопакетов, или самонесущими – с ребрами жесткости (рис. 1.5). Основные формы светопрозрачных покрытий показаны на рис. 1.6.

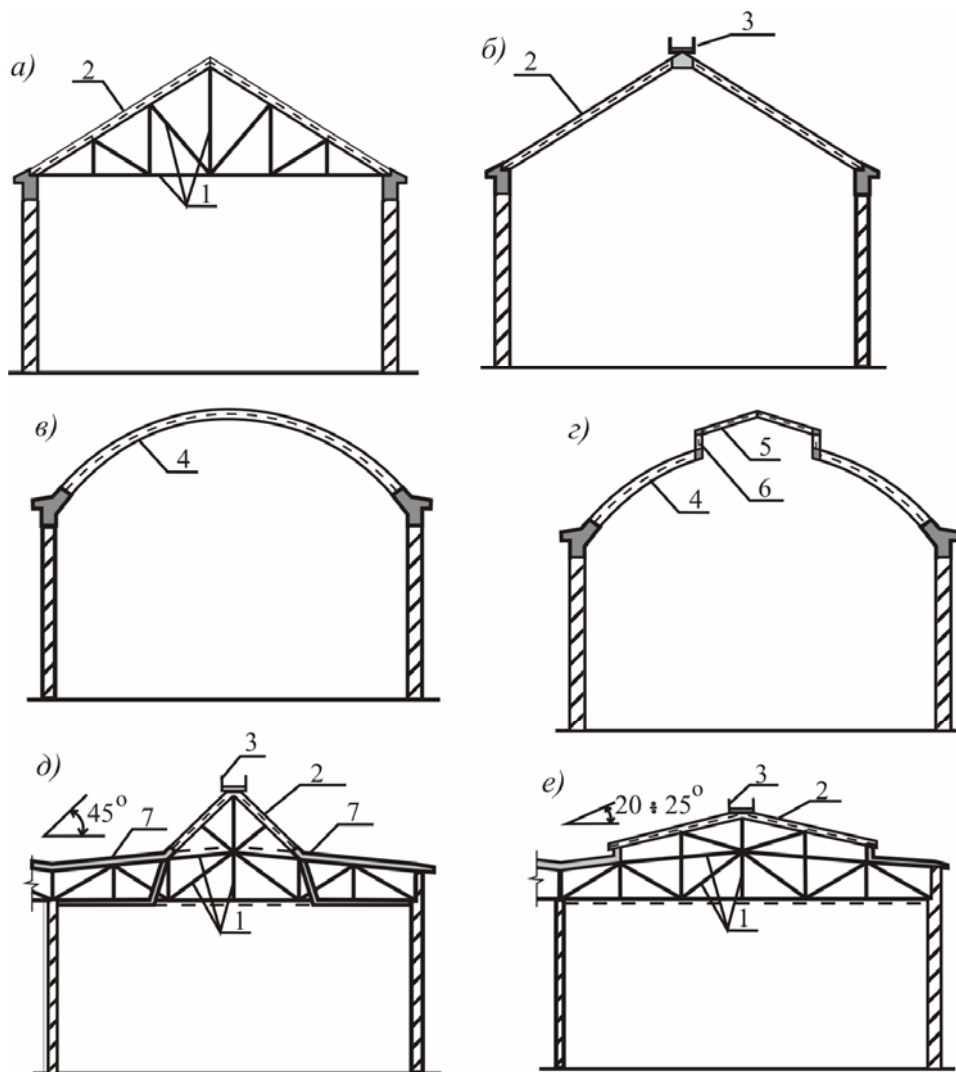
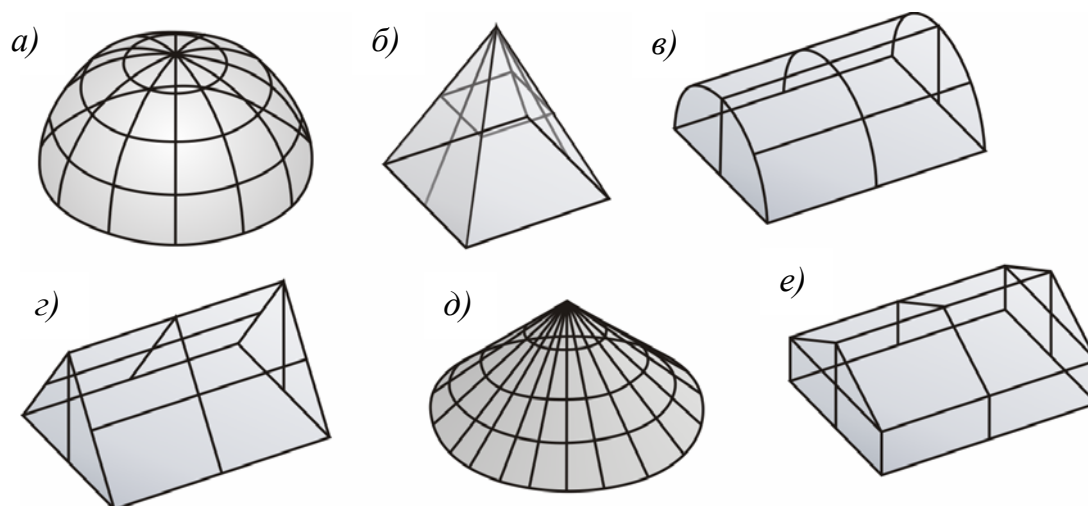


Рис. 1.5. Схемы поперечных разрезов светопрозрачных покрытий: а, б – с прямолинейными скатами; в – с криволинейными скатами; г, д, е – в виде надстроек над крышей; 1 – несущие конструкции покрытия; 2 – светопропускающие плоские покрытия; 3 – ходовые мостики (для обслуживания покрытия); 4 – светопропускающие криволинейные покрытия; 5 – светопропускающие плоские заполнения надстроек; 6 – светопропускающие боковые заполнения надстроек; 7 – ограждающие конструкции покрытия

Самонесущие светопропускающие элементы выполняются в виде различных арок, сегментов, куполов, волнистых листов. Прочностные свойства им придают ребра жесткости, которые способом горячего формования получают в процессе изготовления изделий. В этих случаях для светопрозрачных элементов применяются полимерные материалы.



*Рис. 1.6. Основные формы светопрозрачных покрытий: а – рамная; б – треугольная; в – пирамидальная; г – полукруглая; д – сферическая; е – коническая*

Световые проемы в неутепленных покрытиях с кровлей из профилированных асбестоцементных или стальных листов рекомендуется заполнять вставками из светопрозрачного профилированного или волнистого ПВХ, форма поперечного сечения которых соответствует форме листов основной кровли. При устройстве различных навесов для автомобилей, террас, беседок, веранд, крытых рынков, неотапливаемых промышленных зданий используются светопрозрачные волнистые листы из экструдированного ПВХ (по типу прозрачного шифера), или пластины со специальными трубчатыми швами для соединения из ПВХ. Листы крепятся к прогонам или обрешетке. Волнистые листы закрепляются винтом через предварительно высверленное отверстие, а пластины крепятся друг к другу путем вдавливания один в другой трубчатых швов, расположенных по краям. К обрешетке их прикрепляют с помощью фиксаторов, находящихся внутри трубчатого шва.

Поэтому вся светопрозрачная конструкция не имеет сквозных отверстий. Крепление светопрозрачных вставок к прогонам осуществляется самонарезающими винтами или болтами со специальными шайбами и прокладками, устанавливаемыми по гребням (рис. 1.7) [21].

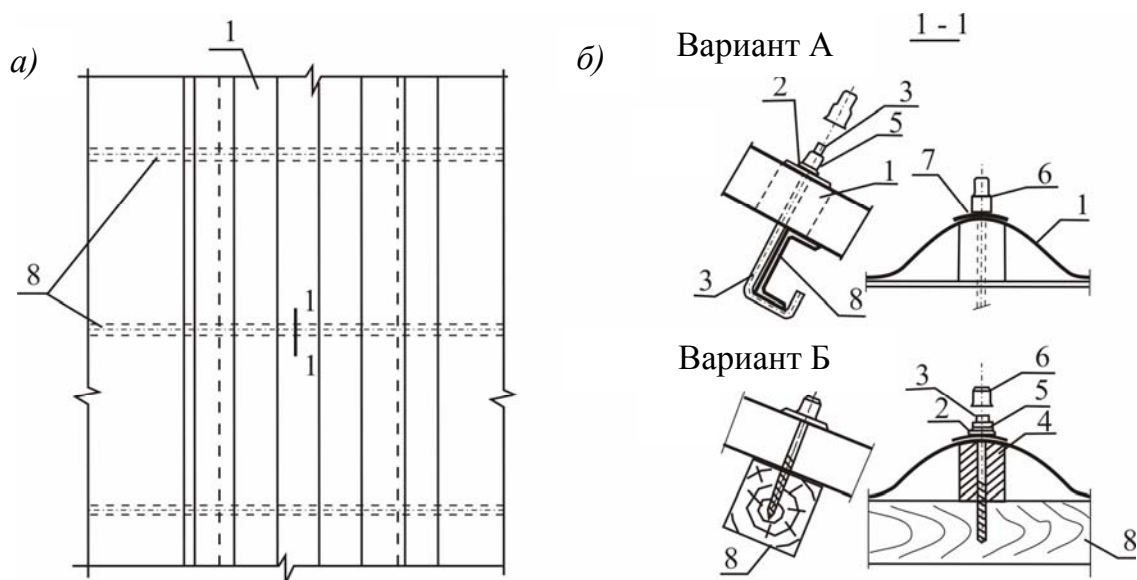


Рис. 1.7. Узлы крепления из светопропускающего волнистого ПВХ к балкам покрытия: а – фрагмент покрытия, б – узлы крепления (к стальным – вариант А, деревянным – вариант Б); 1 – светопропускающий элемент из ПВХ; 2 – накладка; 3 – крепежный элемент; 4 – хомут; 5 – шайба; 6 – защитный колпачок; 7 – герметизирующая прокладка; 8 – балка

### § 1.3. Зенитные фонари

Зенитные фонари предназначены для устройства верхнего естественного освещения помещений общественных и производственных зданий. Необходимость применения зенитных фонарей возникает в том случае, если боковое освещение в условиях слишком плотной городской застройки не способно в достаточной степени разрешить проблему естественного освещения здания. Зенитные фонари обладают высокой световой активностью, имеют небольшой вес и хорошие эксплуатационные качества. Недостаток таких фонарей – повышенная загрязняемость пылью.

В плане зенитные фонари могут быть прямоугольной, квадратной, круглой формы. Длина фонарей принимается от 1 до 6 м, ширина – от 1 до 3 м, диаметр – от 1,2 до 3 м (рис. 1.8, 1.9). Светопрозрачное по-

крытие устраивается на фонарях сверху. Расстояние в свету между фонарями должно составлять не менее 6 м при площади проемов от 6 до 18 м<sup>2</sup> и не менее 3 м при площади проемов до 6 м<sup>2</sup>. При совмещении фонарей в группы они принимаются за 1 фонарь, к которому относятся все указанные ограничения. Площадь проема одного фонаря должна быть не более 12 м<sup>2</sup> при удельной массе светопропускающих элементов не более 20 кг/м<sup>2</sup>, и не более 18 м<sup>2</sup> при удельной массе светопропускающих элементов не более 10 кг/м<sup>2</sup>. При этом рулонная кровля должна иметь защитные покрытия из гравия или крупнозернистой посыпки [21].

Проектирование зенитных фонарей в современных зданиях – задача большой сложности и должна решаться комплексно с учетом всех существующих факторов. Проектно-строительные решения зенитных фонарей должны гарантировать соблюдение всех необходимых требований.

Конструкции зенитных фонарей могут быть самонесущими или на каркасах и выполняются в различных конфигурациях: от односкатных и двускатных крыш до сложной геометрии куполов, арочных сводов и пирамид. В торгово-развлекательных комплексах, художественных галереях, офисных зданиях и учреждениях все большей популярностью пользуются эффектные атриумы. Довольно часто эта часть архитектурного ансамбля служит для объединения нескольких зданий с образованием закрытого светлого внутреннего дворика.

Зенитные фонари классифицируются по следующим признакам:

- форме поверхности элементов светопропускающего заполнения (односкатные, двускатные, пирамидальные, криволинейные);
- конструктивным решениям (глухие и открывающиеся).

Зенитные фонари должны обеспечивать надежную защиту от атмосферных осадков и других неблагоприятных факторов окружающей среды. Как правило, зенитные фонари оборудуются двухуровневым отводом влаги, что позволяет использовать эти конструкции в помещениях с повышенной влажностью (бассейнах, зимних садах и тому подобное).

В качестве элементов светопрозрачного заполнения фонарей используют листовое стекло, клееные стеклопакеты одно- и двухкамерные, двухслойные купола из органического стекла. Основные из них:

- силикатное стекло толщиной 6 мм;
- поликарбонатные панели и стекла;
- однокамерный стеклопакет толщиной 24 мм;
- двухкамерный стеклопакет толщиной 32 мм.

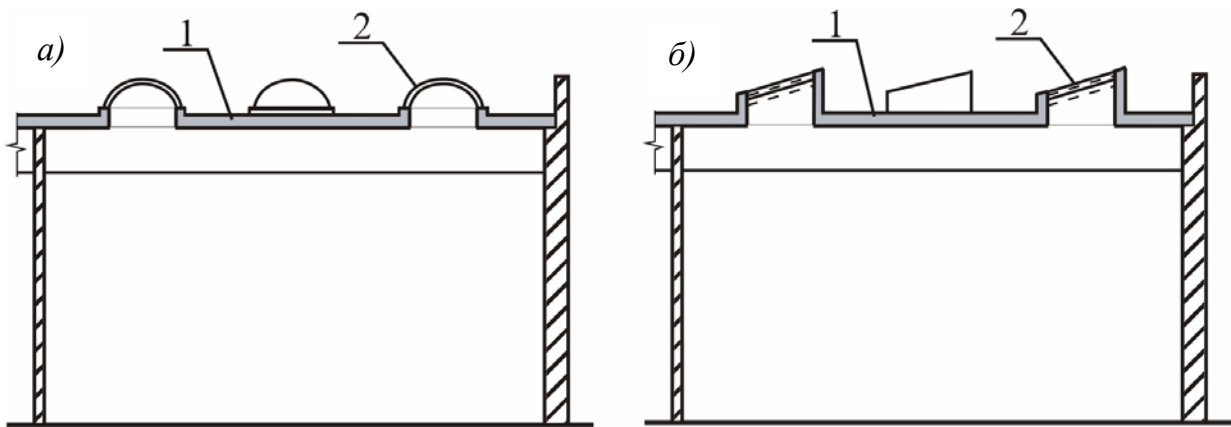


Рис. 1.8. Формы зенитных фонарей: а – с полукруглым покрытием; б – с односкатным покрытием

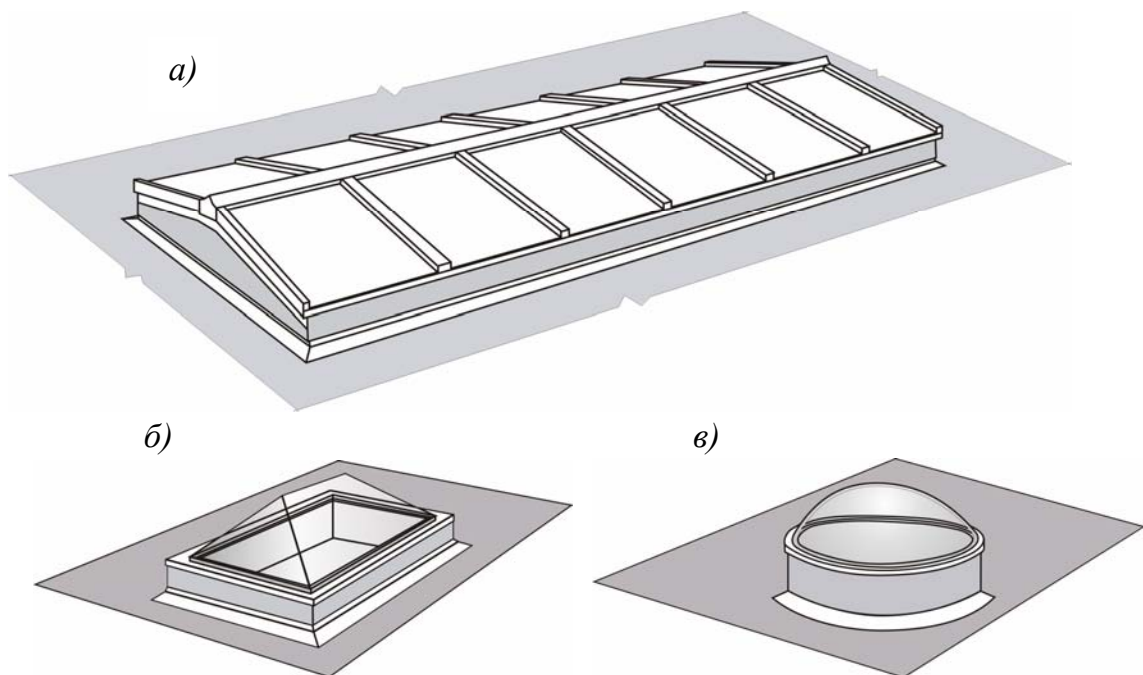


Рис. 1.9. Устройство зенитных фонарей на покрытиях зданий: а – со стеклопакетами; б – плоскими светопропускающими элементами; в – с полимерными светопропускающими элементами сферической формы

Для устройства верхнего естественного освещения помещений применяют, в основном, стандартные решения зенитных фонарей. Их



конструкции включают в себя следующие элементы: несущие элементы каркаса, детали опорного контура, светопропускающие заполнения, створки, приборы и механизмы открывания, нащельники, уплотнительные прокладки, утеплители, фартуки, предохранительные сетки, герметики, крепежные и другие детали. В этих фонарях светопропускающие элементы из силикатного стекла и стеклопакетов опираются на несущие конструкции по всему периметру. При устройстве зенитных фонарей обеспечивают независимость их статической работы от несущих элементов покрытия.

Опорные контуры изготавливают из листовой стали, стеклопластика, асбестоцемента, алюминиевых сплавов и других материалов. Несущие стержневые конструкции элементов светопропускающего заполнения (каркас) зенитных фонарей могут выполняться из алюминиевых или стальных профилей. Крепление элементов светопропускающего заполнения (стеклопакетов, панелей из поликарбоната) производится с помощью нащельников, закрепляемых к опорным конструкциям шурупами или самонарезающими винтами. Нащельники выполняют из алюминиевых или холодногнутых стальных профилей. Крепления элементов светопропускающего заполнения фонарей должны обеспечивать независимость их температурных деформаций от несущих конструкций, т.е. конструктивное решение зенитных фонарей должно обеспечивать независимость их статической работы от несущих элементов покрытия.

Стандартные детали опорных контуров зенитных фонарей изготавливают из тонколистовой стали и холодногнутых стальных профилей. Соединение деталей опорных контуров и рамных элементов выполняют на болтах, самонарезающих винтах и сварке. Опорные контуры должны быть утеплены и защищены от коррозии. Материалы, применяемые для антикоррозийных покрытий, должны соответствовать СНиП 2.03.11-85.

На покрытиях из сборных железобетонных элементов опорные контуры зенитных фонарей устанавливают на специальные плиты с проемами или на монолитные железобетонные участки покрытий, имеющие световые проемы, а на покрытиях из профилированного стального настила – на стальные прогоны. Возвышение зенитных фонарей над кровлей должно быть не менее 300 мм. Угол наклона к горизонту све-

топропускающих элементов в фонарях принимают не менее  $12^\circ$ . Грани опорных контуров выполняют горизонтальными или наклонными. Угол наклона контуров к вертикали должен быть не более  $30^\circ$ . Несущие стержневые каркасы зенитных фонарей изготавливают из тонколистовой стали или холодногнутых стальных профилей. Соединение этих деталей рекомендуется выполнять на болтах, самонарезающих винтах, сварке. Опорные контуры должны быть утеплены и защищены от коррозии.

Утепление опорных контуров зенитных фонарей производят плитными эффективными утеплителями из негорючих или слабогорючих материалов с плотностью не более  $250 \text{ кг/м}^3$ , к которым относятся жесткие и полужесткие минераловатные плиты, плиты теплоизоляционные из пенопласта, плиты полистирольные типа ПСБ-С-35. Наклейку плит утеплителя на стенки опорного контура рекомендуется производить на горячей битумной мастике теплостойкостью до  $100^\circ\text{C}$ .

Уплотнение стыков элементов светопропускающего заполнения фонарей между собой и стыков между этими элементами и опорными контурами выполняют полимерными профилированными и плоскими пористыми прокладками, а их герметизацию – силиконовыми или тиоколовыми герметиками, самоклеющимися лентами и другими подобными материалами. Заделку стыков конструкций светопропускающего заполнения следует выполнять вспененным полимерным материалом. Такие уплотнители позволяют использовать конструкции зенитных фонарей при перепаде температур от  $-50$  до  $+80^\circ\text{C}$  и в зонах сильного солнечного излучения.

Уплотнители, прокладки, герметики и другие полимерные материалы, применяемые в конструкциях зенитных фонарей, должны быть защищены от прямого солнечного облучения нащельниками или фартуками, изготовленными из стального оцинкованного листа толщиной  $0,5 - 0,7$  мм. Для вентиляции и дымоудаления зенитные фонари оборудуются вентиляционными люками, которые могут управляться в ручном, полуавтоматическом или автоматическом режимах. Примеры конструктивного решения зенитных фонарей со светопропускающими элементами из органического стекла и стеклопакетов и узлы их опирания показаны на рис. 1.10, 1.11 [21].

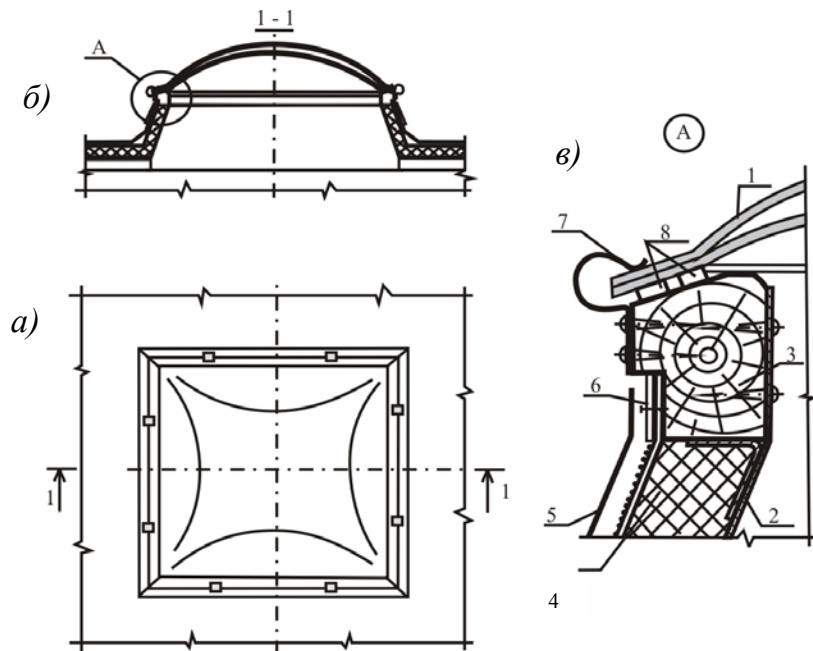


Рис. 1.10. Зенитный фонарь со светопропускающим элементом из органического стекла: а – вид фонаря сверху; б – разрез 1 – 1; в – узел А; 1 – двухслойный купол из органического стекла; 2 – опорный контур; 3 – деревянная рама; 4 – утеплитель; 5 – фартук; 6 – прижимная планка; 7 – прижимная клемма; 8 – уплотнитель

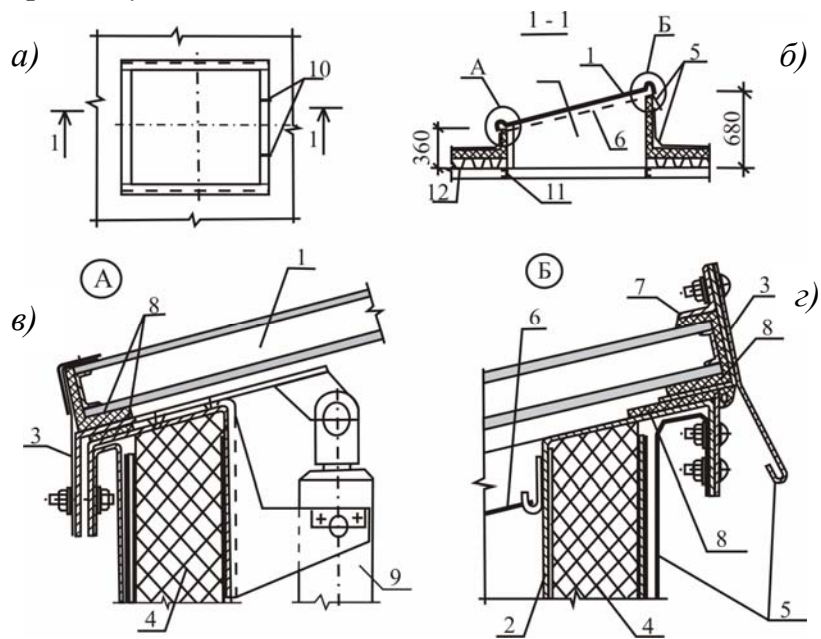


Рис. 1.11. Открывающийся зенитный фонарь с однокамерным стеклопакетом и механизмом открывания: а – вид сверху; б – разрез 1 – 1; в – узел А; г – узел Б; 1 – стеклопакет; 2 – опорный контур; 3 – стальная рама; 4 – утеплитель; 5 – фартук; 6 – защитная сетка; 7 – прижимной элемент; 8 – резиновые прокладки; 9 – механизм открывания; 10 – болты; 11 – несущие прогоны; 12 – профилированный настил

Для устройства верхнего естественного освещения помещений с подвесными потолками рекомендуется применять зенитные фонари со светопроводными шахтами (рис. 1.12). Поверхности внутренних граней опорных контуров фонарей и светопроводных шахт следует окрашивать материалами, имеющими коэффициент отражения не менее 0,85. Установка остекления в плоскости подвесного потолка не рекомендуется.

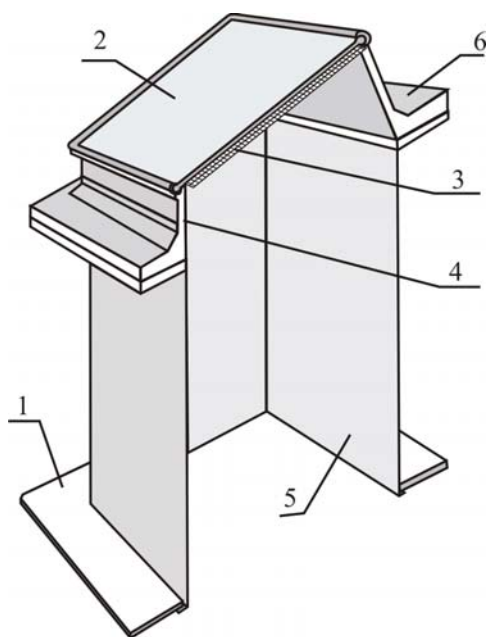


Рис. 1.12. Зенитный фонарь со светопроводной шахтой: 1 – подвесной потолок; 2 – светопропускающее заполнение; 3 – защитная сетка; 4 – опорный контур; 5 – светопроводная шахта; 6 – кровля

При применении светопропускающих элементов из стеклопакетов, нижний слой которых (обращенный в сторону помещения) выполнен из защитного многослойного стекла или стекла с наклеенной на его нижнюю поверхность защитной полимерной пленкой, предохранительная сетка может не устанавливаться.

Зенитные фонари со светопропускающими элементами из материалов групп Г3 и Г4 (по горючести) допускается применять в производственных зданиях I, II и III степени огнестойкости класса пожарной опасности С0 в помещениях категорий В4, Г и Д с покрытиями из материалов с пожарной опасностью НГ и Г1 и рулонной кровлей, имеющей покрытие из гравия или крупнозернистой посыпки. Степень огнестойкости и класс конструктивной пожарной опасности здания определяются по действующим нормативным документам (СНиП 21-01-97. Пожарная безопасность зданий и сооружений). Общая площадь

светопропускающих элементов таких фонарей не должна превышать 15 % общей площади покрытия.

#### § 1.4. Светоэрационные фонари

Для устройства верхнего естественного освещения и вентиляции помещений, избытки явного тепла в которых превышают  $23 \text{ Вт/м}^3$ , применяют, в основном, прямоугольные одноярусные светоэрационные фонари, но могут применяться и шедовые (рис. 1.13). Двухъярусные светоэрационные фонари применяют только при соответствующем технико-экономическом обосновании целесообразности их использования.

Светоэрационные фонари должны располагаться по оси пролетов здания. Длина фонарей не должна превышать 84 м и зависит от деформаций температурного удлинения их несущих и ограждающих конструкций. Расстояние между торцами фонарей, а также от торца фонаря до наружной стены должно быть не менее 6 м. Оптимальная ширина прямоугольных фонарей составляет 0,4 – 0,6 от ширины пролета здания, а отношение высоты фонарей к ширине – в среднем 0,3 и не более 0,45. Прямоугольные фонари (рис. 1.14) принимаются шириной от 3 до 12 м. Для обеспечения равномерного освещения расстояние между осями смежных фонарей принимают не более  $2,5 h$ , где  $h$  – расстояние от рабочей поверхности помещения до низа остекления фонаря. Расстояние между остеклениями смежных фонарей должно быть больше суммы высот смежных фонарей [21].

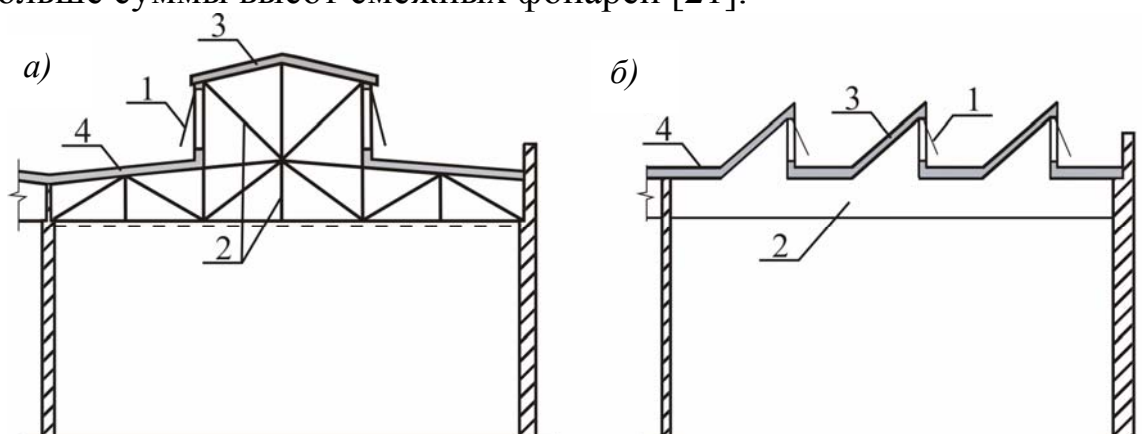


Рис. 1.13. Светоэрационные фонари: а – прямоугольный; б – шедовый; 1 – светопропускающие открывающиеся створки; 2 – несущие конструкции покрытия и фонаря; 3 – ограждающие конструкции фонаря; 4 – ограждающие конструкции покрытия

Открывание створок фонарей должно быть механизированным из помещений и дублировано ручным управлением. Для открывания фонарей рекомендуется применять механизмы речного типа.

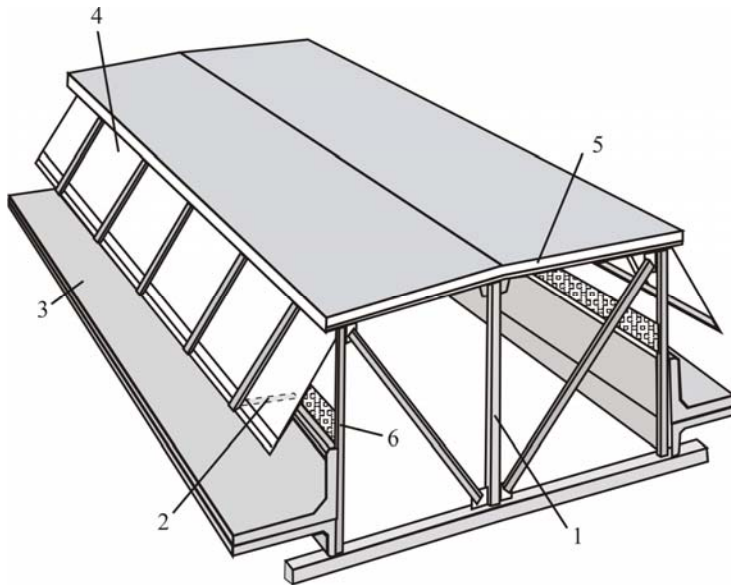


Рис. 1.14. Одноярусный светоаэрационный фонарь: 1 – несущие элементы (фонарная рама); 2 – механизм открывания; 3 – рамочный створочный элемент; 4 – светопропускающее заполнение; 5 – покрытие; 6 – защитная сетка

Прямоугольные фонари состоят из фонарных рам, рамочных створочных или бортовых элементов, боковых ограждающих панелей с открывающимися светопропускающими створками, торцевых панелей и покрытия. Фонарные рамы являются основными несущими поперечными конструкциями фонарей. Их выполняют из прокатных стальных профилей – швеллеров, уголков, двутавров.

Пример выполнения фонарной рамы пролетом 6 м приведен на рис. 1.15.

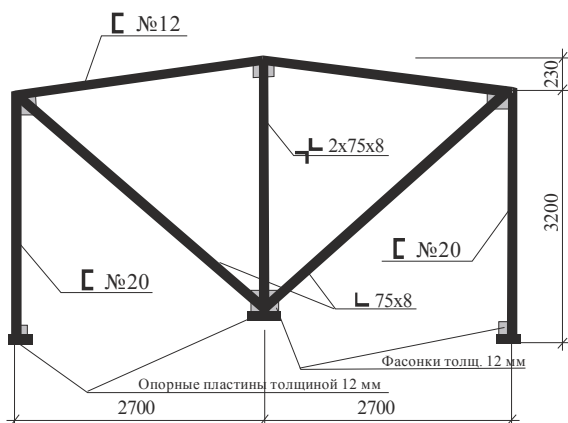


Рис. 1.15. Схема фонарной рамы прямоугольного фонаря

Боковые панели состоят из каркаса, нижних и верхних утепленных ограждений с металлическими обшивками и открывающихся остекленных створок. Пример конструкции боковой фонарной панели приведен на рис. 1.16. Покрытия выполняются либо с несущими ребристыми панелями, либо со стальными прогонами и прифилерованными стальными листами.

По покрытию фонаря, так же как и по основному покрытию здания, устраивают пароизоляцию, утеплитель и кровлю. Фонарные фермы раскрепляют между собой вертикальными и горизонтальными связями и распорками (рис. 1.17).

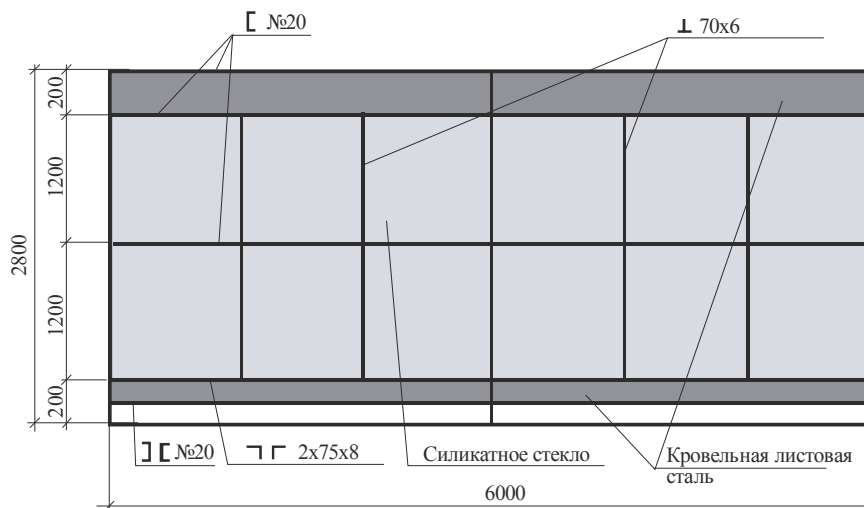


Рис. 1.16. Схема фонарной боковой панели прямоугольного фонаря

С внутренней стороны остекления светоаэрационных фонарей должна устанавливаться защитная металлическая сетка с размерами ячеек не более  $50 \times 50$  мм из оцинкованной проволоки диаметром 2 мм. Сетка должна располагаться вертикально вдоль внутренней стороны несущих стоек фонаря на высоту не менее  $1/3$  высоты светового проема.

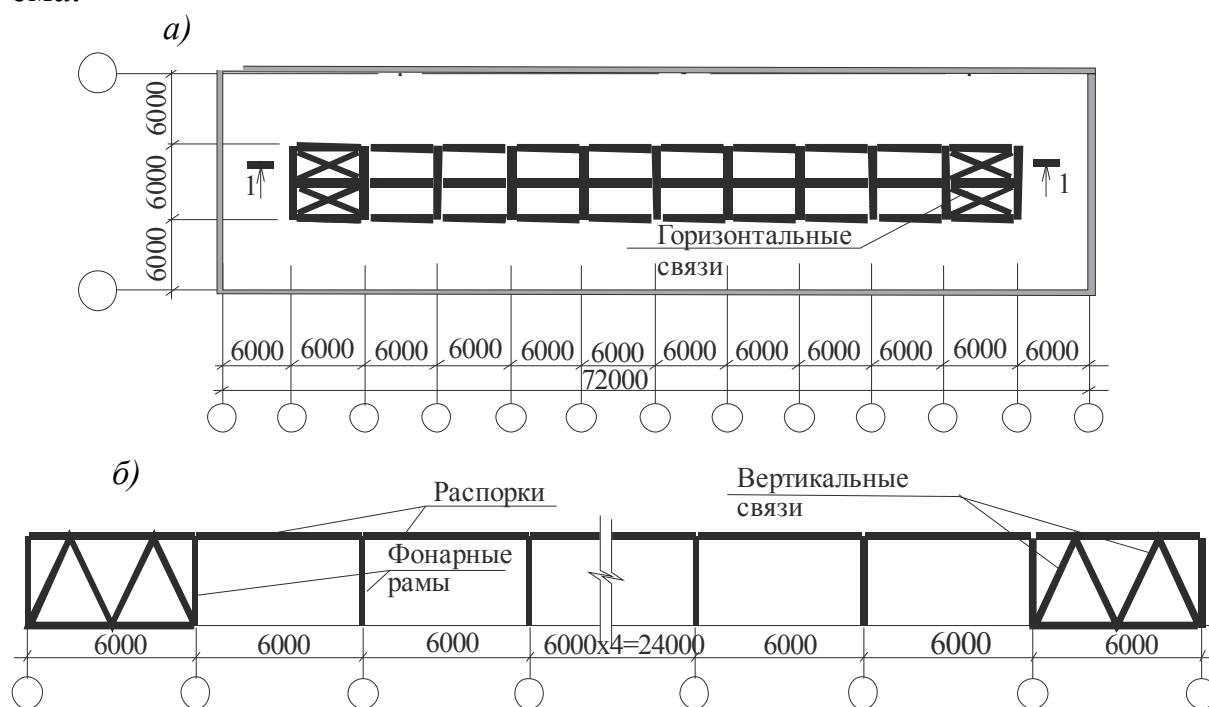


Рис. 1.17. Схемы связей по фонарным рамам: а – горизонтальная по верхнему поясу; б – вертикальная по стойкам

Между фонарями со светопрускающими заполнениями из материалов групп горючести Г3 и Г4 в продольном и поперечном направлениях покрытия здания должны не более чем через 54 м устраиваться разрывы шириной не менее 6 м. Расстояние по горизонтали от противопожарных стен до фонарей должно составлять не менее 5 м.

Прочностные, теплотехнические свойства и светотехнические параметры конструкций фонарей определяются согласно действующим строительным нормам и рекомендациям [21, 24].

Значения допустимых относительных прогибов несущих элементов фонарей следует принимать не более при опирании на них: листового стекла – 1/200; стеклопакетов – 1/300; элементов из полимерных материалов – 1/150.

Толщина стекла, располагаемого вертикально, в светоаэрационных фонарях определяется расчетом на ветровые нагрузки. В зенитных фонарях элементы остекления рассчитываются на совместное воздействие нагрузок от ветра, снега и собственного веса стекла. При этом, в случае, если нагрузка от ветра направлена от наружной поверхности стекла (отрицательное давление), расчет производится на большую из сочетаний нагрузок. Независимо от результатов расчета толщина стекла в светоаэрационных фонарях должна приниматься не менее 4 мм.

Совместная работа стекол в стеклопакетах при воздействии расчетных нагрузок (от собственного веса, снега и ветра) не учитывается. При расчете стекол в стеклопакетах в расчет принимается только одно стекло, расположенное со стороны действия суммарной нагрузки. Максимальная площадь каждого из стеклопакетов, применяемых для устройства светопрускающих элементов фонарей, не должна превышать 2,5 м<sup>2</sup>. Справочные значения несущей способности некоторых видов светопрускающих элементов из поликарбоната и поливинилхлорида, в зависимости от длины пролета, даны в прил.1 [21].

### ***Контрольные вопросы***

1. Какие преимущества имеет верхнее освещение в зданиях?
2. Основные виды светопрускающих покрытий.
3. Каковы особенности светопрускающих конструкций покрытий?
4. Какие материалы применяют для светопрускающих элементов покрытий?



5. Основные схемы светопропускающих покрытий.
6. Что представляют собой световые шахты для освещения помещений на нескольких этажах?
7. Основные виды светопрозрачных покрытий.
8. Какие формы светопрозрачных покрытий применяют для зданий?
9. Основные элементы светопрозрачных покрытий.
10. Что представляет собой зенитный фонарь на покрытии здания?
11. Основные параметры зенитных фонарей.
12. Каковы формы и виды зенитных фонарей?
13. Особенности проектирования зенитных фонарей.
14. Какие основные элементы входят в конструкцию фонаря?
15. Противопожарные требования, предъявляемые к зенитным фонарям.
16. Как устраивают светоаэрационные фонари?
17. Особенности устройства светоаэрационных фонарей.
18. Виды и формы светоаэрационных фонарей.
19. Какие светопропускающие материалы и конструктивные элементы применяют в светоаэрационных фонарях?
20. Что представляют собой поперечная рама и боковые панели светоаэрационного фонаря?

## Глава 2. МАНСАРДНЫЕ ПОКРЫТИЯ

### § 2.1. Особенности применения мансардных покрытий

Мансардные покрытия возникли в период становления классицизма (в XVII – XVIII вв.) в странах Западной Европы. Само слово и понятие «мансарда» («мансардная крыша», «мансардное помещение») появились в XVII в. и пришли к нам из Парижа. Французский архитектор Франсуа Мансар (представитель классицизма XVII в.) предложил в 1610 г. использовать для расселения небогатых парижан чердаки (рис. 2.1). Тогда при высоких скатных черепичных крышах эти чердаки были очень большими и пустовали. Через них шли тепловые трубы. Практически требовалось очень мало изменить в чердаках, чтобы получить большие жилые площади, не прибегая к строительству новых домов. После реконструкции домов все эти площади были очень быстро освоены и заселены особенно бедной «богемой». Отсюда, по фамилии архитектора, и пошли названия «мансарда», «мансардный этаж».

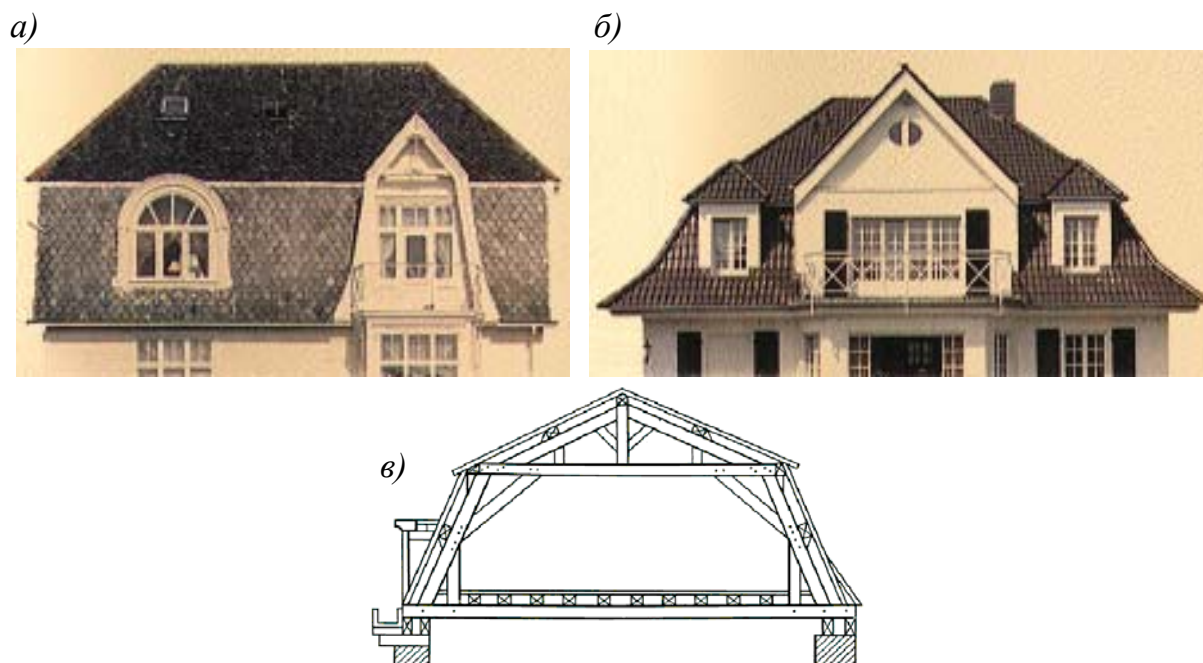


Рис. 2.1. Мансардные покрытия: а, б – виды покрытий; в – решение несущих конструкций Франсуа Мансара

На классических мансардах каждая сторона состоит из двух скатов. Нижняя сторона ската более крутая или почти вертикальная (см. рис 2.1, *а*). Это дает возможность устраивать довольно большие комнаты под крышей. Но мансарды выполняли и под двускатной крышей. В них слуховые чердачные окна преобразовали в люкарны, состоящие из маленькой утепленной крыши и вертикальных стен (см. рис. 2.1, *б*).

В современной России, как и почти 400 лет назад во Франции, из-за экономического кризиса возникает большая потребность в дешевом доступном для небогатых людей жилье, которое возводится под мансардными крышами. Строительство мансард в России получает широкое распространение, так как позволяет:

- увеличить полезную площадь в существующих зданиях (до 40 %) без отведения городских территорий под строительство, их благоустройство и обустройство коммуникациями;

- повысить архитектурно-художественные качества зданий за счет формирования объемного и цветового решения крыши;

- снизить стоимость жилой площади;

- повысить плотность застройки городских территорий;

- осуществить надстройку здания без прекращения его эксплуатации, что особенно актуально для большинства городов России, не располагающих переселенческим фондом;

- получить максимально возможные площади во вновь строящихся домах из-за легкости мансардной надстройки;

- повысить тепловую эффективность зданий, поскольку их надстройка сопровождается утеплением ограждающих конструкций, а покрытие мансард выполняется в соответствии с современными теплотехническими нормативами.

В богатой древесиной России растет и развивается строительство с применением деревянных конструкций. Мансарды с несущими деревянными конструкциями наиболее эффективны из-за своей низкой монтажной массы. С каждым годом возрастает спрос населения на деревянные жилые дома современного мансардного типа из-за их экологической чистоты, хороших функциональных свойств, применения природных безвредных материалов. Устройство мансард в малоэтажных зданиях особенно позволяет повысить эффективность их использования.

В мансардных этажах жилых домов располагают квартиры муниципального назначения и очень редко коммерческое жилье. При проектировании жилья следует принимать размеры общей площади квартир согласно требованиям СНиП, включая размеры отдельных помещений квартир, наличие отдельных санузлов, кладовых, исключение проходных комнат. Основной областью применения мансард в отечественном строительстве становится реконструкция зданий исторической и массовой застройки, и значительно меньше проектируют мансарды в новых зданиях.

Из вышеприведенного следует, что плюсы от применения мансард в городском строительстве очевидны – использование под жилье неиспользуемых площадей чердачного пространства, возможность свободной планировки пространства за счет перестановки или удаления легких перегородок. Фасад здания с мансардой более выигрышный по сравнению с фасадом с плоской крышей. Кроме того, мансарды значительно дешевле обычного жилья, и в конечном итоге возведение мансарды снижает теплотери всего здания, использовать их в городской инфраструктуре экономически выгодно.

Применение мансард в городском строительстве довольно перспективно, прежде всего, при реконструкции зданий массовой застройки и незаменимо в случаях, когда из-за недостаточной инсоляции соседних зданий невозможно просто надстраивать этажи.

К недостаткам мансардных покрытий и мансард в целом можно отнести пониженную капитальность, невысокую надежность при эксплуатации, трудности в устройстве противопожарной защиты несущих конструкций и наружном отводе воды с покрытий с многоэтажных зданий.

## **§ 2.2. Виды и классификация мансард**

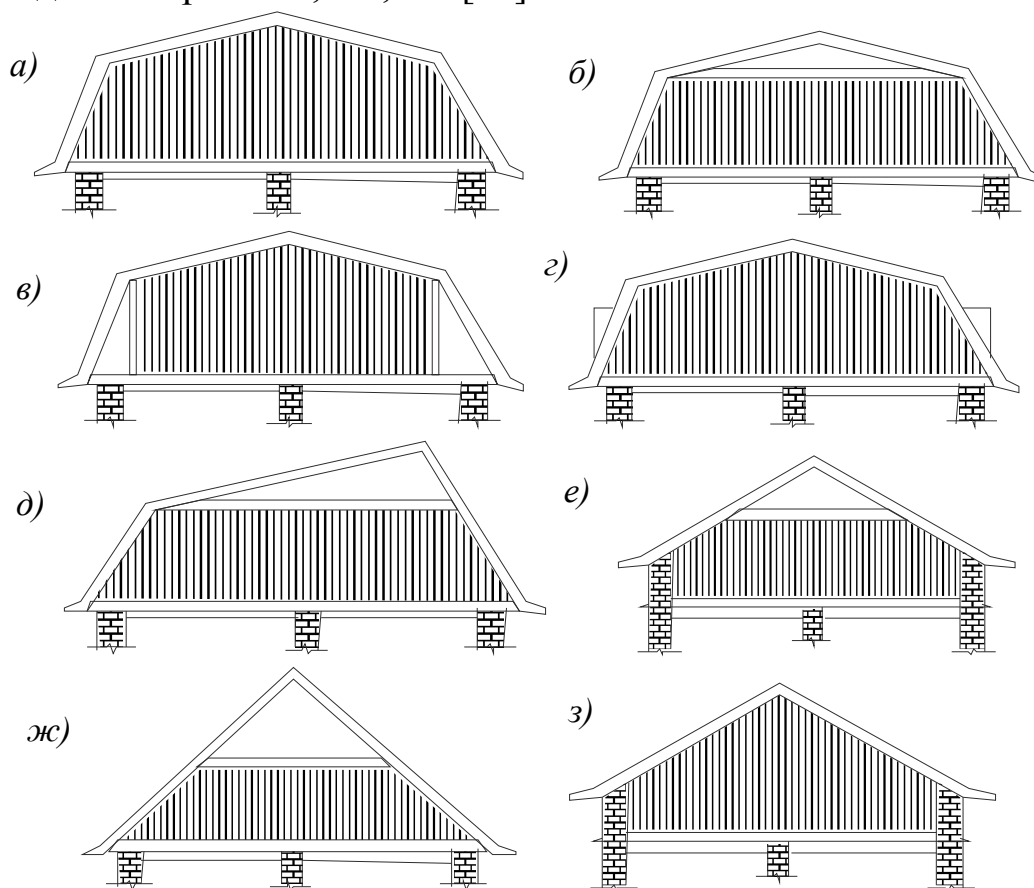
Жилые и общественные здания с мансардами имеют множество решений. Мансарды можно классифицировать по следующим признакам:

- по расположению относительно надстраиваемого дома – над верхним этажом дома или над надстраиваемыми дополнительными этажами;
- по форме крыши – с треугольным или ломаным профилем поперечного разреза, с симметричными или несимметричными скатами,

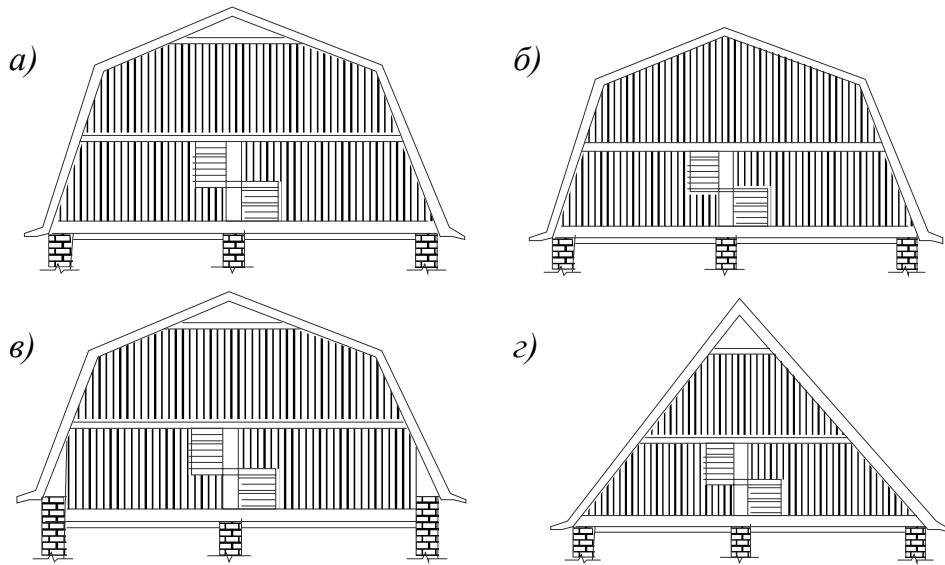
с вертикальными, наклонными торцами или торцами ломанного очертания;

- по этажности – одноуровневые и двухуровневые;
- по расположению квартир (помещений) – в пределах ширины существующего дома или с увеличенной шириной за счет консольных вылетов;
- по связи помещений мансард с коммуникационной структурой здания – с примыканием к лестничному или лестнично-лифтовому узлу;
- по планировке – с устройством коридора или без коридора.

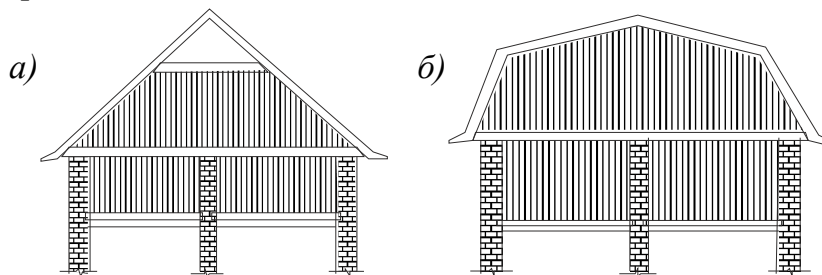
Типы мансардных этажей одно- и двухэтажных зданий с бревенчатыми, брусчатыми, кирпичными, панельными и другими стенами приведены на рис. 2.2, 2.3, 2.4 [11].



*Рис. 2.2. Типы мансардных одноуровневых этажей: а – бесчердачный, с ломаным симметричным профилем; б – чердачный, с ломаным симметричным профилем; в – бесчердачный, с ломаным симметричным профилем и вертикальными стенами; г – бесчердачный, с ломаным симметричным профилем, с люкарнами; д – чердачный, с ломаным несимметричным профилем; е – чердачный, с треугольным симметричным профилем и вертикальными стенами; ж – чердачный, с треугольным симметричным профилем; з – бесчердачный, с треугольным симметричным профилем и вертикальными стенами*



*Рис. 2.3. Типы мансардных двухуровневых этажей: а – чердачный, с ломаным симметричным профилем; б – бесчердачный, с ломаным симметричным профилем; в – чердачный, с ломаным симметричным профилем и вертикальными стенами в первом уровне; г – чердачный, с треугольным симметричным профилем*



*Рис. 2.4. Типы мансардных этажей с расположенными под ними техническими этажами: а – чердачный, с треугольным симметричным профилем; б – бесчердачный, с ломаным симметричным профилем*

Из рис. 2.2, 2.3, 2.4 видно, что мансарды в один и два уровня – это надстройки в один, два этажа. Мансарды как одноуровневые, так и двухуровневые могут быть с чердачным и бесчердачным покрытием (см. рис. 2.2 и 2.3). Для мансард с бесчердачным покрытием (см. рис. 2.2, а, в, г, з; 2.3, б) более целесообразно применять ломаный профиль крыши с уклоном (верхней части)  $\geq 16^\circ$  (из условия недопущения протечек в кровле). В этом случае для освещения помещений, имеющих неблагоприятную ориентацию, следует применять мансардные окна зенитного типа. К недостаткам такого решения относится увеличение

отапливаемого объема здания. С целью уменьшения этого объема, создания горизонтальных поверхностей потолка используют мансарды с чердачным покрытием (см. рис. 2.2, б, д, е, ж; 2.3, а, в, г).

### **§ 2.3. Конструктивные решения мансард**

Простейшие мансарды треугольного и прямоугольного очертания выполняют с использованием несущих конструкций из дощатых или брусчатых рам с соединениями в узлах на гвоздях, болтах, а также с помощью фанерных фасонок и накладок с гвоздевыми, болтовыми и клеевыми соединениями (рис. 2.5, 2.6) [30]. Шаг расстановки деревянных рам следует принимать 600 – 1200 мм (в зависимости от конструкций внутренней отделки).

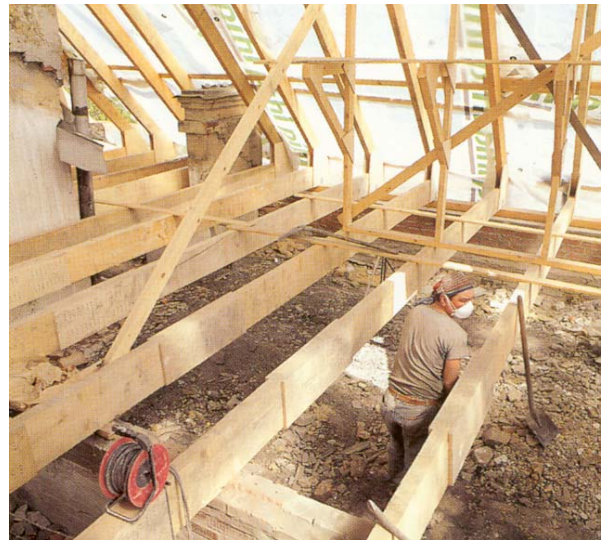
Основными видами являются мансарды с покрытием ломаного очертания (рис. 2.7). Их проектируют с наклонной боковой стенкой, располагаемой обычно под углом  $\alpha = 50 - 75^\circ$  к горизонту и скатной крышей, угол уклона которой составляет  $\beta = 15 - 30^\circ$ . Утепление мансардных этажей выполняется утеплителями из минваты, пенополистирола, минвойлока путем закладки их между двумя обшивками из досок, гипсоволокнистых листов (ГВЛ), металлических листов и других материалов (рис. 2.8).



*Рис. 2.5. Возведение мансард из дощатых рам*



а)



б)

*Рис. 2.6. Общий вид дощатых рам (а) и узловых соединений их элементов (б)*

Современная мансарда – это строительный объем, в котором все функциональные группы помещений хорошо взаимосвязаны и создают максимальный комфорт и необходимое количество удобств. Это в первую очередь зависит от их конструктивных решений, в которых мансарды принимают ломаные очертания с четырехскатной крышей.



*Рис. 2.7. Вид здания с мансардным покрытием (г. Ковров)*



В качестве несущих конструкций крыши и стен мансард используют более прочные металлические конструкции из труб квадратного или прямоугольного сечений, швеллеров, двутавров, но могут быть использованы и деревянные рамные конструкции. Верхнюю чердачную часть мансард выполняют с использованием деревянных несущих конструкций из досок и брусьев.

В реконструируемых домах надстройка таких мансард может выполняться в двух вариантах: первый – с устройством технического проходного или непроходного этажа (рис. 2.9), второй – с совмещением перекрытия верхнего этажа существующего дома и пола мансардного этажа.

В первом варианте создаются предпосылки ускоренного монтажа мансарды с использованием крупноразмерных элементов, панелей. При этом кровля (плоская) существующего дома не разбирается. Объединение конструкций перекрытия верхнего этажа и пола мансарды рекомендуется на зданиях с чердачным покрытием существующего дома, а также при необходимости максимально снизить отметку мансардного этажа. Пример решения одноуровневой мансарды с чердачным покрытием показан на рис. 2.10.

Двухуровневые мансарды могут быть с поэтажным расположением квартир или с устройством двухуровневых квартир. Поэтажная схема дает возможность разместить большее количество квартир. При поэтажном расположении квартир целесообразно использовать мансарды ломаного очертания с углом наклона стен первого и второго уровней более  $70^\circ$ . Это позволяет создать идентичную планировку двух уровней, а также увеличить дополнительную площадь. При этом необхо-

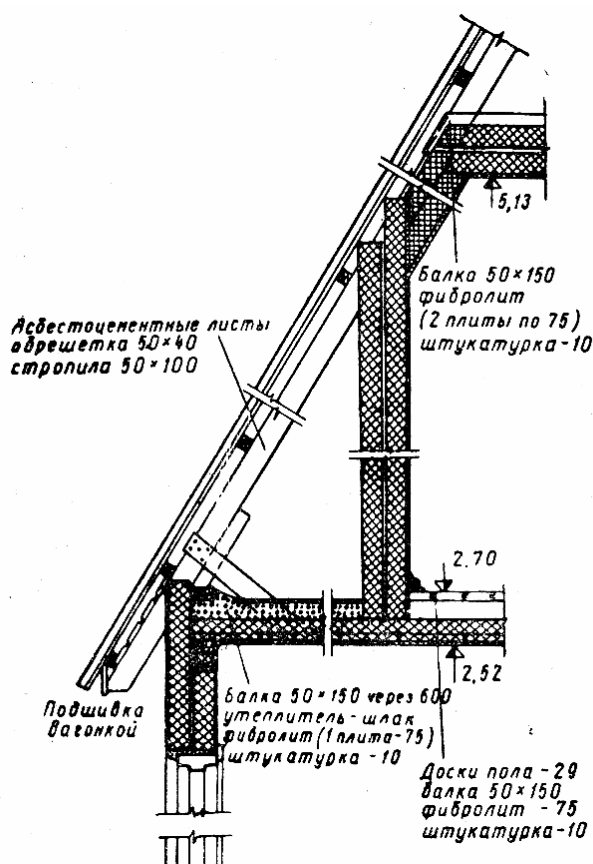


Рис. 2.8. Вариант утепления мансарды

димо предусматривать лифты и мусоропроводы, так как отметка пола верхнего мансардного этажа, в четырех- пятиэтажных домах может быть близка к критической – 11,2 м по условиям устройства лифтов. Пример решения двухуровневой мансарды с поэтажным расположением квартир показан на рис. 2.11. Надстройка мансарды в таком доме может осуществляться без отселения жильцов.

В конструктивных решениях мансард существует и в настоящее время много нерешенных проблем. В первую очередь следует отметить проблемы, связанные с эксплуатацией кровли (особенно в зимний период), утеплением мансардного этажа, устройством водоотвода с мансардной кровли.

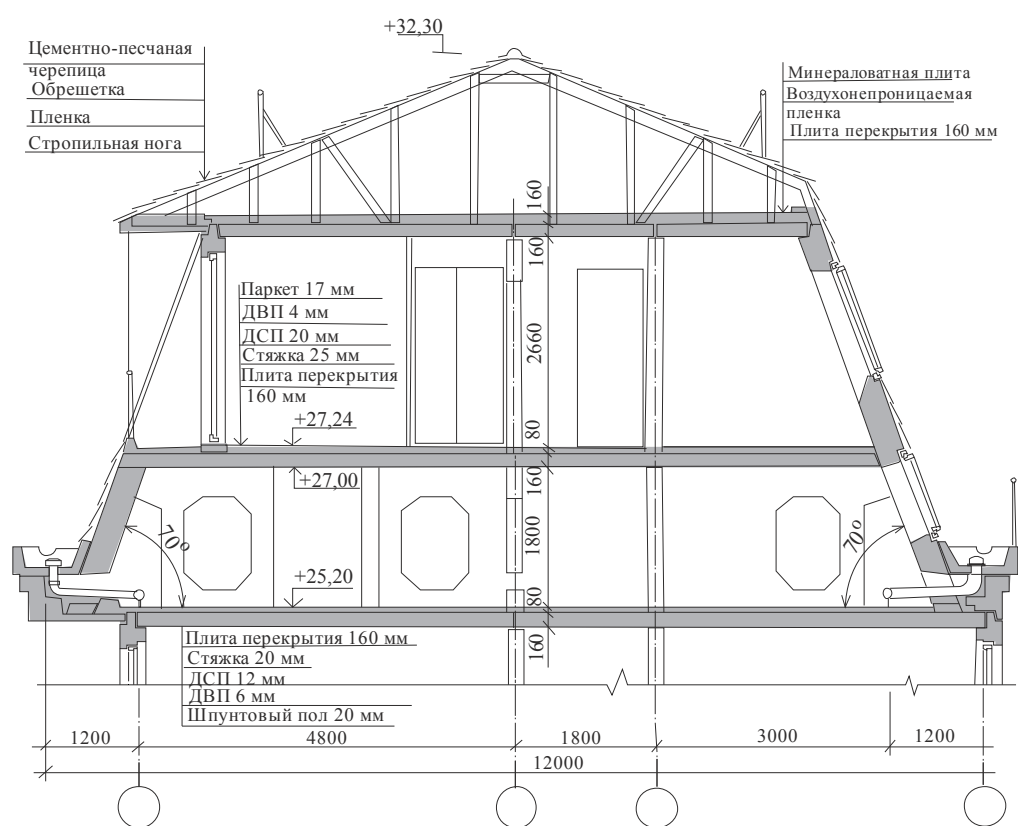


Рис. 2.9. Поперечный разрез одноуровневой мансарды с чердачным покрытием и проходным техническим этажом

Рассмотрим некоторые из указанных проблем. Наружная стена мансарды является одновременно несущей и ограждающей конструкцией и кровлей. Поскольку кровля выполнена под большим углом с целью увеличения внутреннего пространства, предпочтительны следующие виды покрытия – металлочерепица, керамическая или цементно-песчаная черепица.

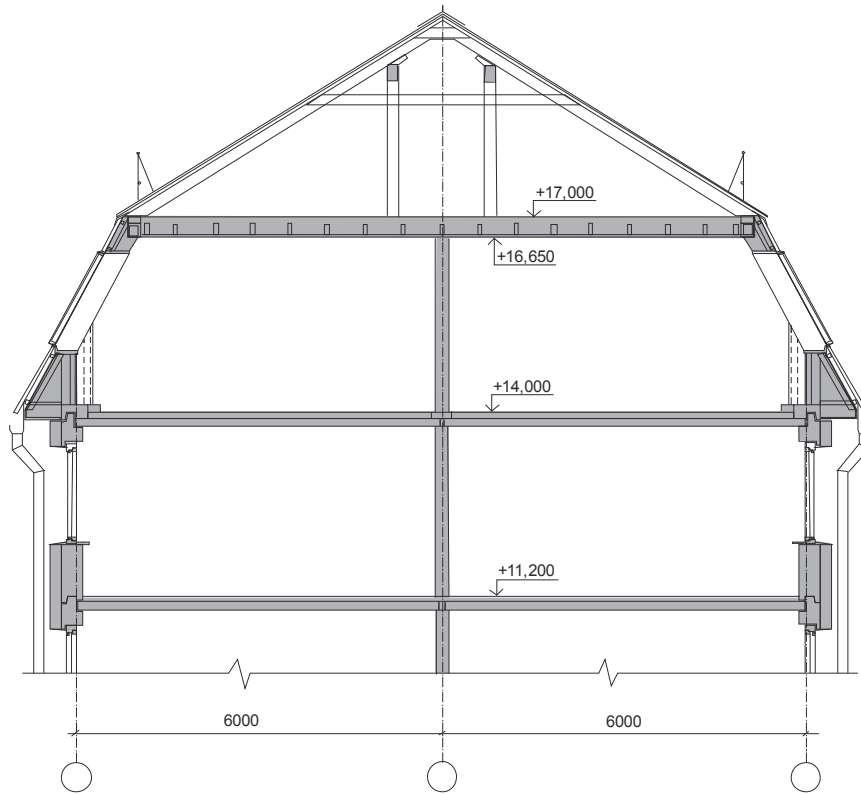


Рис. 2.10. Поперечный разрез одноуровневой мансарды с чердачным покрытием

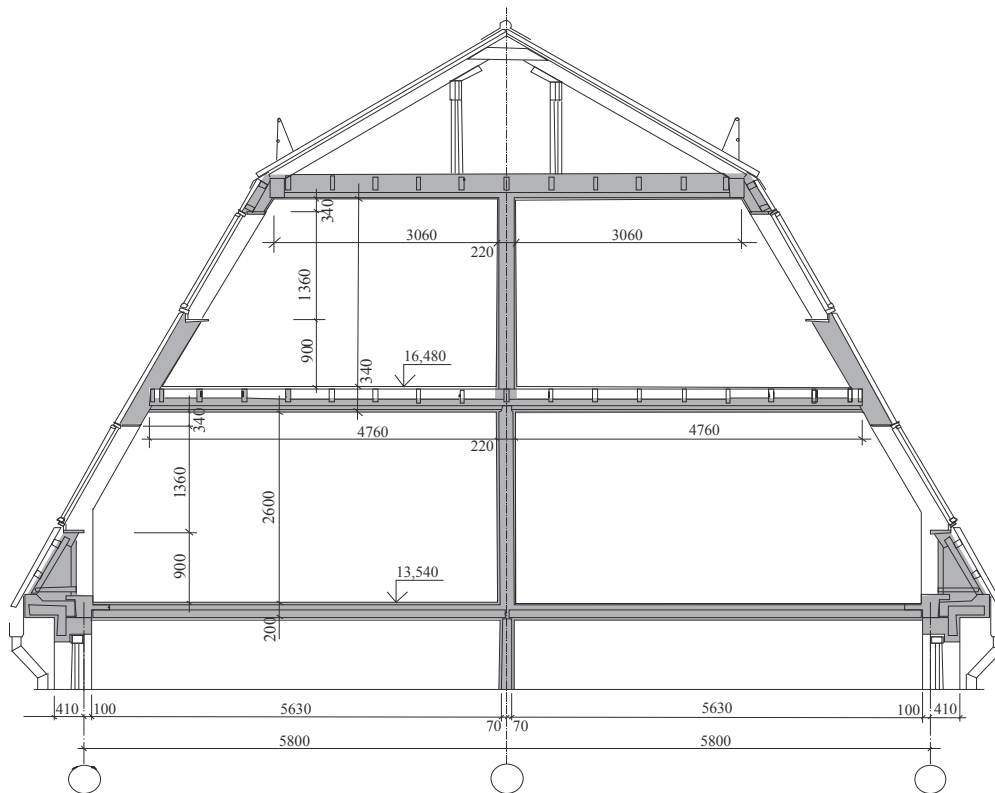


Рис. 2.11. Пример двухуровневой мансарды с поэтажным расположением квартир

При использовании негерметичных профильных кровельных листовых покрытий вода может проникать сквозь кровлю, образуя протечки. Зимой очень часто возникает проблема задувания снега под конек и в ендовы, что приводит к весенним протечкам, поэтому необходимо устраивать дополнительный гидроизоляционный слой, являющийся вторым слоем гидроизоляции от атмосферных осадков. По той же причине предпочтительно использовать в качестве обрешетки не деревянный брус, а стальной вентилируемый прокатный профиль. В кровле у мест установки окон и у других мест возможных протечек необходимо устраивать вентиляционные продухи (для черепичной кровли – это вентиляционная черепица), иначе из-за влажности кровля через сравнительно небольшое время (около трех лет) начнет покрываться мхом или плесенью, а в зимний период на внутренней поверхности кровли может образовываться наледь. Влага на внутренней поверхности кровли может конденсироваться также из-за перепада внутренней и наружной температур.

Так как уклон мансардной стены и крыши большой, на них необходимо устанавливать снегозадерживающие элементы, которые не позволяют сходить снегу лавинообразно, деформируя фасад здания и выводя из строя систему наружного водоотвода, а также угрожая здоровьем прохожих.

Образование наледей и сосулек на свесах мансардных крыш – одна из значительных проблем. Наледи очень часто не позволяют воде попасть в желоб, водяную воронку или просто стечь вниз. Очень опасна для мансардных кровель ветровая нагрузка: отрывающая сила ветра может оказаться достаточной для повреждения вентилируемой мансардной кровли (образования вздутий, отрыва части покрытий и т.п.). Особенно она возрастает, когда усиливается давление внутри здания (под основанием кровли) из-за проникновения воздуха через открытые двери и окна с подветренной стороны или через щели в конструкциях. В этом случае отрывающая сила ветра обуславливается как отрицательным давлением над крышей, так и положительным давлением внутри здания. Поэтому, чтобы исключить риск повреждения крыши, ее основание делают более герметичным. Часто делают дополнительное механическое крепление кровельного материала к основанию, например, осуществляют установку кляммер в черепичной кровле.

Одна из важных проблем в конструкциях мансард – образование мостиков холода в местах сопряжения несущих и ограждающих конструкций. Мостики холода возникают в местах примыкания утеплителя к несущим конструкциям (или проходят через несущие конструкции), а также в связях фризových панелей (в панельных домах) с плитами перекрытия мансардного этажа и в местах сопряжения наклонных элементов мансард сложных геометрических форм, что связано с не всегда правильной их стыковкой из-за неточности расчетов или изготовления (зазор иногда может составлять несколько сантиметров).

При проектировании двухъярусной мансардной надстройки возникают проблемы при разработке лестнично-лифтового узла. Высота технического этажа обычно около двух метров, в то время как лестничные площадки расположены относительно друг друга на высоте типового этажа. В этом случае последняя остановка лифта оказывается на уровне технического этажа и необходимо устраивать дополнительный лестничный марш, ведущий в мансардный этаж. В некоторых случаях возможно использовать ту же лестницу для подъема в мансарду и на чердак, но при этом в мансарду все равно приходится подниматься пешком.

Главная проблема при проектировании мансард заключается в устройстве организованного водоотвода с кровли. Конструктивная схема устройства водоотвода в данной работе создана на основе разработанной МНИИТЭПом (рис. 2.12). По крайним осям здания на перекрытие и верх наружной стены последнего жилого этажа устанавливаются сборные железобетонные элементы – лотковые карнизы. На них на высоте 500 мм от плиты перекрытия устанавливаются железобетонные водосборные лотки, прикрепляемые к лотковому карнизу и к наклонной наружной панели с помощью сварки. Монтажные зазоры шириной 20 мм заделываются цементным раствором, по краям выполняется герметизация упругой прокладкой «Вилатерм» и тиоколовой мастикой. Стыки между соседними лотками также герметизируются [22].

Лоток представляет собой железобетонное «корыто» высотой 340 мм с тремя вертикальными наружными бортами. Четвертый борт на 80 мм выше остальных бортов (для заведения под кровлю) и наклонен под углом, равным углу наклона наружной стены мансарды. В

центре лотка (по продольной оси), но ближе к стене мансарды, расположено отверстие для установки сливной воронки и подведения водоотводящего трубопровода. В местах сопряжения соседних лотков в них имеются переливные отверстия, чтобы в случае засорения воронки вода переливалась в соседние лотки. В местах устройства сливных воронок во фризových панелях мансардной надстройки предусмотрены отверстия для проводки труб и осуществления эксплуатационных работ. Технология заводского изготовления водосборных лотков основана на применении самонапрягающихся цементов и позволяет получить высокопрочные преднапряженные конструкции с очень высокой плотностью бетона, который считается практически водонепроницаемым. В целях повышения эффективности эксплуатации и надежности внутренние поверхности лотков обрабатываются специальными кремнийорганическими или органосиликатными составами. Эта технология позволяет на начальной стадии локализовать возможные макро- и микротрещины и другие нежелательные дефекты в структуре стенок и днищ лотков [22].

Водоотвод из лотков осуществляется следующим образом: в каждом лотке устанавливается сливная воронка диаметром не менее 100 мм, которая подключается к общему магистральному трубопроводу из ПВХ труб диаметром не менее 100 – 110 мм. Ответвления к воронкам выполняются из труб того же диаметра, проложенных с большим уклоном – порядка 0,04. Магистральный трубопровод прокладывается с уклоном 0,005 – 0,008 в сторону общего водостока, который располагается в лифтовой шахте или в специальных технологических шахтах. Все пространство между лотковым карнизом, лотком и фризовой панелью, а также вокруг трубы заполняется минераловатным утеплителем [22].

Но такое решение не идеально. Прежде всего, все места водоотвода оказались мостиками холода: невозможно качественно утеплить такой сложный узел, а ситуация усугубляется еще и тем, что образующийся на трубопроводе конденсат смачивает утеплитель, теплопроводность которого при этом резко увеличивается. Возникла необходимость устанавливать поддоны для сбора конденсата под трубой. Также мостиками холода являются все сопряжения между конструкциями и сама водоотводная труба. Из-за узкого эксплуатационного от-

верстия в наружной панели доступ к сливной воронке для прочистки или ремонта оказался сильно затруднен.

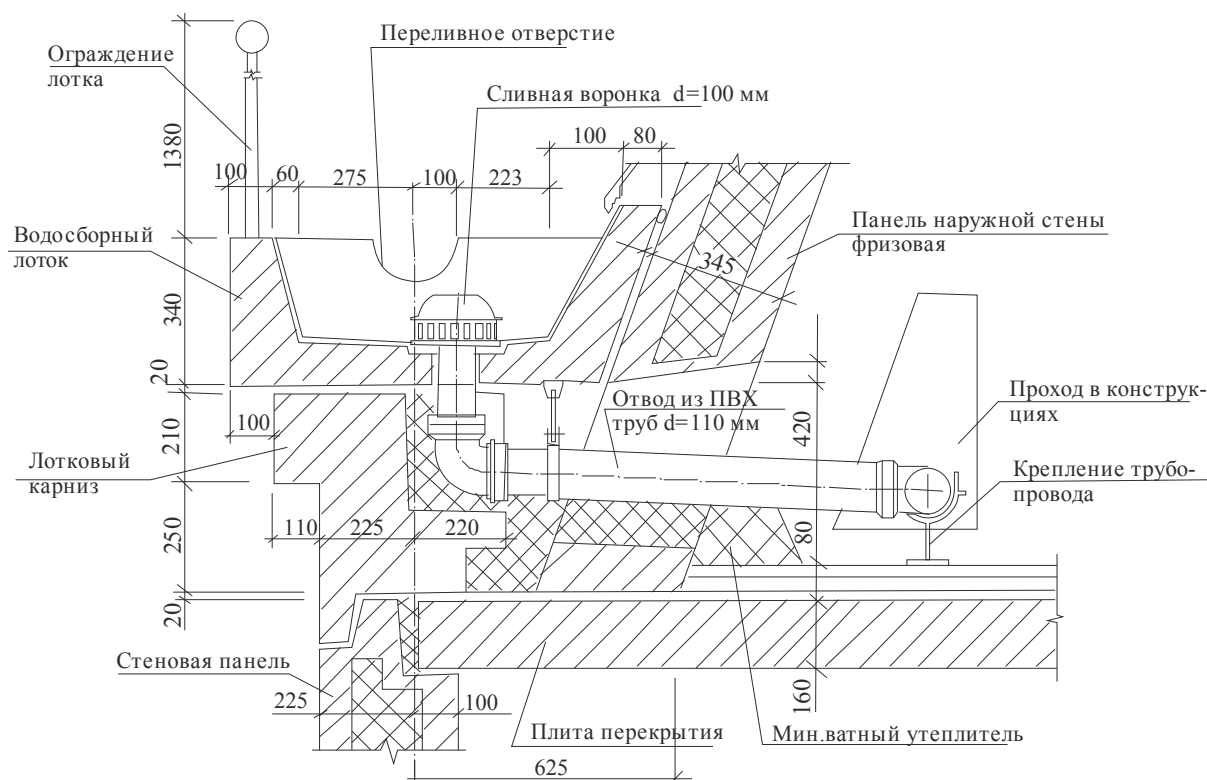


Рис. 2.12. Узел устройства водоотвода из водосборного лотка

С учетом этих и многих других недостатков МНИИТЭПом был предложен новый вариант конструктивного решения устройства водоотвода с мансардной кровли, в котором в целях повышения удобства эксплуатации водоотводящей системы высота подлоткового пространства была увеличена с 500 до 750 мм, при этом проем для обслуживания воронки увеличился до 750 мм по высоте и до 1000 мм в плане. Появилась возможность делать подлотковый карниз утепленным, повысилось удобство эксплуатации. Увеличилось пространство для укладки утеплителя и установки поддона для сбора конденсата. Появилась возможность регулировать уклон водоприемной трубы [22].

Но одна из главных проблем осталась нерешенной. Это скопление снега и льдообразование в лотках и на кровле, образование сосулек, а также замерзание воды в воронке и переливание ее через край лотка во время колеблющейся относительно нуля температуры.

Наиболее радикальное решение проблемы льдообразования состоит в вентилировании наружным воздухом подкровельного простран-

ства. Но это требование выполняется очень редко, поэтому на мансардных крышах, как правило, возникает необходимость в использовании систем снеготаяния: установки подогреваемых воронок и устройства электроподогрева в лотках – из всех способов этот наиболее экономичный. При этом отчасти решилась бы еще одна важная проблема – наличие мостиков холода в узлах устройства водоотвода за счет теплового барьера системы отопления. Важно отметить удобство монтажа системы электроподогрева: прокладка греющего кабеля осуществляется открыто, он крепится снаружи на внутренней поверхности лотка. С помощью системы датчиков температуры и влажности, установленных на кровле, погодные условия считываются и передаются на терморегулятор, который управляет системой.

Российский опыт эксплуатации показал, что при правильном выборе параметров системы управления антиобледенительная установка на нормально спроектированной крыше работает только в случае снегопадов или оттепелей с температурой, близкой к нулю. Количество дней в году с такими условиями обычно не превышает 30 – 40. Таким образом, несмотря на значительные установочные мощности антиобледенительных установок, полный сезонный расход электроэнергии относительно невелик. Системы антиобледенения в основном работают лишь в весенний и осенний периоды, а также во время оттепелей. Работа системы в холодный период (при  $-15^{\circ}\dots-20^{\circ}\text{C}$ ) не только не нужна, но может быть вредна.

Указанные антиобледенительные системы пока что не используются в массовом жилищном строительстве. Но можно предложить альтернативное решение: если выводить стояки системы отопления на технический этаж в местах организации водоотвода, уязвимые места в утеплении будут прогреваться.

Многие проблемы связаны с несоблюдением технологии при изготовлении или при возведении конструкций, а также с отсутствием или недостаточной квалификацией обслуживающего персонала: проверка и профилактика конструкций и систем мансардной надстройки должна осуществляться гораздо чаще, чем зданий с плоской кровлей.

Все вышеперечисленные и многие другие недоработки составляют ряд проблем, над которыми следует работать, и следует ожидать

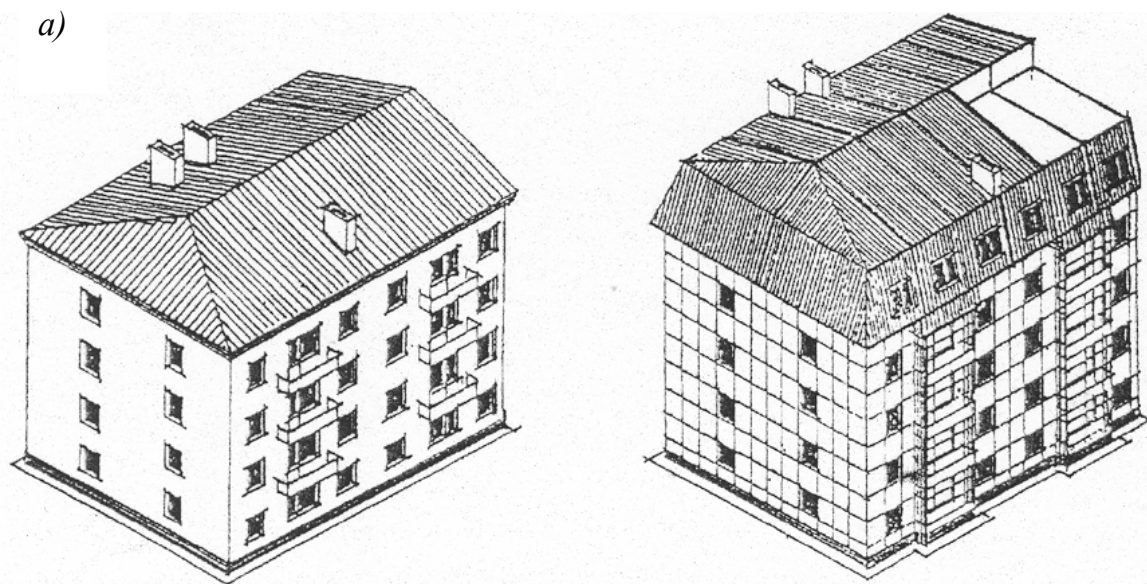


все новых технических и научных разработок в этой новой для нас отрасли строительства.

Строительство мансард – совершенно новая и мало исследованная отрасль в отечественном индустриальном строительстве. Развитие мансардного строительства продолжается, и следует разрабатывать новые конструктивные решения в железобетоне, металле и дереве как в массовом, так и в индивидуальном строительстве.

В настоящее время разработаны варианты мансард, возводимых укрупненными пространственными блоками (рис. 2.13). Учитывая кратковременность монтажных работ при установке таких блоков, их можно осуществлять в отсутствие жильцов в квартирах последних двух этажей, используя для монтажа элементов мансарды время суток, согласованное с жильцами [9].

Конструктивные решения объемных блок-комнат для устройства мансарды обеспечивают максимальное снижение массы и необходимую жесткость элементов для их транспортировки и монтажа. Этим требованиям отвечают, в частности, варианты конструктивных решений, представленные на рис. 2.13.



*Рис. 2.13. Устройство мансард из объемных блок-комнат: а – общий вид дома до и после реконструкции; б – план; в – общий вид объемных блок-комнат*

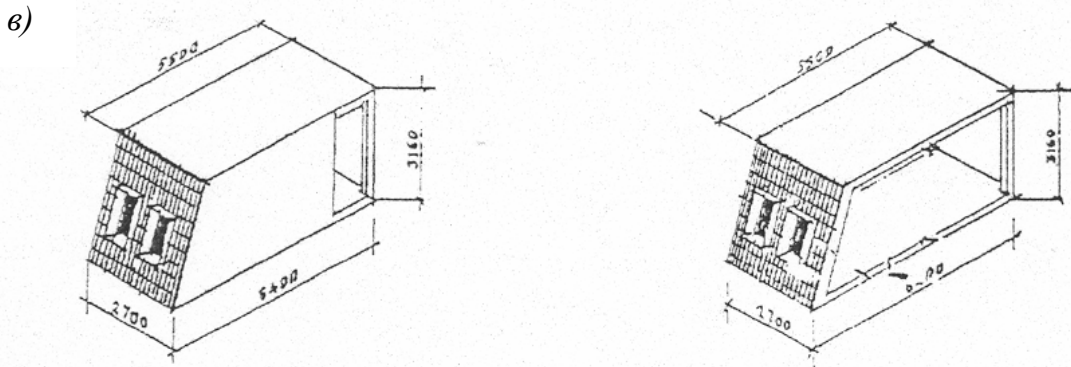
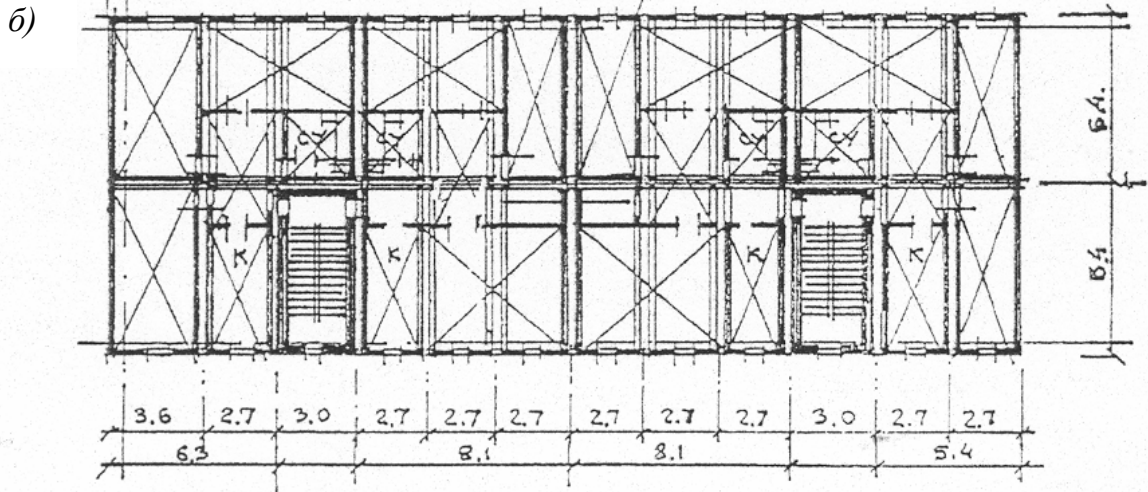


Рис. 2.13. Окончание

## § 2.4. Требования к устройству мансард

Проектирование и строительство мансард и мансардных покрытий осуществляются с целым комплексом особенностей и требований. Все требования можно разделить на 4 группы: конструктивные, объемно-планировочные, физико-технические, архитектурные. Конструктивные требования включают в себя в первую очередь прочность, устойчивость, деформативность оснований, фундаментов конструкций здания. Эти требования обеспечивают необходимую безопасность здания при эксплуатации. К конструктивным требованиям относят и расположение элементов мансарды и покрытия – водостоков, скрытых полостей, вентиляционных труб и других. Объемно-планировочные требования включают в себя определение планировочной схемы, расположение помещений в уровне мансарды, удобство эксплуатации, по-

жарную безопасность, расположение эвакуационных выходов. Физико-технические требования обеспечивают тепло- и звукозащиту, ветро- и влагоизоляцию. Большинство требований определяется следующими нормативными документами: СНиП 23-01-99 «Строительная климатология»; СНиП II-26-76 «Кровли. Нормы проектирования»; СНиП 31-01-2003 «Здания жилые многоквартирные»; СНиП 31-02-2001 «Дома жилые одноквартирные»; СНиП 31-05-2003 «Общественные здания административного назначения»; СНиП 31-03-2001 «Производственные здания»; СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий»; ВСН 35-77 «Инструкции по проектированию сборных железобетонных крыш жилых и общественных зданий». Конструктивные расчеты несущих элементов мансард и их покрытий необходимо производить согласно СНиП 2.03.01-84\* «Бетонные и железобетонные конструкции», СНиП II-23-81 «Стальные конструкции», СНиП II-25-80 «Деревянные конструкции», СНиП 2.01.07-85\* «Нагрузки и воздействия»; СНиП 21-01-97\* «Пожарная безопасность зданий и сооружений». Ниже рассмотрим отдельные, наиболее важные требования.

Мансардные этажи на существующих зданиях проектируют и строят с использованием старых стропильных несущих конструкций покрытий или с новыми несущими конструкциями стен и стропил. При устройстве мансард над существующими зданиями в первую очередь следует учитывать несущую способность и деформативность грунтов основания и самих фундаментов. Дополнительная нагрузка на грунт под подошвой фундамента от веса мансарды с весом людей и оборудования (эксплуатационной нагрузкой) не должна создавать перегрузку основания. Из опыта проектирования следует, что при надстройке мансард с облегченными деревянными или металлическими несущими конструкциями над малоэтажными зданиями эта дополнительная нагрузка составляет, в основном,  $5 \text{ кН/м}^2$  площади застройки здания, что обычно включает запас прочности грунтов основания. Но эта дополнительная нагрузка для каждого здания должна определяться расчетом. Поэтому конструктивное требование при надстройке мансард – обеспечение соответствующей прочности и деформативности грунтов основания – является первоочередным и определяется на основе технического обследования. Если это условие не выполняется, то должно быть проведено усиление конструкций фундаментов или грун-

тов основания. Способы усиления фундаментов путем увеличения площади их подошвы и повышения прочности и деформативности грунтов основания приведены в книгах по реконструкции и усилению зданий. Запасы несущей способности конструкций большинства домов и грунтов оснований достаточны для надстройки на этих зданиях одноуровневой мансарды. Однако при необходимости можно усилить несущие конструкции, например, используя метод торкретирования или установку обойм, и произвести усиление оснований, в частности, силикатизацию грунтов.

Следующее требование – обеспечение прочности и устойчивости стен и каркаса здания. Допустимое количество этажей надстройки и конструктивные мероприятия в старой и надстраиваемой частях дома должны приниматься на основании результатов натурных обследований и поверочных расчетов. Для этого следует определить несущие конструкции, собрать нагрузки на стены и простенки, определить прочность их материалов на основе технического обследования и по его результатам определить их прочность и устойчивость. Если прочность или устойчивость стен, простенков, каркаса, фундамента и оснований будут не достаточны, то следует предусмотреть меры по их усилению дополнительными элементами или новыми конструктивными решениями с заменой одних конструкций другими.

Конструктивное решение надстраиваемой части должно обеспечивать передачу нагрузок на существующее здание. Должны быть выполнены мероприятия по восприятию нагрузок от надстраиваемой части. Поэтому требованием при устройстве мансард над зданиями со стенами из каменной кладки или со стеновыми панелями является устройство монолитного пояса по всему периметру здания с поперечной перевязкой в середине или в третях пролета или в четвертях и середине пролета (в зависимости от длины здания). Пояс служит связкой стен по верхней части и предохраняет их от образования трещин и разрывов. Сечение монолитного пояса принимается шириной не менее 200 мм, а активная площадь – не менее 400 см<sup>2</sup>. В практике проектирования сечение пояса принимают в ширину кирпича (250 мм), а высоту – от 200 до 250 мм. Армирование пояса производится четырьмя стержнями стальной арматуры Ø12 класса АII. Монолитный пояс можно заменить стальным – из швеллеров или двутавров. Стеновое

ограждение с поясом по верхней части рассчитывают как балку на упругом основании с целью недопущения образования трещин.

Поперечная и продольная жесткость и устойчивость несущей каркасной системы мансард обеспечиваются стеновыми конструкциями существующего здания по торцам и в лестничной клетке, продлеваемыми в надстраиваемой части здания, связями жесткости, а также жесткими узлами у стальных рам. Жесткость в продольном направлении в основном обеспечивают крестообразные связи и прогоны.

Наклонные стены и покрытие мансарды должны быть выполнены с применением облегченных деревянных или металлических несущих конструкций, легких обшивок. По несущим конструкциям устраивается обрешетка из деревянных брусков, досок или металлических швеллеров. Между несущими стропилами или рамами в утепляемой части должен закладываться эффективный утеплитель («URSA», «ISOVER», «ROKWOL» и другие). Легкие обшивки принимаются следующими: внутренняя – в виде двух слоев гипсокартона, наружная – кровельными листовыми материалами или черепицей. При этом следует отметить, что огнестойкость двух слоев гипсокартона при креплении их самонарезающими винтами составляет 0,45 ч, что недостаточно для полной огнезащиты деревянных или металлических несущих конструкций, поэтому требуются дополнительные меры их огнезащиты. В целях недопущения обрушения утеплителя при пожаре под него закладывают и крепят к несущим конструкциям металлическую просечную сетку.

Перспективное решение облегченных конструкций каркасов мансардных этажей – каркасы с использованием металлических конструкций в основной нижней утепленной части мансарды и деревянных – в верхней чердачной части, что позволяет сочетать преимущества дерева и металла как материалов. Нижнюю металлическую раму целесообразно выполнять из труб квадратного или прямоугольного сечения, например  $160 \times 160 \times 5$ , или двутавров. Работа металлических рам и деревянных дощатых (брусчатых) стропил позволяет существенно снизить массу конструкции, обеспечить необходимую несущую способность и сократить расход металла по сравнению с другими решениями (АО «ЦНИИЭП жилища»). Обрешетки в этих конструкциях мансард устраиваются по прогонам сечением  $100...150 \times 75$  мм. Сечение

деревянной обрешетки должно приниматься по условиям приложения сосредоточенной монтажной нагрузки, которое в среднем составляет  $50 \times 75$  мм.

Соединения металлических конструкций осуществляются на сварке и на болтах, а деревянных – болтами, гвоздями и на клею. Из металлических и деревянных элементов выполняются также несущие каркасы стеновых и кровельных панелей.

### ***Контрольные вопросы***

1. Какие преимущества имеют мансардные покрытия в зданиях?
2. Каковы основные виды мансардных покрытий?
3. Особенности устройства несущих конструкций мансард.
4. Какие конструкции для мансард применяют в качестве несущих и ограждающих?
5. Основные виды несущих конструкций покрытий.
6. Что представляют собой лотки для стока воды на свесах мансард?
7. Каковы основные виды соединений конструкций и элементов мансардных покрытий?
8. Охарактеризуйте одноуровневые и двухуровневые мансарды.

## Глава 3. ОБЛЕГЧЕННЫЕ НЕСУЩИЕ ДЕРЕВЯННЫЕ КОНСТРУКЦИИ ПОКРЫТИЙ

### § 3.1. Новые направления в проектировании несущих конструкций

Эффективным решением, приносящим значительный экономический эффект, является применение облегченных несущих деревянных конструкций в покрытиях зданий. Возможны при этом устройство остекления стен и крыши, применение эффективной вентиляции, проектирование зальных помещений, применение тонких изящных несущих конструкций, что повышает комфортность помещений под покрытием.

Конструктивная новизна в проектировании покрытий состоит в разработке облегченных конструкций больших пролетов, большей прочности и пониженной деформативности, выполняемых за счет применения новых жёстких и прочных узловых соединений. Такими конструкциями являются дощатые фермы, арки, рамы с узлами на жестких клеевых соединениях [14, 28, 29]. Применение клеевых соединений позволяет снизить деформативность конструкций и ведет к повышению прочности. Архитектурная новизна состоит в выполнении возможных современных систем фасадов с большими площадями наружного остекления стен, возможности устройства новых систем окон (вертикальных и наклонных), выполнения современной отделки интерьеров. Архитектурным направлением является повышение архитектурных качеств покрытий за счет изменения их формы, например замены треугольной или плоской (традиционных) на полигональную (мансардного типа).

Использование в покрытиях облегченных деревянных конструкций способствует упрощению технологии их устройства, которое заключается:

- в использовании более малых подъемных механизмов;
- разработке и применении более новых технологических методов их монтажа;
- использовании более дешевых и менее дефицитных пиломатериалов: досок, брусьев, брусков.

Особенность проектирования покрытий в настоящее время – создание устройств по устранению на кровельных свесах наледей и сосулек. Направление исследований в этих работах – разработка антиобледенительных систем и составов, способствующих снижению нагрузки на покрытия и применению более легких несущих деревянных конструкций покрытий.

В целом направления в проектировании покрытий с применением облегченных деревянных конструкций представлены на схеме рис. 3.1.

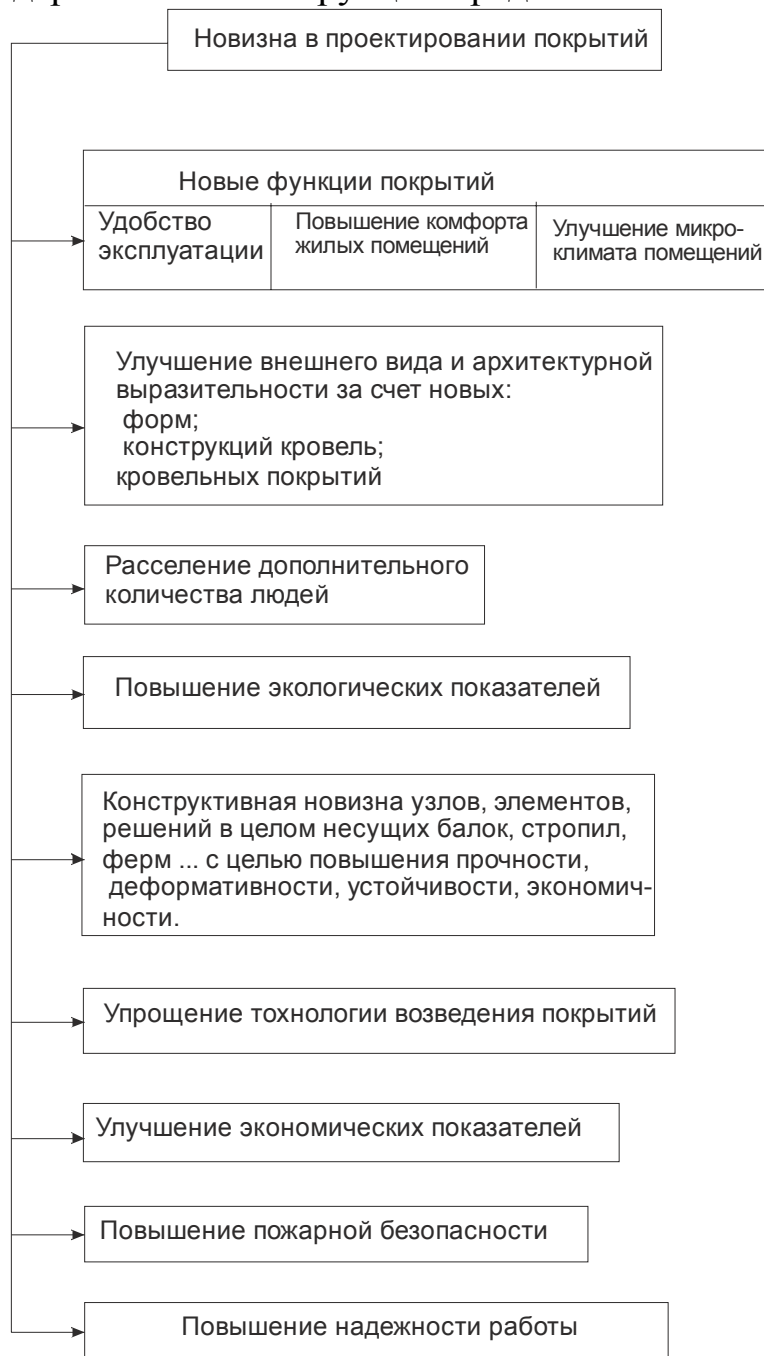


Рис. 3.1. Направления совершенствования проектирования покрытий



Строительные работы по возведению стропил, ферм и рам покрытий выполняются на высоте и поэтому имеют свою специфику. Основные требования производства работ по крышам и их элементам:

- обеспечение технологичности, т.е. использование современных индустриальных методов;
- удобство выполнения всех работ;
- обеспечение необходимого качества по прочности, жесткости и надежности;
- соблюдение требований техники безопасности при работе на высоте;
- соблюдение норм противопожарной безопасности для работающих и для «ходящих под крышей».

В связи с вышеуказанными направлениями проектирования возникают повышенные требования безопасности, технологичности при выполнении работ по устройству покрытий.

К актуальным функциональным направлениям в проектировании покрытий в настоящее время следует отнести строительство этажей мансардного типа с повышенным уровнем комфорта в сравнении с ранее существовавшими (мансардные этажи являются видоизмененной частью покрытий). Это стало возможным за счет разработки и применения новых легких несущих конструкций покрытий и эффективных звуко- и теплоизоляционных материалов зданий. Современные звуко- и теплоизоляционные материалы на основе пенополистирола, пенополиуретана, минеральной ваты и других позволяют значительно снизить теплопотери из помещений и уровень шума из окружающей среды. Таким образом повышаются качества условий проживания людей, уровень комфорта. По несущим дощатым конструкциям покрытий возможно применение новых кровельных материалов различных цветов и оттенков с декоративными элементами и для основного покрытия, и для наклонных стен. Это новое направление в проектировании покрытий повышает их художественные свойства.

Экологическая составляющая новизны строительства состоит в сокращении площади застройки (площади под здание) за счет надстройки дополнительных «легких» этажей, а также в применении более эффективных систем вентиляции помещений и покрытий зданий.

Технологические особенности монтажа легких конструкций покрытий заключаются в производстве на заводах легких отправочных

марок несущих и ограждающих конструкций и сборке непосредственно на месте установки покрытия (на верхнем этаже) их в целую конструкцию с последующим монтажом в проектное положение. Для подъема к месту сборки и монтажа легких отправочных марок возможно использование легких подъемных механизмов грузоподъемностью до 1 тс, устанавливаемых на месте сборки.

Все новые конструктивные, технические и технологические решения способствуют сокращению трудозатрат на возведение покрытий и расхода материалов, что улучшает их технико-экономические показатели.

Надежность работы покрытия зависит, в первую очередь, от герметичности кровельного покрытия. В последнее время разработаны и продолжают разрабатываться новые более долговечные кровельные материалы всех видов. При разработке кровельных материалов учитываются не только физико-технические конструктивные, но и другие качества – архитектурные, художественные, экономические, функциональные.

Облегченные дощатые конструкции позволяют восстанавливать в более современном виде старые обветшалые конструктивные и строительные элементы крыш, а также элементы, подвергшиеся разрушению, пожару и всякого рода повреждениям.

Примером восстановления поврежденного огнем покрытия могут быть конструкции московского Манежа, которые представляют собой новые восстановленные на современном оборудовании стропильные конструкции французского инженера-строителя XVIII – XIX вв. А.А. Бетанкура. Фрагменты восстановления покрытия показаны на рис. 3.2.



*Рис. 3.2. Фрагменты вида несущих конструкций покрытия Манежа в Москве после восстановления: а – общий вид конструкций; б – фрагмент покрытия*

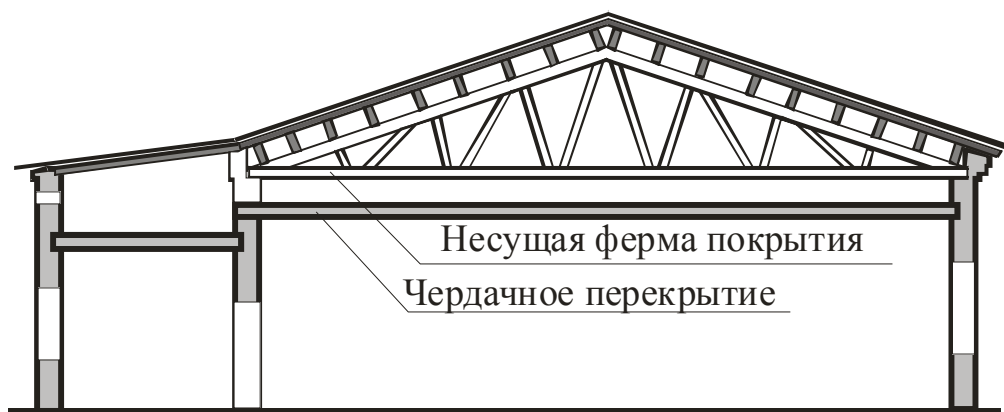
Несущие и ограждающие конструкции покрытий выбирают с учетом объемно-планировочных параметров зданий. Они основные конструктивные элементы покрытия. От их выбора и конструктивного решения зависят форма, архитектурная выразительность, надежность, долговечность и другие технические характеристики покрытий.

### **§ 3.2. Обзор применения несущих облегченных дощатых конструкций покрытий**

Применение в покрытиях облегченных деревянных конструкций способствует упрощению технологии их устройства, которое заключается:

- в использовании более малых подъемных механизмов;
- разработке и применении более новых технологических методов их монтажа;
- использовании более дешевых и менее дефицитных пиломатериалов: досок, брусьев, брусков.

Гражданские жилые и общественные здания в центральной части России проектируют и строят, в основном, шириной 6 – 21 м. Применяемые для покрытий зальных помещений еще с начала XIX в. массивные висячие стропила в настоящее время утрачивают свою привлекательность. Их заменяют более прогрессивные, эффективные, несущие деревянные конструкции – брусчатые, дощатые, дощатоклееные, рамы, фермы и арки. Под этими конструкциями возможно устройство утепленного и подвесного потолка, утепленных мансардных помещений, эффективной вентиляции, больших площадей остекления. С применением этих конструкций повышаются планировочные и архитектурно-художественные качества верхней части зданий. Конструктивные решения покрытий с эффективными деревянными конструкциями часто используют для покрытий одноэтажных производственных, складских и сельскохозяйственных зданий различного назначения. На верхние пояса несущих стропильных ферм укладывают деревянные прогоны, по которым устраивают легкий настил или обрешетку и кровельное покрытие (рис. 3.3). При небольшом шаге несущих ферм (до 1 м) прогоны не предусматривают.



*Рис. 3.3. Несущие дощатые фермы покрытия в поперечном разрезе здания*

Деревянные несущие фермы покрытий широко стали применять в конце XIX – начале XX в. Вначале они представляли собой брусчатые системы треугольного очертания на врубках и болтах – висячие стропила [7, 13, 14, 17]. Их использовали в покрытиях зданий и сооружений с пролетами 12 – 18 м. В двадцатых – сороковых годах XX в. с возникновением деревообрабатывающей промышленности большое распространение получили дощатые фермы с узлами на гвоздевых, болтовых и шпоночных соединениях. Эти конструкции имели сквозное сечение и их выполняли двускатными в две, три и четыре ветви по поясам с расположением и закреплением между ними дощатых или брусчатых элементов решетки. Дощатые несущие конструкции отличались от брусчатых более рациональным расходом материала. В разработке таких конструкций принимали участие П.А. Букреев, Г.Г. Карлсен, Г.В. Свенцицкий, М.Д. Анненков, К.П. Кашкаров, И.Я. Иванов, М.Н. Плуганская, Б.А. Освенский, В.Г. Писчиков, В.М. Скворцов, С.А. Мордохин [17, 18]. Несущие конструкции ферм с узлами на гвоздевых, болтовых и шпоночных соединениях проектировали и выполняли пролетами 10 – 16 м под нагрузку 2,0 – 4,5 кН/м. Для изготовления этих конструкций применяли различные стандартные материалы: доски, гвозди (ОСТ-530), болты (ОСТ-132), гайки (ОСТ-144) и т.д., что повышало уровень сборности и приводило к сокращению трудозатрат.

В тридцатых – пятидесятых годах прошлого столетия в нашей стране были разработаны круговые арки Эми из гнuto-составных дощатых элементов, располагаемых по высоте сечения. На основе арок Эми разрабатывали и фермы сегментного очертания. Фермы состояли

из двух или трех дощато-составных ветвей поясов с закреплением между ними дощатых (брусчатых) элементов решетки на болтовых или гвоздевых соединениях [17, 18]. Сплачивание составных элементов арок и ферм осуществляли на гвоздях. Нижний пояс и решетку сегментных ферм в отдельных случаях выполняли металлическими с узлами на болтовых соединениях, что приводило к повышению срока эксплуатации таких конструкций. Арки и фермы этого типа не получили столь широкого распространения, как дощатоветвевые, из-за множества имеющихся недостатков: большого расхода гвоздей на конструкцию, высокой трудоемкости изготовления, недопущения принципа сборности и других.

В целях устранения некоторых существенных недостатков сегментных ферм с составными по высоте поясами в 1931 г. В.И. Шостаковский предложил заменить сегментный верхний пояс из гнuto-составных (по пласти) досок вписанным полигональным поясом из досок, расположенных на боковую кромку по принципу арок Делорма [17, 18]. В этом случае пояса ферм состояли из коротких косяков в несколько ветвей со стыками вразбежку, связанными гвоздевыми соединениями, а в узлах – болтами.

Дощатые ветвевые фермы с составными и несоставными поясами на болтовых, гвоздевых и шпоночных соединениях проектировали со стоечно-раскосной решеткой пролетами от 10 – 24 м [17, 18]. Из полигональных ферм такого вида выполнялись трехшарнирные арки с металлическими затяжками. Пролет ферм, предназначенных для изготовления арок с затяжками, составлял 7 – 25 м [17, 18]. Для больших пролетов и значительной снеговой нагрузки были разработаны дощатые ветвевые фермы и арки с затяжкой системы «Полонсо» с относительно большой высотой подъема на тех же видах узловых соединений. Отдельные виды ферм и арок системы «Полонсо» разработаны В.С. Деревягиным, М.Е. Каганом, В.М. Коченовым, В.П. Синициным, А.В. Лентяшиным, С.И. Нешумовым.

Во всех проектируемых зданиях с несущими конструкциями из дощатых ветвевых ферм периода тридцатых – пятидесятых годов XX в. кровлю выполняли в виде рулонного или металлического покрытия или из волнистых асбестоцементных листов, а потолок делали подвесным.

В это же время в нашей стране начали разрабатываться металлодеревянные фермы (МДФ) и металлодеревянные арки (МДА) [17, 18]. Вначале их проектировали из брусчатых, а позднее – из клеено-дощатых элементов. Сопряжения деревянных и металлических элементов этих ферм и арок осуществлялись на накладках с болтовыми соединениями. Пролеты их составляли 9 – 24 м при нагрузках 9 кН/м.

Нашедшие широкое применение МДФ и МДА были и остаются дорогостоящими и трудоемкими в изготовлении конструкциями, имеющими значительную монтажную массу. С пятидесятых годов и до настоящего времени, как в нашей стране, так и за рубежом, ведется разработка облегченных деревянных конструкций. Облегченные деревянные конструкции отличаются от предшествующих сравнительно небольшой монтажной массой, меньшей трудоемкостью изготовления и монтажа. Это в основном дощатые и брусчатые фермы, рамы и арки с новыми прогрессивными видами узловых соединений – на металлических зубчатых пластинах, типа «Graim», «DSB» и другие.

В пятидесятых – семидесятых годах прошлого века большое распространение получили соединения в облегченных дощатых фермах с помощью металлических накладок с выштампованными зубьями – металлическими зубчатыми пластинами (МЗП), или типа «Gang-Nail» [28, 29]. Металлические зубчатые пластины для ферм и рам изготавливаются из тонколистовой стали толщиной 1 – 2 мм. Путем холодной штамповки стальных пластин на них выбиваются зубья под прямым углом по отношению поверхности [28, 29]. Узловые соединения дощатых конструкций с помощью МЗП осуществляются путем равномерного вдавливания гидравлическим прессом или путем забивки зубьев пластин в древесину соединяемых элементов. Конструкции дощатых ферм и рам с такими видами соединений применяются в покрытиях и в качестве каркаса сельскохозяйственных зданий (рис. 3.4, 3.5). Пролет их составляет 9 – 24 м, есть и опытные разработки ферм пролетом 30 м. Разработкой и исследованием этих ферм в нашей стране занимались В.А. Цепяев, Д.В. Мартинец, Д.К. Арленинов, А.М. Дурновский, Ю.М. Прохорин, А.К. Наумов, В.В. Пуртов, М.Я. Кацман и другие. Исследования, проведенные ВНИИдрев, в ЦНИИСК им. Кучеренко, ГИСИ им. В.П. Чкалова, Кировском ИСИ, показали, что соединения деревянных деталей на МЗП податливы, как и нагельные соединения.

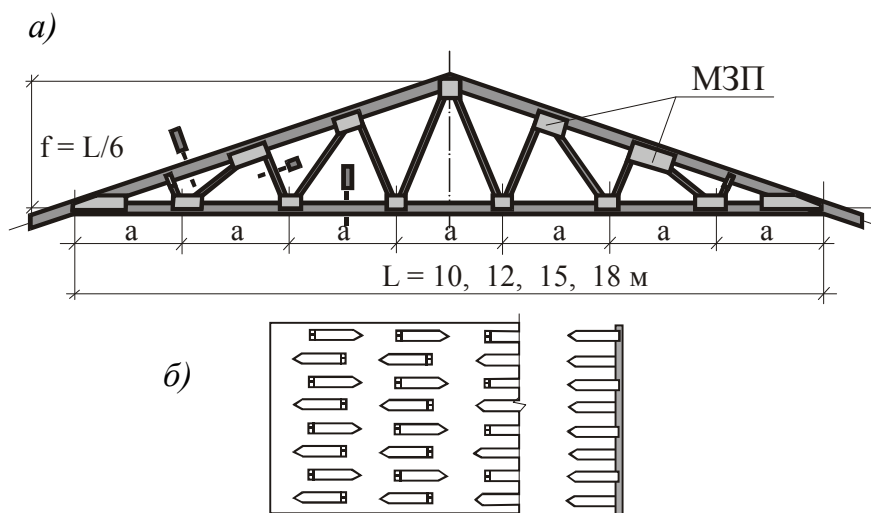


Рис. 3.4. Ферма с узлами на металлических зубчатых пластинах: а – конструкция фермы; б – металлическая зубчатая пластина

В США, Германии, Швеции, Швейцарии и ряде других стран широко ведутся исследования этих конструкций [28, 29]. Более широкое применение фермы с соединениями на металлических зубчатых пластинах типа «Gang-Nail» получили в США, где в 1975 г. было использо-

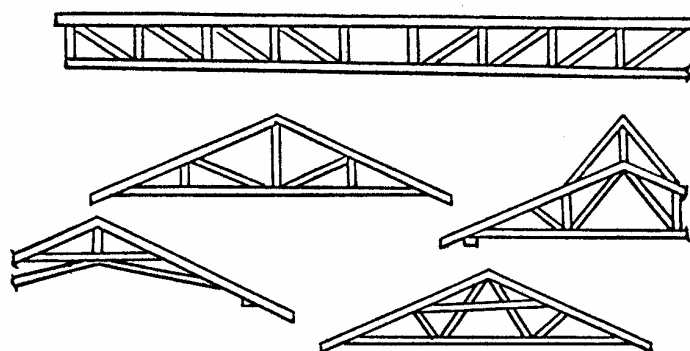


Рис. 3.5. Некоторые виды дощатых ферм с накладками типа «Gang-Nail», выпускаемые в США

зовано на их производство 8 % всей древесины страны. В последние десятилетия налажен выпуск ферм с соединениями типа «Gang-Nail» в шестнадцати странах Европы, Канаде, Японии, Австралии, Новой Зеландии, некоторых странах Африки, Южной Америки и Юго-Восточной Азии. В России фермы с соединениями на МЗП начали применять в последние два десятилетия также очень широко.

Разновидность соединений на МЗП – соединения деревянных элементов несущих конструкций с помощью многонагельных плат (Menig-Nagelplatt). Многонагельные платы изготавливаются из тонколистового металла и тонких металлических штырей длиной 25 мм. Штыри

крепятся к металлическим платам под прямым углом с обеих сторон и ставятся с шагом 10 – 20 мм. Такие платы служат соединительными элементами в узлах многоветвевых ферм (рис. 3.6, а). Фермы с узловыми соединениями на многонагельных платах применяются в зарубежном строительстве для сельскохозяйственных зданий пролетами от 12 до 40 м [28, 29]. Аналогичные решения узловых соединений ветвевых ферм разработаны и в нашей стране. Применение в узлах дощатых конструкций податливых соединений снижает их эффективность. Исключение лишь составляют многосрезные нагельные соединения типа «Graim» [14]. Соединения типа «Graim» в дощатых и брусчатых несущих конструкциях выполняются следующим образом: стальные оцинкованные пластины толщиной 1 – 1,75 мм вставляются или вклеиваются в специально прорезанные в поясах и в концевых участках элементов решетки продольные пазы (от двух до шести) шириной 1,2 – 2 мм, после этого соединения пробиваются гвоздями. В результате получается многосрезное нагельное соединение (рис. 3.6, б).

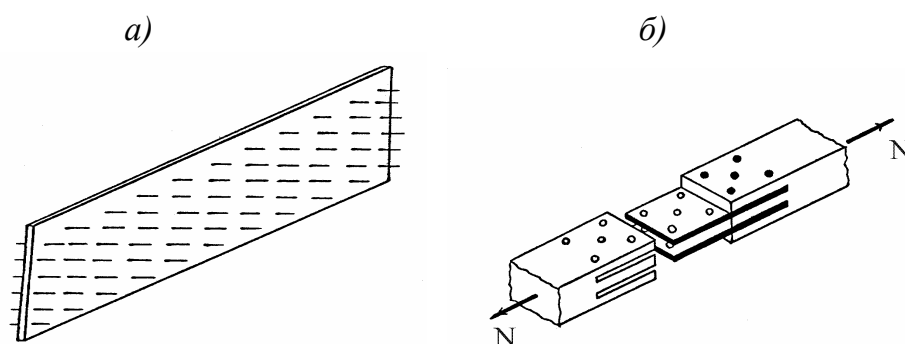


Рис. 3.6. Виды крепежных элементов и соединений дощатых ферм: а – многонагельная пластина; б – соединение типа «Graim»

В Германии и ряде других стран ведутся дальнейшие разработки двускатных и односкатных деревянных ферм и двускатных рам с узловыми соединениями на дюбелях и гвоздях. Фермы проектируют для зданий пролетами от 2,5 до 21 м. При этом шаг их расстановки принимается равным 1,0 – 4,5 м. Для дощатых и брусчатых ферм с узлами на гвоздевых соединениях используется древесина, относящаяся согласно стандарту Германии ко второму классу по качеству. Проводимые там исследования дощатогвоздевых ферм [14, 28, 29] наметили



тенденцию к увеличению размеров поперечных сечений их элементов и, следовательно, к увеличению расстояния между стропильными фермами с целью сокращения затрат на изготовление и на расход материалов.

В Венгрии разработаны и внедрены системы типа «Agrober», разработаны два вида конструкций дощатых ферм на гвоздевых соединениях пролетами 9, 12 и 15 м, рассчитанные под шаг 3 м и под утепленную и неутепленную кровлю [9, 14]. Конструкции ферм первого вида «Agrober» состоят из двух полуферм с параллельными поясами, соединенными между собой под углом. Треугольная ферма вида «F» второй модификации выполнена также из двух полуферм, но с горизонтальным нижним поясом. В производственном объединении «Agrofa» налажен выпуск ферм обеих модификаций. Во Франции также налажен выпуск дощатых гвоздевых ферм пролетами 6 и 9 м. Они входят в комплект поставки помещений теплиц [14].

В нашей стране ведется совершенствование этих видов конструкций. На Чебоксарском ЭДОЗ в семидесятых – восьмидесятых годах прошлого века изготавливали дощатые фермы с узлами на фанерных накладках с гвоздевыми соединениями пролетов 9 и 12 м.

Применение в несущих дощатых конструкциях МЗП и различного рода нагельных соединений требует значительного расхода металла. Поэтому замена в узлах металлических пластин и нагелей клеевыми соединениями с различными конструктивными дополнениями повышает эффективность конструкций в целом.

В зарубежной практике строительства нашли широкое применение конструкции ферм, выполненные с вклеенными в пояса деревянными элементами треугольной решетки под названием «Dreiesk-Strebenban» (DSB) [14]. Бесфасоночные фермы типа «DSB» состоят из параллельно расположенных верхнего и нижнего поясов, выполненных из брусчатых, дощатых или дощатоклеенных элементов и сквозной решетки, образуемой системой раскосов. Раскосы с нарезанными по концам шипами вклеиваются в пазы, выбранные в поясах (рис. 3.7).

В Польше освоен выпуск таких ферм пролетом 12 м с высотой 0,8 м и рам пролетами 12, 15 и 16,5 м. В Германии проектируют фермы с аналогичными видами узловых соединений, предназначенные для покрытий гимнастических залов. Эти фермы консольного типа при сет-

ке стоек 6 м имеют пролеты 6, 12 м соответственно для каждой составной части [14].

Известная конструкция фермы по патенту США № 3490188 выполняется из параллельных поясов и стоек с соединениями их между собой на пазах и шипах как представлено на рис. 3.7. Ферма собирается путем опрессовки шипов стоек в пазах поясов с дополнительными клеявыми прослойками.

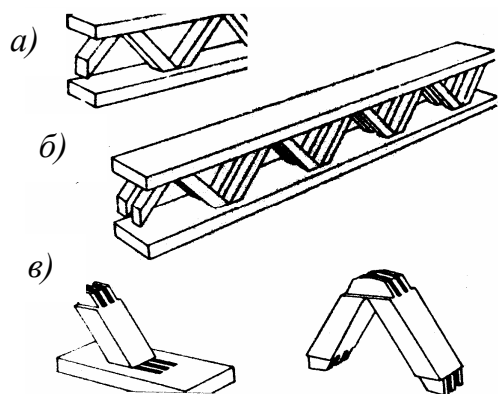


Рис. 3.7. Клеевые деревянные решетчатые элементы типа «DSB»: а – с одиночными раскосами; б – с двойными раскосами; в – детали

соединения

несущая способность элементов решетки используется не полностью, т.к. в концевых участках раскосов сечения ослаблены подрезкой на шип.

Несколько иной вид сквозных конструкций, исключая ослабление раскосов подрезкой, представляют фермы и рамы с соединениям типа «Trigonit» [14, 28, 29]. Пояса этих ферм и рам выполняются двух- или трехветвевыми. Соединение решетки с поясами осуществляется на гвоздях с дополнительными клеезубчатыми соединениям раскосов между собой (рис. 3.8). Фермы системы «Trigonit» используются в основном в качестве верхних поясов большепролетных ферм, рамных конструкциях или как стропильные ноги [14].

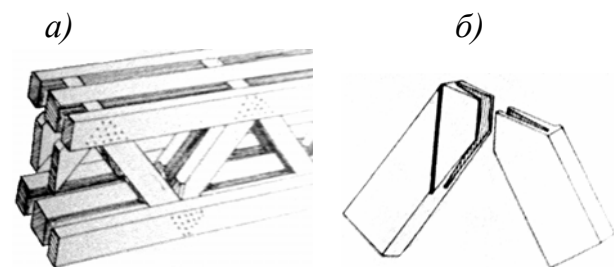


Рис. 3.8. Клеевые деревянные решетчатые элементы типа «Trigonit»: а – вид фрагмента конструкции; б – деталь соединения

В последние десятилетия за рубежом и у нас в стране ведутся разработки конструкций

дощатых ферм, рам и арок с узлами на клеегвоздевых и клееболтовых соединениях. Узлы этих конструкций выполняются либо с фанерными накладками (фасонками), либо бесфасоночными, т.е. с непосредственным соединением дощатых элементов по пласти [14, 28, 29]. Такие конструкции проектируют пролетами от 6 до 21 м под нагрузку 1 – 9 кН/м. Они применяются как и все облегченные дощатые конструкции преимущественно в строительстве малоэтажных сельскохозяйственных зданий [14, 28, 29].

Опытные разработки конструкций с клеегвоздовыми и клееболтовыми соединениями проводились в нашей стране и за рубежом без конкретного обоснования расчета узлов и особенностей расчета конструкций в целом.

В 1965 – 1967 гг. в ЛИСИ К.Г. Душечкиным и Е.И. Когелем были разработаны фермы на клеегвоздевых соединениях с фанерными фасонками. Позднее на основании этих разработок институтом «Росгипросельхозстрой» Госстроя РСФСР были выпущены рабочие чертежи ферм с узлами на фанерных фасонках пролетами 7,5; 12; 18 и 21 м для шага 1,0 – 1,3 м под утепленную кровлю [14].

Конструкция фермы по патенту № 1603357 (Англия) 1981 г. выполняется также на основе двухветвевой дощатой фермы треугольного очертания. Треугольная решетка фермы крепится к ветвям поясов на фанерных накладках с клеевыми соединениями (рис. 3.9). Конструкция отличается высокой жесткостью при эксплуатации.

В США, Германии, Швеции также проводятся разработки и исследования ферм с узлами на фанерных фасонках и накладках [14, 28, 29]. В США были проведены испытания ферм с узлами на фанерных накладках пролетом 32 м, рассчитанных под шаг 2 м (рис. 3.10, а). В ФРГ брусчатые фермы с клеегвоздовыми соединениями на фанерных накладках разработаны для пролетов 10 – 25 м [14] (рис. 3.10, б).

В нашей стране производство ферм на фанерных накладках с клеегвоздовыми соединениями освоено на Калининском сельстройкомбинате, Чебоксарском ЭДОЗ [13, 28, 29]. В Беларуси при строительстве птичников монтаж таких конструкций ведется укрупненными блоками из нескольких дощатых ферм.

Впервые бесфасоночная дощатая ферма с узлами на клеевых соединениях с болтовой запрессовкой была разработана и испытана у

нас в стране в начале пятидесятих годов XX столетия Б.С. Соколовским. Двухветвевая ферма полигонального очертания пролетом 6 м была рассчитана под нагрузку 61,5 кН в коньковый узел [14, 28, 29] (рис. 3.11).

В 1956 г. в Англии Д. Купер и Л. Структ провели испытания дощатых бесфасоночных ферм с узлами на клеегвоздевых соединениях пролетами 5,3 и 8,0 м (рис. 3.12) и применили их в строительстве лодочных ангаров. Позднее в ФРГ были разработаны и применены в строительстве дощатые бесфасоночные фермы треугольного очертания с параллельными поясами.

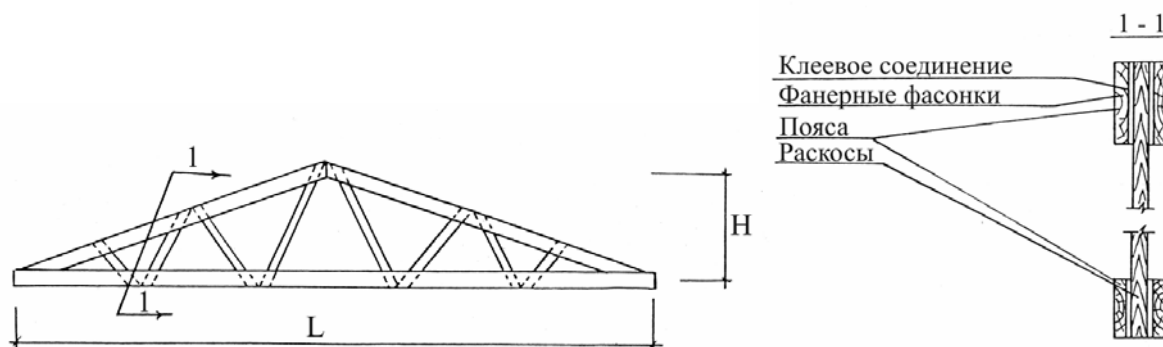


Рис. 3.9. Конструкция фермы с фанерными фасонками и клеевыми соединениями в узлах

Большое распространение в зданиях с шириной пролета до 24 м с тридцатых годов XX в. и по настоящее время получили покрытия с несущими конструкциями в виде дощатых ферм. Их часто применяют из-за меньшей дефицитности материалов, технологичности и экономичности, из-за более рационального расхода древесины. Дощатые фермы используют в покрытиях зданий и сооружений пролетами 12 – 18 м. Их изготавливают с узлами на гвоздевых, штыревых, болтовых, шиповых и клеевых соединениях.

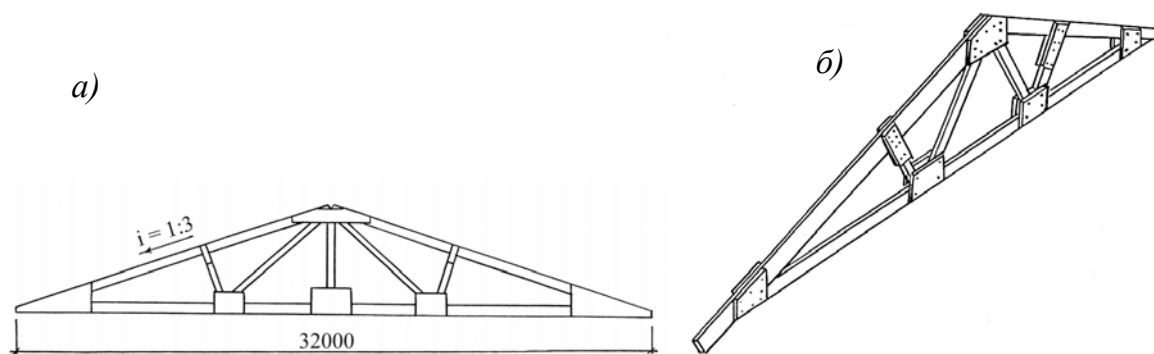


Рис. 3.10. Фермы с узлами на фанерных накладках: а – конструкции США; б – конструкции ФРГ

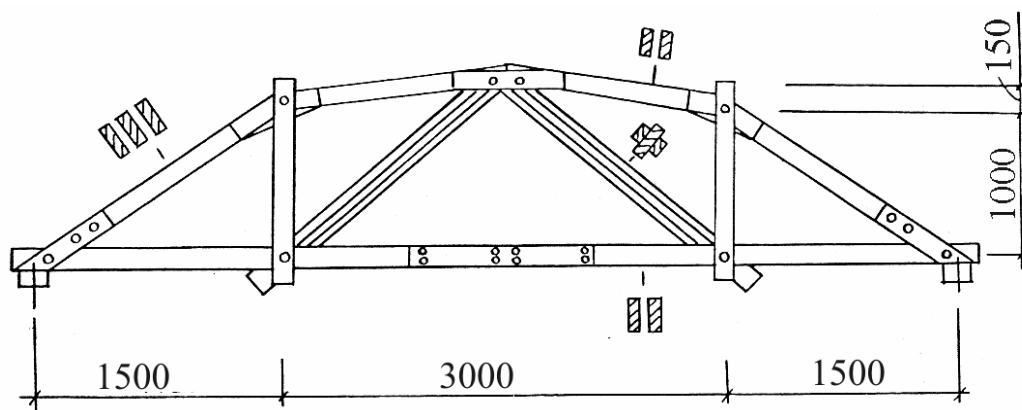


Рис. 3.11. Конструкция опытной фермы с узлами на клеевых соединениях Б.С. Соколовского

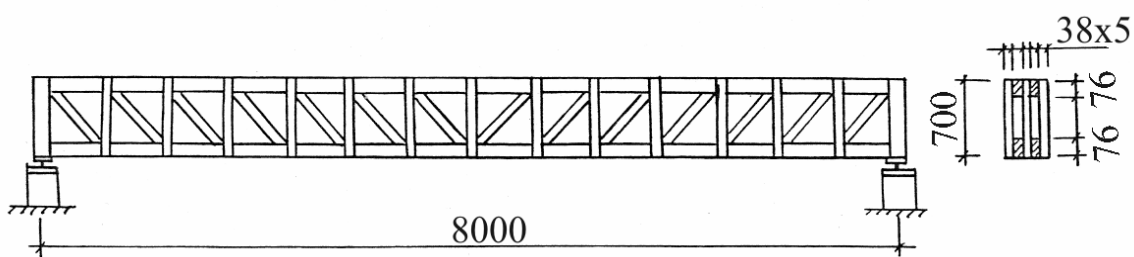


Рис. 3.12. Конструкция фермы Д. Купера и Л. Структа с узлами на кле-егвоздевых соединениях

Анализ отечественного и зарубежного опыта применения дощатых конструкций показывает, что наиболее эффективны фермы с узлами на клеевых соединениях с гвоздевой, болтовой запрессовкой (клеегвоздевых или клееболтовых соединениях) или на вклеенных арматурных сетках. Такие соединения в узлах конструкций выполняются либо путем непосредственного склеивания дощатых элементов, т.е. бесфасоночными (рис. 3.13, а), либо с помощью фанерных накладок или фасонок (рис. 3.13, б).

В 1992 г. автором данного учебного пособия в соавторстве с Э. Т. Каххаровым было получено авторское свидетельство № 1742435 от Госкомизобретений на изобретение «Узел соединения дощатых элементов». Узловые соединения по указанному изобретению можно использовать в ветвевых дощатых фермах, т.е. имеющих парные ветви и пропущенные между ними раскосы (по типу бесфасоночных). Соединение в узлах выполняется на арматурных сетках, вклеенных в пазы примыкающих друг к другу плоскостей соединяемых элементов ветвей поясов и раскосов (рис. 3.14). Дощатые и брусчатые несущие кон-

струкции с узлами на клеенных арматурных сетках в настоящее время исследуются во Владимирском государственном университете.

Отдельные виды конструктивных схем ферм с узлами на клеевых, клееболтовых соединениях и с узлами на клеенных арматурных сетках представлены на рис. 3.15. Указанные на рис. 3.15 схемы ферм рекомендуются для пролетов 6 – 18 м под расчетную нагрузку 1 – 4 кН/м [28, 29]. Дощатые фермы с узлами на клеевых соединениях, представленные на рис. 3.13, 3.14, отличаются от существующих дощатых сквозных конструкций с податливыми видами соединений пониженной деформативностью, меньшим расходом металла и клея. Для сравнения деформативности конструкций на рис. 3.16 приведены диаграммы прогибов бесфасоночных ферм [14] и ферм с узлами на МЗП [28, 29]. Из проводимого сопоставления видно, что прогибы ферм с узлами на клеевых соединениях ниже прогибов ферм с узлами на МЗП при значениях нагрузки, пропорциональных расчетным, на 65 – 70 %. В предельной стадии нагружения расхождение прогибов сравниваемых ферм еще выше, как показано на рис. 3.16.

Дощатые конструкции с клеевыми соединениями по рис. 3.13 можно выполнять в виде дощатых рам и арок, применяемых, в основном, для каркасов малоэтажных зданий (рис. 3.17).

Сравнительный расход материалов на конструкции металлодеревянных арок, дощатых ферм с узлами на МЗП, ферм с бесфасоночными узлами и ферм с соединениями на фанерных накладках приведен в таблице. Из сопоставления экономических показателей видно, что расход древесины на 1 м<sup>2</sup> перекрываемой площади при применении сравниваемых конструкций почти одинаков и составляет 0,021 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup> за исключением бесфасоночных ферм, у которых расход древесины составляет 0,019 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>, что на 9 % ниже расхода древесины в других конструкциях. Расход клея в бесфасоночных фермах и в фермах с соединениями на фанерных накладках ниже расхода клея, идущего на изготовление клееных элементов для металлодеревянных арок в среднем на 48 %. В дощатых фермах с узлами на клеевых соединениях металл применяется только для выполнения гвоздевой (болтовой) запрессовки при склеивании. Расход гвоздей при этом незначителен и составляет 0,2 – 0,45 кг/м<sup>2</sup>.

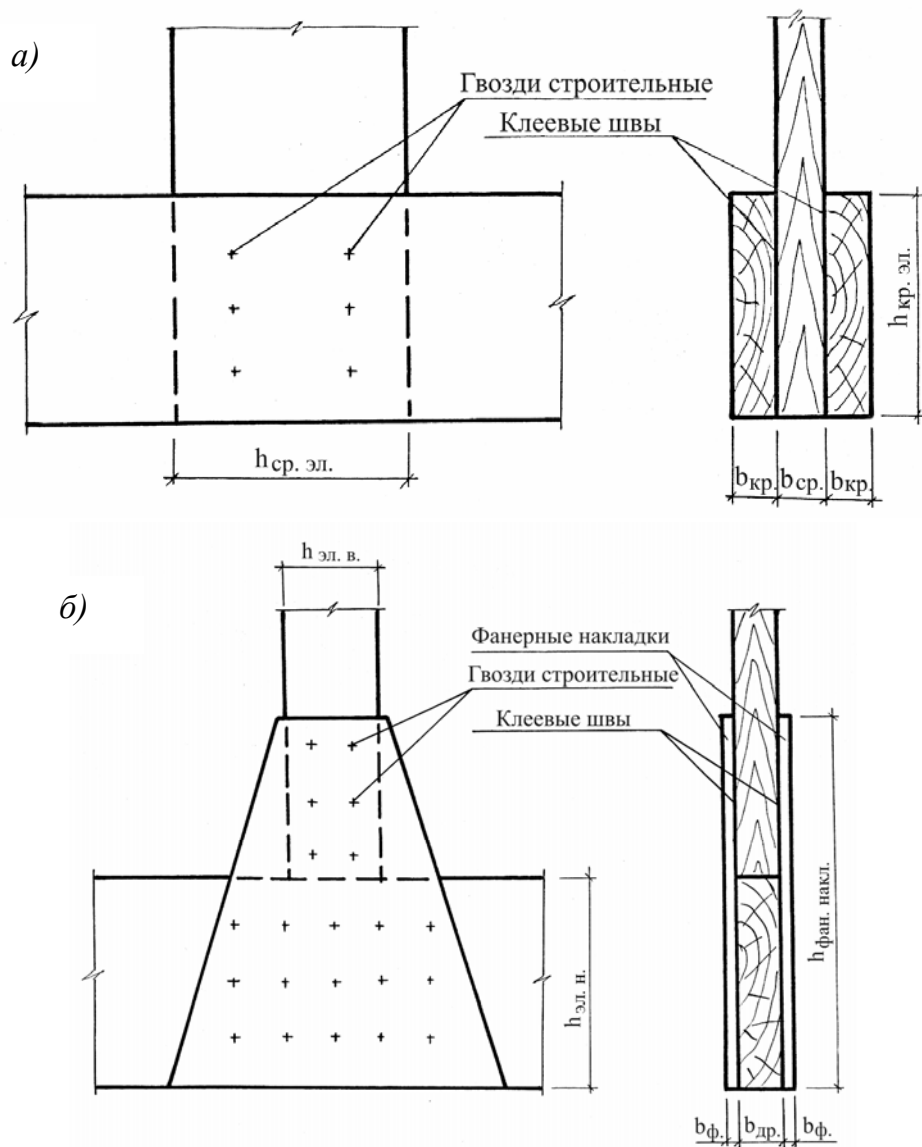


Рис. 3.13. Виды клеевых соединений в узлах дощатых несущих ферм покрытий: а – бесфасоночных; б – с фанерными накладками

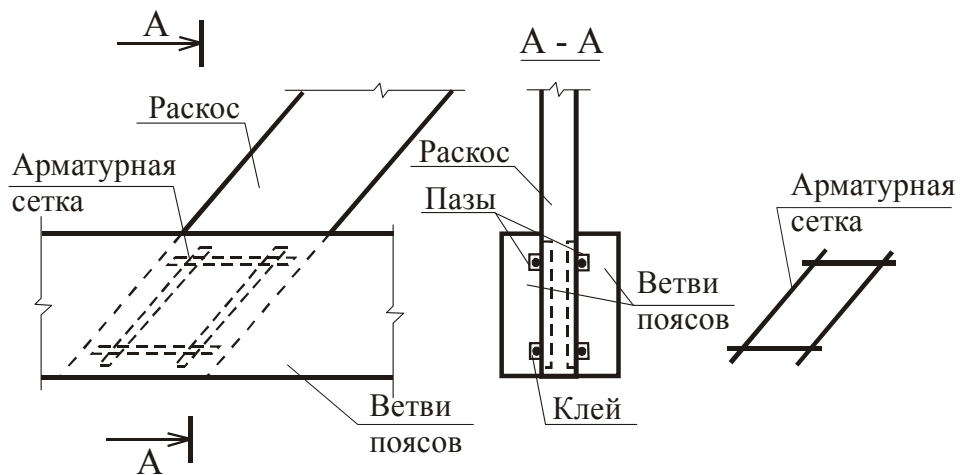


Рис. 3.14. Виды клеевых соединений с арматурными сетками в узлах дощатых несущих ферм

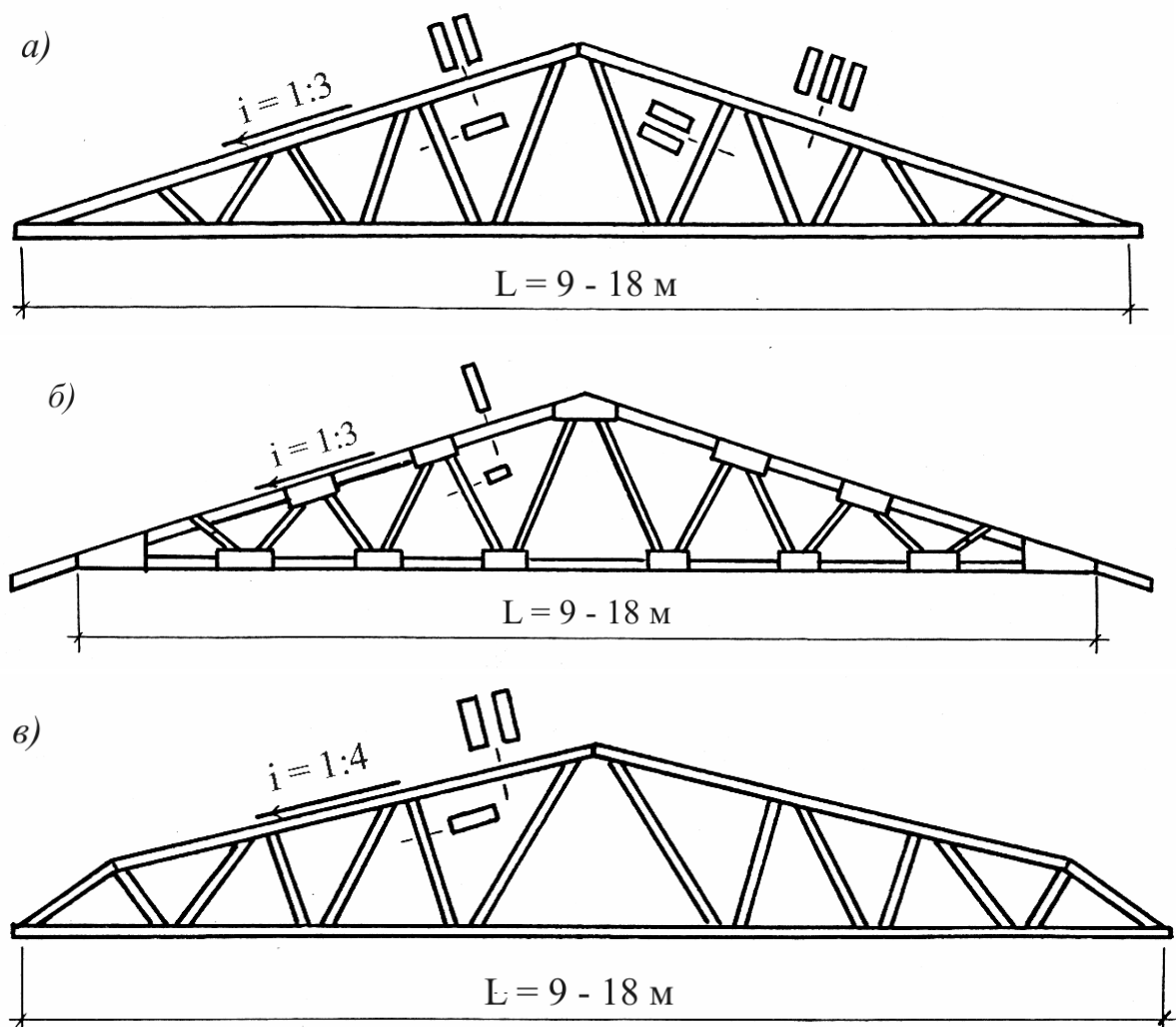


Рис. 3.15. Дощатые фермы с узлами на клеевых соединениях: а – с бесфанерными узлами; б – с фанерными накладками; в – с арматурными сетками в узлах

В сравниваемых конструкциях арок (АМД) и ферм с узлами на МЗП расход металла составляет  $1,53 \text{ кг/м}^2$  и  $0,78 \text{ кг/м}^2$  соответственно, что на 260 и 83 % выше расхода металла на ферму с узлами на клеевых соединениях. Фермы с узлами на фанерных накладках имеют незначительный расход фанеры, который составляет  $0,003 \text{ м}^3/\text{м}^2$ .

Из проведенного сопоставления конструкций можно заключить, что дощатые фермы с узлами на клеевых соединениях, выполненных с гвоздевой запрессовкой, имеют пониженную деформативность и менее материалоемкие по отношению к существующим деревянным конструкциям. Кроме этого они имеют малую монтажную массу (таблица) и могут легко транспортироваться автомобильным и железнодорож-



ным транспортом на любые расстояния. Имеющиеся преимущества дощатых конструкций с узлами на клеевых соединениях предполагают получить определенный экономический эффект от применения их в строительстве. Поэтому узлы дощатых строительных конструкций с клеевыми и клееболтовыми соединениями приняты для исследований.

Для склеивания элементов из древесины используются клеи на фенольных и резорциновых смолах: резорциноформальдегидный – марки ФР-12, алкилрезорциновый – марки ФР-100, фенолоформальдегидный – марки КБ-3 и другие, применяемые согласно СНиП 11-25-80 [14, 28, 29].

В качестве отвердителей для смол применяются органические сульфатокислоты: бензосульфатокислота, толуолсульфатокислота, или «контакт Петрова». Все клеи поставляются комплексно с отвердителем, в состав которого входит пароформальдегид и добавки из древесной муки с соотношением 85:15. Древесная мука в отвердителе предотвращает комкование пароформальдегида, а в составе клея повышает зазоразаполняющие свойства [14, 28, 29].

Дефицитность и довольно высокая стоимость резорцина привели к разработке и широкому применению для склеивания деревянных элементов фенольно-резорцинового клея марки ФРФ-50 и фенольно-алкилрезорцинового маркиДФК-14.

Очень широко подобные клеи распространены за рубежом. В США, например, имеются 10 – 12 марок фенольно-резорциновых клеев. К резорциновым и фенольно-резорциновым клеям зарубежного производства относятся: Томарсинол (Финляндия), Раколл РФ-100 (ФРГ), РФ-585 (Франция), Аэродукс-185 (Швейцария), РФ-7070 (Франция) и другие.

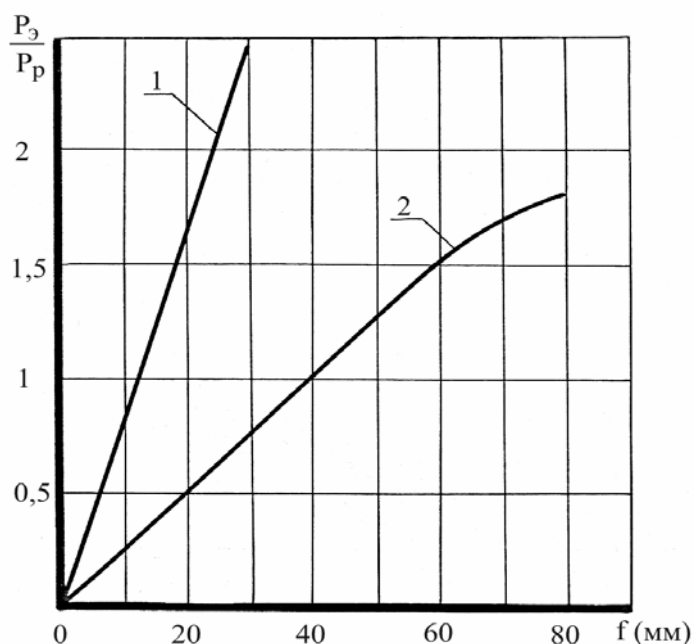
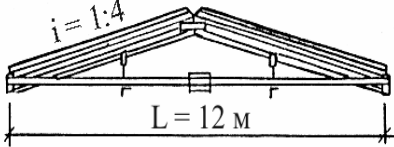
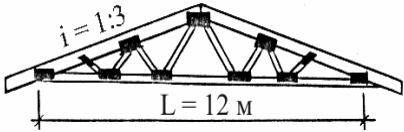
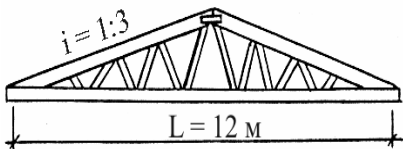
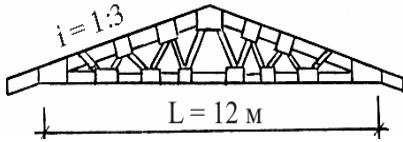


Рис. 3.16. Диаграммы прогибов ферм в середине пролета: 1 – дощатой бесфасоночной фермы пролетом 12 м; 2 – дощатой фермы с узлами на МЗП

Таблица расхода материалов на конструкции

Марка конструкции	Эскиз конструкции	Древесина (м <sup>3</sup> )		Клей (кг)		Масса конструкции (кг)
		на одну конструкцию	на 1 м <sup>2</sup> пола	на одну конструкцию	на 1 м <sup>2</sup> пола	
АМД12-4,5		0,5	$\frac{0,021}{100\%}$	5,9	$\frac{0,25}{100\%}$	300
ФСД12-1 (МЗП)		0,214	$\frac{0,021}{100\%}$	–	–	114
ДБФ12-4,5 (бесфасочные или на вклеенных арматурных сетках)		0,46	$\frac{0,019}{91\%}$	1,7	$\frac{0,07}{28\%}$	237
ФС12-2,25 (на фанерных накладках)		0,255	$\frac{0,021}{100\%}$	2	$\frac{0,17}{68\%}$	143

Все фенольные и резорциновые зарубежные клеи поставляются с отвердителем, в состав которого входит наполнитель из пшеничной муки или молотой скорлупы [14].

Для склеивания древесины и фанеры могут быть использованы в соответствии с ГОСТ 14231-74 и карбомидные клеи на основе карбомидоформальдегидных смол: КФ-Г, КФ-БЖ, КФ-Ж и КФ-МТ. Отвердителями карбомидных клеев являются органические кислоты (чаще всего щавелевая) [14].

В узлах дощатых конструкций применяется гвоздевая или болтовая запрессовка для создания давления на клеевые соединения при склеивании. Гвоздевая запрессовка исследовалась в основном при сплачивании дощатых элементов.

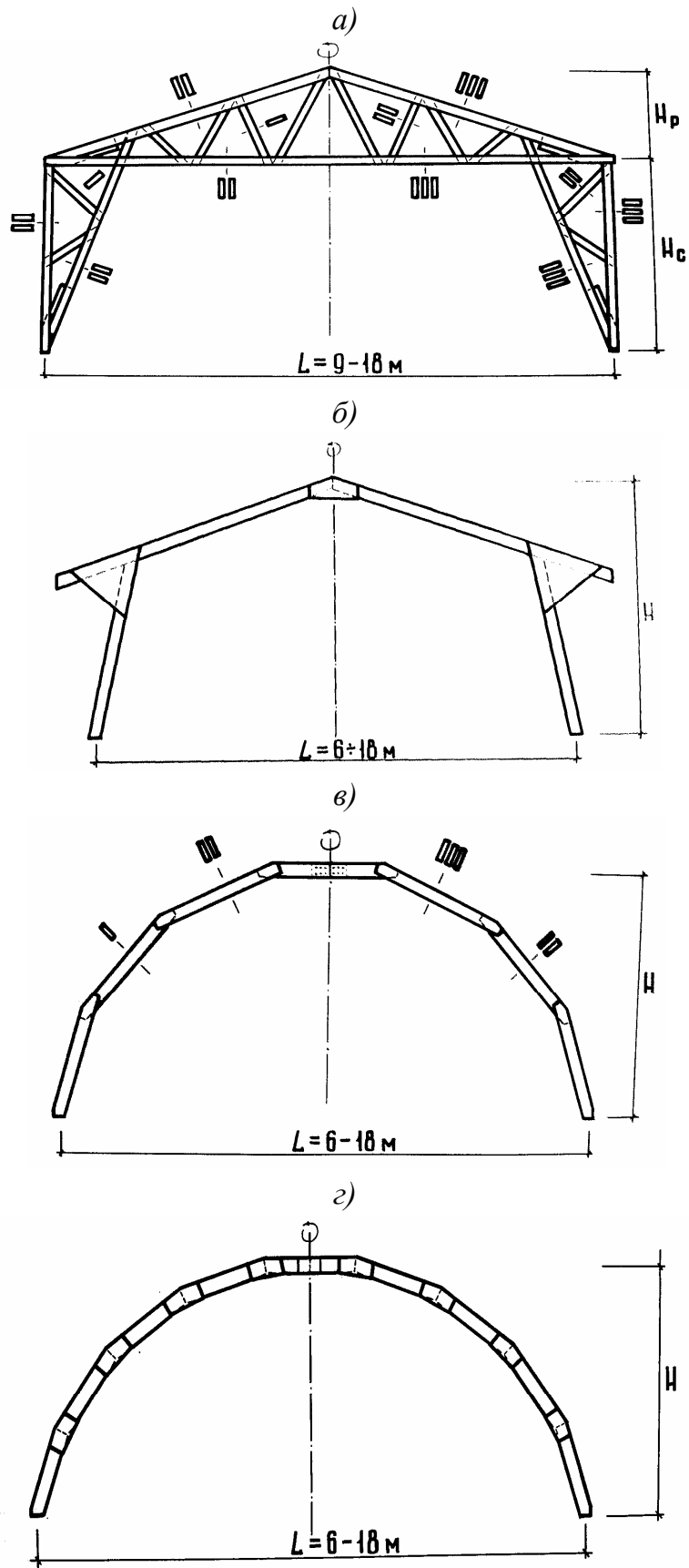


Рис. 3.17. Виды дощатых рам и арок с клеевыми соединениями в узлах: а, б, – рамы; в, г – арки

Были работы по определению гвоздевой запрессовки и на клеевые соединения, результаты которых вошли в «Инструкции по проектированию и изготовлению клеевых деревянных конструкций и строительных деталей» (СН 11-57) [14]. Но инструкции СН 11-57 устарели, и расчет гвоздевой запрессовки на клеевые соединения требует уточнения и совершенствования.

В нашей стране первые Нормы и технические условия (НигУ), а позже – «Указания по проектированию и применению деревянных конструкций в условиях военного времени» были выпущены на основе исследований гвоздевых соединений, проведенных в ЦНИИПС в 1931 – 1932 гг. Были проведены испытания гвоздей, выполненных по ОСТ-530, на различные виды усилий. Вместе с этим исследовались гвоздевые сопряжения на сдвиг и выдергивание [14, 28, 29]. В этой работе принимали участие Г.Г. Карлсен, М.Е. Каган, И.Я. Иванов, М.Н. Плугянская.

За рубежом для сопряжения деревянных элементов выпускаются гвозди с повышенным сопротивлением на выдергивание. Фирмы «Meze Company» и «Deniston Company» штата Иллиной в США выпускают гвозди с острой спиральной нарезкой, с винтовой направляющей нарезкой и насечкой. В нашей стране налажен тесовый выпуск обычных гвоздей по ГОСТ 4028-63 [14] и осваивается производство гвоздей с повышенным сопротивлением выдергиванию. До настоящего времени гвозди с повышенным сопротивлением выдергиванию не нашли применения для создания запрессовочного давления на клеевые соединения.

### ***§ 3.3. Особенности проектирования бесфасоночных дощатых ферм покрытий с жесткими клеевыми соединениями***

Бесфасоночные дощатые фермы для покрытий зданий можно проектировать пролетами 6 – 18 м с раскосной треугольной решеткой. Шаг ферм составляет 1 – 3 м. Расчетная нагрузка на фермы пролетами до 9 м принимается равной 2 – 9 кН/м, а пролетами свыше 9 м – 2 – 6 кН/м. Высота ферм принимается из условий обеспечения необходимой жесткости и уклона кровли и составляет 1/6 – 1/8 часть пролета. Такой уклон позволяет применять в покрытии асбестоцементные листы и рулонный материал.

Выбор вида решетки, длин и количества панелей верхнего и нижнего поясов должен проводиться из вариантного проектирования и условий рационального выбора. Условиями рационального выбора являются длины элементов верхнего и нижнего поясов, принимаемые для опорных панелей 1, 2 м, для средних панелей – 1,2 – 2,5 м.

Дощатые бесфасоночные фермы выполняются двух- и трехветвевыми по поясам с расположением между ветвей элементов решетки соответственно в одну и две ветви. Очертание ферм принимается в основном треугольным (рис. 3.18). Элементы поясов и решетки, а также стыковочные элементы – накладки и вкладыши – выполняются из пиломатериалов хвойных пород (сосна, ель) 1, 2 и 3-го сортов в соответствии со СНиП III-19-76 и рекомендациями ЦНИИСК им. Кучеренко на сортность древесины. Пиломатериал принимается толщиной 20 – 60 мм, шириной 50 – 200 мм в соответствии с ГОСТ 24454-80.

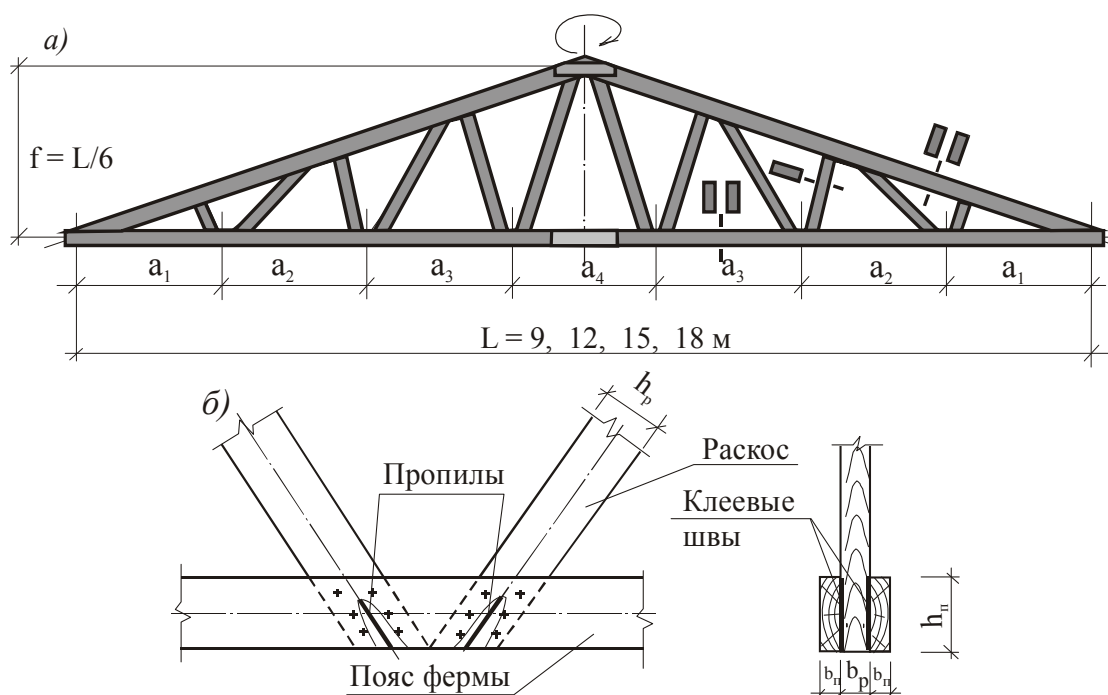


Рис. 3.18. Ферма с бесфасоночными узлами: а – конструкция фермы, б – промежуточный узел фермы

Узловые соединения ферм выполняются путем склеивания их отдельных дощатых элементов по пласти с гвоздевой запрессовкой. Узловые соединения бесфасоночных ферм имеют расцентрированное пересечение осей решетки и поясов, но допускаются «частично» центрированные и центрированные узловые соединения (рис. 3.19).

Конструктивные мероприятия, служащие для обеспечения необходимой прочности узловых соединений во время всего срока эксплуатации: устройство сквозных пропилов в концевых участках раскосов на длину клевого шва, пропилов на половину толщины и по всей длине в элементах верхнего и нижнего поясов.

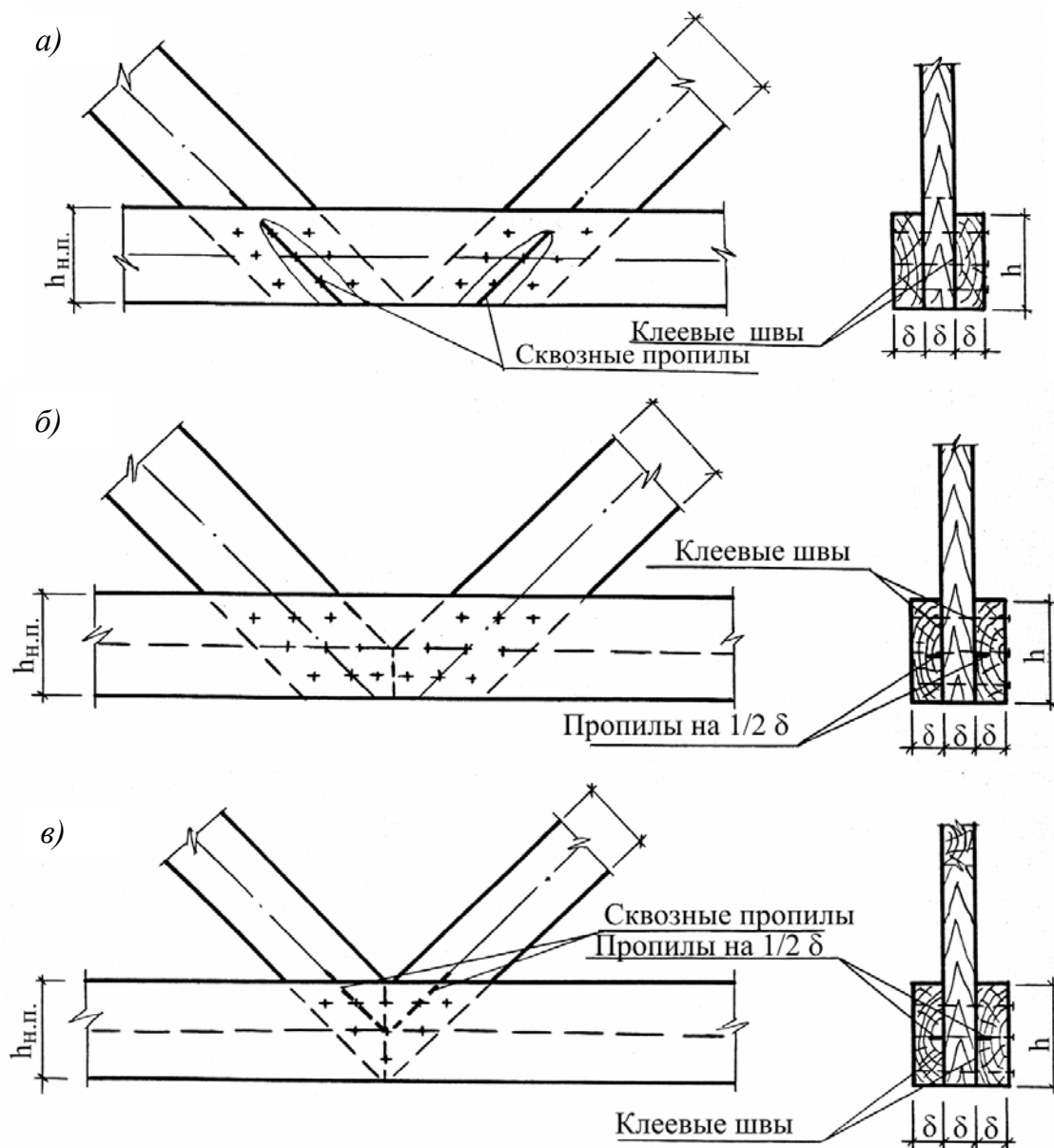


Рис. 3.19. Промежуточные узлы бесфасоночных ферм: а – узел с расцентрованными осями; б – узел с расцентрованными частично сдвинутыми осями; в – узел с центрованными осями

В целях обеспечения антикоррозийной защиты гвоздей и загнивания древесины от коррозии металла в процессе эксплуатации конст-

рукций, применяемые гвозди должны быть оцинкованы в соответствии со СН 206-62.

В конструкциях бесфасоночных ферм коньковый узел должен решаться с разгружающей подрезкой (рис. 3.20, а). Подрезка в коньковом узле должна выполняться от верхних кромок поясов на  $1/3$  высоты их сечений. С целью обеспечения условий транспортировки в большепролетных фермах следует устраивать монтажные стыки. Они устраиваются в середине пролета по верхнему и нижнему поясам на дощатых накладках и вкладышах с болтовыми соединениями (рис. 3.20, б).

Стыки досок по длине поясов выполняются на дощатых вкладышах с тем же типом соединений, что и промежуточные узлы. Эти стыки располагаются в средних панелях ферм на расстоянии  $0,3$  длины панели от узлов (в зоне нулевых моментов). Опорные узлы ферм решаются на дощатых вкладышах и накладках с клеегвоздевыми соединениями.

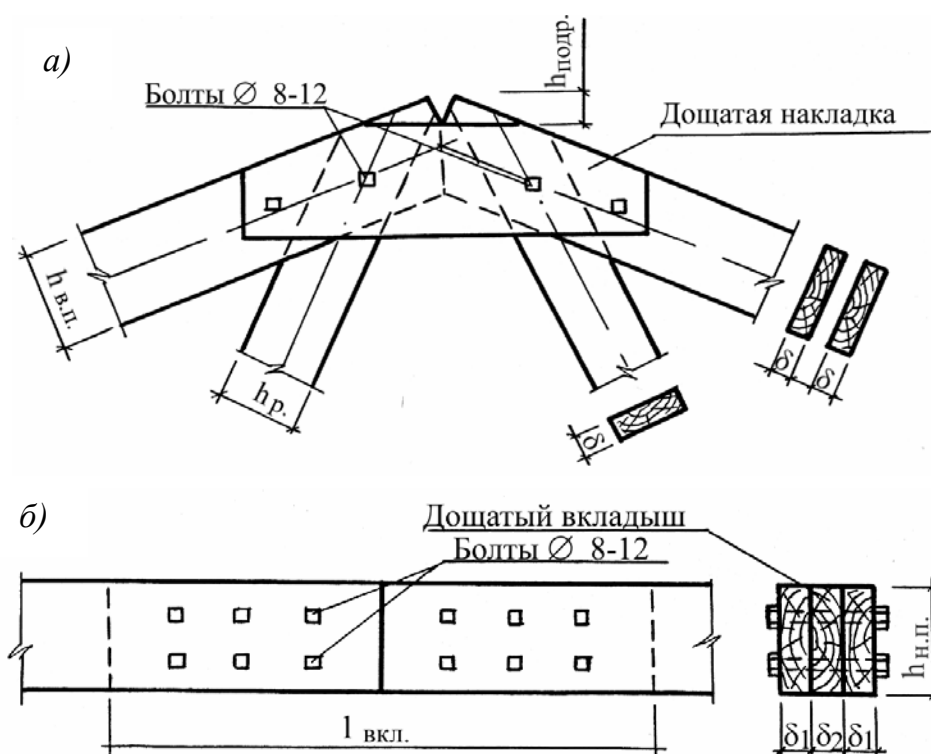


Рис. 3.20. Монтажные узлы бесфасоночных ферм: а – по коньковому узлу (по верхнему поясу); б – по нижнему поясу

В целях снижения дополнительных напряжений в клеевых швах бесфасоночных узловых соединений при изготовлении конструкций

должны выполняться пропилы в раскосах, как показано на рис. 3.19, а. Склеивание элементов в узлах производят на фенольных и резорциновых клеях марок ФР-12, ФР-100, ФРФ-50. Для осуществления запрессовки применяют гвозди диаметром 2 – 5 мм.

### § 3.4. Особенности проектирования дощатых ферм с узлами на фанерных накладках с клеевыми соединениями

Фермы с фанерными накладками могут проектироваться пролетами 6 – 18 м с раскосной решеткой. Шаг ферм принимается от 0,5 до 2 м. Расчетная нагрузка на фермы при заданном шаге должна составлять 1 – 3,5 кН/м. Очертание ферм принимается треугольным с уклоном по верхнему поясу 1/2,5 – 1/3,5. Решетка ферм выбирается так, чтобы длины панелей верхнего пояса и длины панелей нижнего пояса были равны между собой (рис. 3.21).

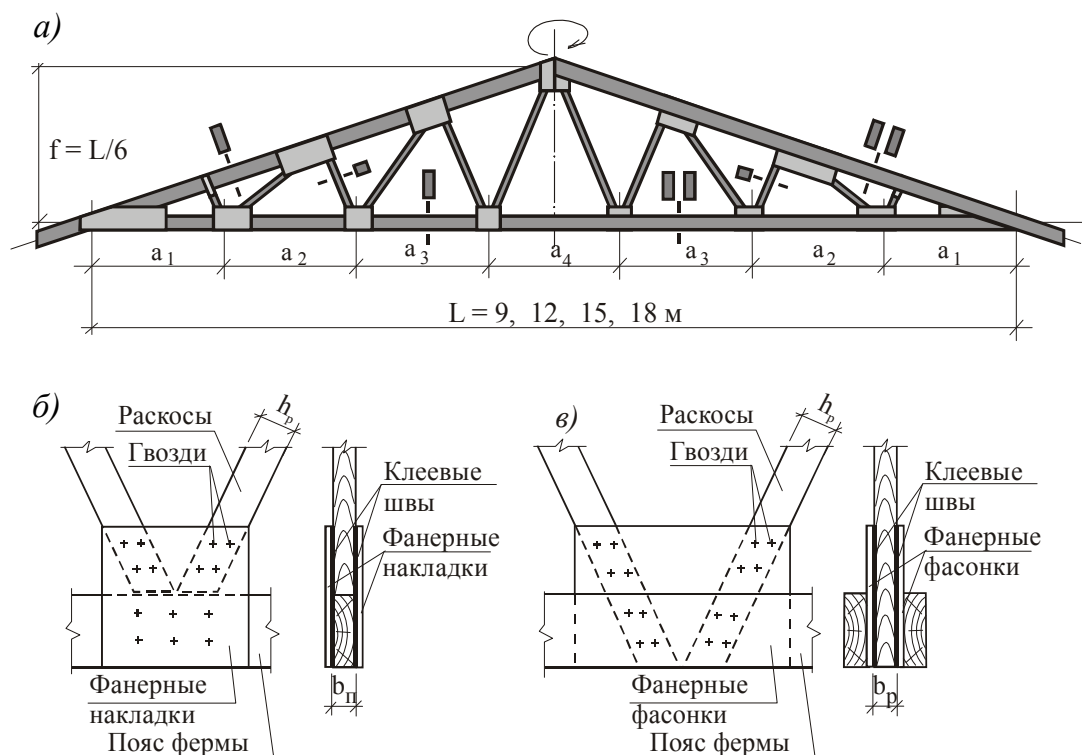


Рис. 3.21. Ферма с узлами на фанерных фасонках и накладках: а – конструкция ферм; б – узел фермы с фасонками; в – узел фермы с накладками

Фермы с узлами на фанерных накладках состоят из одинарных элементов поясов и решетки, как показано на рис. 3.21, 3.22. Для поя-



сов и решетки ферм должны использоваться пиломатериалы из древесины хвойных пород (сосна, ель) толщиной 30 – 60 мм и шириной 50 – 200 мм, принимаемыми согласно ГОСТ 24454-80. Сортность пиломатериалов на отдельные элементы ферм должна определяться в соответствии со СНиП III-19-76 или рекомендациями ЦНИИСК им. Кучеренко.

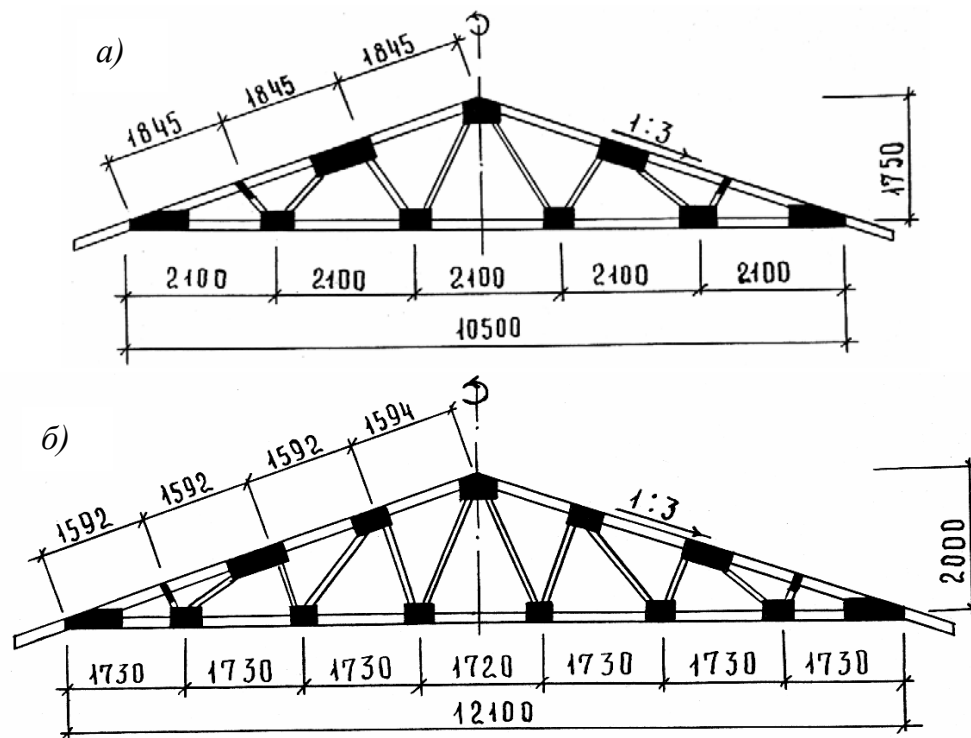


Рис. 3.22. Фермы с узлами на фанерных накладках: а – пролетом 10,5 м; б – пролетом 12,1 м

Узловые соединения ферм осуществляются путем склеивания поверхностей фанерных накладок с боковыми поверхностями поясов и решетки. Для создания запрессовочного давления на клеевые соединения при склеивании применяется гвоздевая запрессовка. Склеивание элементов ферм должно осуществляться на синтетических клеях, применяемых для изготовления клееных деревянных конструкций, а гвоздевая запрессовка – гвоздями диаметром 2,5 – 5 мм и длиной 40 – 80 мм (укороченными по отношению к стандартным). Запрессовочные гвозди должны иметь антикоррозийное покрытие в соответствии с СН 206-62. Фанерные накладки изготавливаются из фанеры марки ФСФ сорта В/ВВ (ГОСТ 3916-67). Толщина фанерных накладок принимается равной 8 – 12 мм, а размеры определяются расчетом из

условий необходимой прочности узловых соединений, самих накладок, равенства жесткостей элементов конструкции жесткостям накладок в местах примыкания решетки к поясам (рис. 3.23).

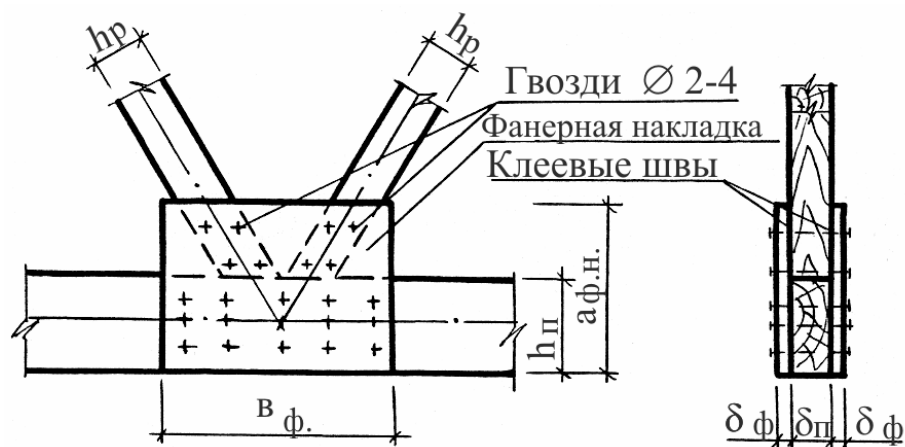


Рис. 3.23. Промежуточный узел фермы с фанерными накладками

Диаметр запрессовочных гвоздей, применяемых без предварительной сверловки под них отверстий, должен быть не более 4 мм и не более 0,25 от наименьшей из толщин соединяемых элементов. При применении гвоздей диаметром более 4 мм следует проводить сверловку под них отверстий. Длина запрессовочных гвоздей должна определяться из условия максимального защемления гвоздя в нижнем элементе и не должна превышать суммарной толщины соединения.

В конструкциях этих ферм коньковый и опорный узлы решаются также на фанерных накладках с клеегвоздевыми соединениями (рис. 3.24, а, б). Из-за конструктивных особенностей ферм опирание их на опоры принято внеузловым (рис. 3.24, б). Пояса ферм приняты неразрезными. Стыки поясов по длине выносятся за пределы узловых накладок и располагаются на расстоянии 0,3 – 0,5 длины панели от узлов по нижнему поясу и на расстоянии 0,2 – 0,35 длины панели от узлов – по верхнему поясу. Соединение поясов в стыковочных узлах производится «впритык» на фанерных накладках.

Для создания запрессовочного давления на клеевое соединение в узлах дощатых конструкций взамен обычных гвоздей могут использоваться шурупы, глухари и гвозди с повышенным сопротивлением на выдергивание. Расчет таких запрессовочных элементов аналогичен

расчету запрессовочных гвоздей и принимается с их соответствующим запрессовочным сопротивлением на выдергивание.

Болтовая запрессовка бесфасоночных узловых соединений выполняется на болтах, вставленных в просверленные отверстия, с соответствующей стяжкой всех элементов (рис. 3.25).

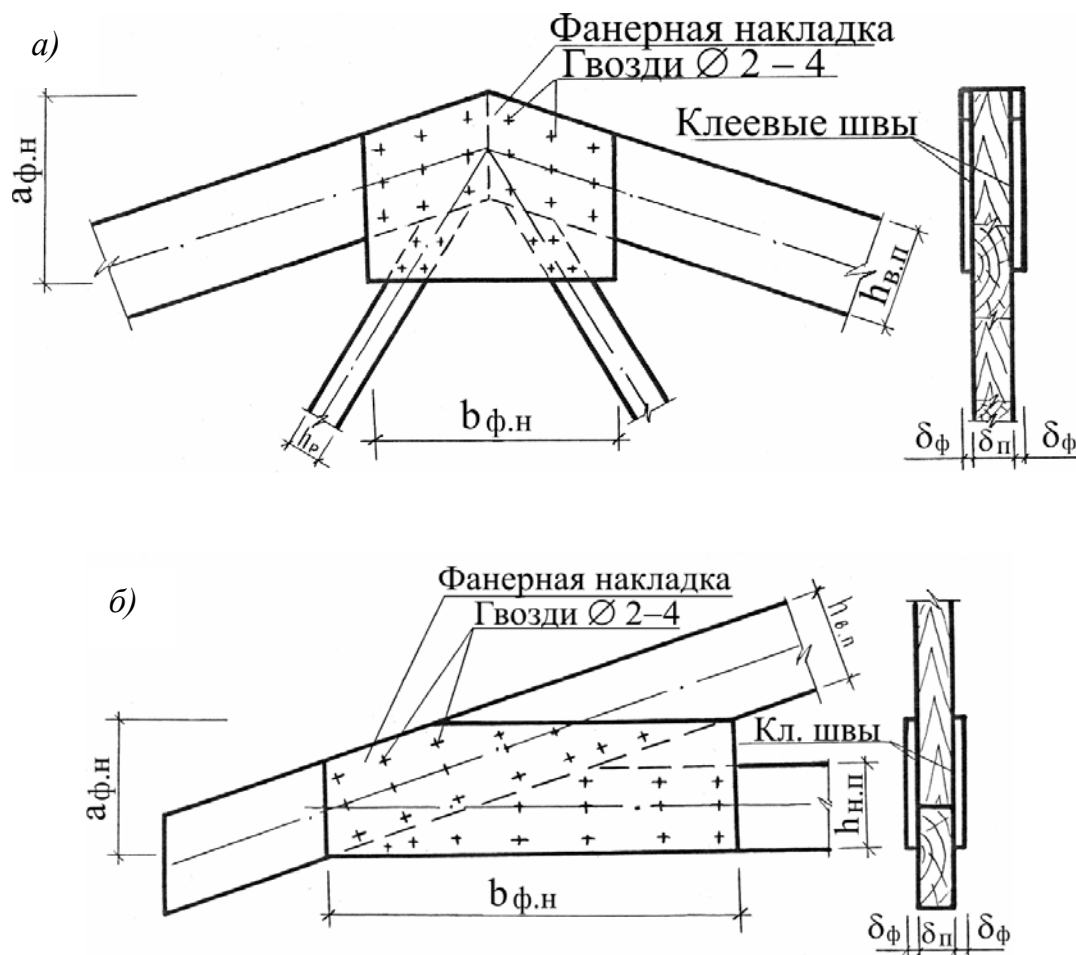


Рис. 3.24. Узлы ферм на фанерных накладках: а – коньковый; б – опорный

Узлы в фермах выполняются на клеевых соединениях с гвоздевой запрессовкой, как показано на рис. 3.23, 3.24, как с применением фанерных накладок (фасонок), так и без них, т.е. бесфасоночными. Склеивание элементов в узлах производят на фенольных и резорциновых клеях марок ФР-12, ФР-100, ФРФ-50. Для осуществления запрессовки применяют гвозди диаметром 2 – 5 мм.

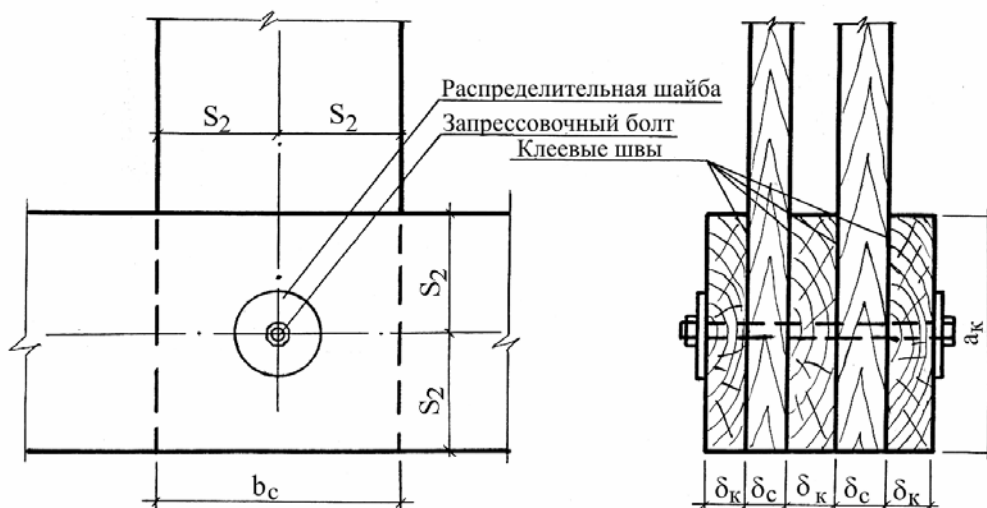


Рис. 3.25. Бесфасоночное соединение с болтовой запрессовкой

Расчет бесфасоночных ферм и ферм с фанерными накладками с узлами на клеевых соединениях с гвоздевой или болтовой запрессовкой проводится по разработанным рекомендациям [14, 28, 29].

### **Контрольные вопросы**

1. Какие преимущества имеют несущие дощатые конструкции в покрытиях зданий?
2. Каковы основные виды дощатых несущих конструкций покрытий с эффективными узловыми соединениями?
3. Особенности проектирования дощатых ферм покрытий.
4. Какие материалы применяют для несущих ферм покрытий?
5. Основные схемы дощатых ферм покрытий.
6. Что представляют собой соединения типа «Gang-Nail» в дощатых фермах?
7. Основные направления совершенствования покрытий зданий.
8. Основные параметры дощатых ферм, применяемые для покрытий зданий.
9. Каковы основные элементы дощатых ферм покрытий?
10. Что представляют собой соединения типа «Trigonit» в несущих конструкциях покрытий зданий?

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Некоторые вопросы из указанных тем рассматриваются в существующих строительных дисциплинах, таких как «Архитектура», «Архитектура гражданских и промышленных зданий и сооружений», «Конструкции из дерева и пластмасс» и других. Рассмотрение специальных конструкций и элементов покрытий целесообразно для одного определенного предмета и целенаправленного подхода в изучении проектирования и возведения качественных и надежных покрытий. Покрытия являются наиболее ответственными частями зданий и требуют более высокой степени ответственности. Введение в вышеуказанные дисциплины проектных положений о светопрозрачных, мансардных покрытиях и несущих дощатых конструкциях оправданно. К тому же часть вопросов при их рассмотрении связана и с существующей во Владимирском государственном университете новой дисциплиной «Крыши и кровли зданий и сооружений», которая была введена по группе факультативных дисциплин у студентов пятого курса специальности 270102 – промышленное и гражданское строительство в 2000 – 2002 гг. Результаты от введения этого курса сказались на подготовке студентов в этой области строительства. Студенты при дипломном проектировании со знанием основ устройства покрытий грамотно подходят к разработке всего здания. В некоторых дипломных проектах покрытия имели сложную форму и, конечно же, без знания особенностей устройства и работы элементов покрытий трудно было бы запроектировать такие объекты.

В дальнейшем предполагается ввести дисциплину «Покрытия зданий» в список дисциплин «СД – специальные дисциплины» учебных программ направления 270100 – строительство. Это позволит обеспечить не только соответствующую подготовку специалистов на современном уровне, но и получить кадры для дальнейших научных исследований в данной области строительства.

На основе обследований многих зданий, проведенных автором, следует отметить, что покрытия – самая ненадежная их часть. За время эксплуатации в покрытиях накапливается больше всего дефектов и повреждений, приводящих к нарушению работоспособности многих конструкций здания. Поэтому в дальнейшем следует планировать создание научных направлений в области изучения работы элементов покрытий, проектирования и строительства покрытий. Для этого рекомендуется создание в высших учебных заведениях отдельных специализированных кафедр по покрытиям и кровлям.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК\*

1. Архитектура гражданских и промышленных зданий. Гражданские здания : учеб. для вузов / А. В. Захаров [и др.] ; под общ. ред. А. В. Захарова. – М. : Стройиздат, 1993. – 509 с.
2. Архитектура гражданских и промышленных зданий. Основы проектирования : учеб. для вузов / Л. Б. Великовский [и др.] ; под общ. ред. В. М. Предтеченского. – М. : Стройиздат, 1966. – 226 с.
3. Архитектура гражданских и промышленных зданий : учеб. для вузов. В 5 т. Т.1. История архитектуры / Н. Ф. Гуляницкий ; под общ. ред. В. М. Предтеченского. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Стройиздат, 1978. – 255 с.
4. Архитектура гражданских и промышленных зданий : учеб. для вузов. В 5 т. Т.3. Жилые здания / Л. Б. Великовский [и др.] ; под общ. ред. К. К. Шевцова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Стройиздат, 1983. – 239 с.
5. Архитектура гражданских и промышленных зданий : учеб. для вузов. В 5 т. Т.4. Общественные здания / Л. Б. Великовский ; под общ. ред. В. М. Предтеченского. – М. : Стройиздат, 1983. – 108 с.
6. Архитектура гражданских и промышленных зданий : учеб. для вузов. В 5 т. Т.5. Промышленные здания / Л. Ф. Шубин. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Стройиздат, 1986. – 335 с.
7. Архитектурные конструкции : учеб. для вузов по специальности «Архитектура» / З. А. Казбек-Казиев [и др.] ; под ред. З. А. Казбек-Казиева. – М. : Высш. шк., 1989. – 342 с.
8. *Афанасьев, А. А.* Индустриальные технологии в реконструкции малоэтажных жилых зданий / А. А. Афанасьев, Е. П. Матвеев // Промышленное и гражданское строительство. – 2001. – № 9. – С. 12 – 14.
9. *Булгаков, С. Н.* Варианты проектных решений мансардных этажей при реконструкции жилых домов: конструктивные решения / С. Н. Булгаков // Промышленное и гражданское строительство. – 1999. – № 2. – С. 25 – 29.

---

\* Публикуется в авторской редакции.

10. *Булгаков, С. Н.* Энергоэффективные строительные системы и технологии / С. Н. Булгаков // Промышленное и гражданское строительство. – 1999. – № 11. – С. 20 – 23.

11. *Он же.* Варианты проектных решений мансардных этажей при реконструкции жилых домов: архитектурно-планировочные решения / С. Н. Булгаков // Промышленное и гражданское строительство. – 2000. – № 1. – С. 41 – 44.

12. *Гурьев, В. В.* Реконструкция 5-этажных жилых домов с надстройкой мансард из легких индустриальных конструкций / В. В. Гурьев // Промышленное и гражданское строительство. – 2002. – № 5. – С. 23 – 25.

13. *Еропов, Л. А.* Покрытия и кровли гражданских и промышленных зданий : учеб. пособие / Л. А. Еропов; Владим. гос. ун-т. – Владимир, 2002. – 264 с.

14. *Он же.* Прочность и деформативность клеегвоздевых и клееболтовых соединений в узлах дощатых строительных конструкций : дис. ... канд. техн. наук / Лев Алексеевич Еропов. – Владимир, 1987. – 252 с.

15. *Еропов, Л. А.* Покрытия и кровли гражданских и промышленных зданий : учеб. пособие. Ч.1 / Л. А. Еропов, С. И. Рощина ; под ред. Ю. И. Блинова ; Владим. гос. техн. ун-т. – Владимир, 1995. – 92 с.

16. *Они же.* Покрытия и кровли гражданских и промышленных зданий : учеб. пособие: Ч.2 / Л. А. Еропов, С. И. Рощина ; под ред. Ю. И. Блинова ; Владим. гос. ун-т. – Владимир, 1998. – 88 с.

17. *Иванов, В. Ф.* Деревянные конструкции : учеб. пособие / В. Ф. Иванов. – Л. : Госстройиздат, 1956. – 318 с.

18. *Карлсен, Г. Г.* Курс деревянных конструкций : учеб. пособие. Ч. 1 – 2 / Г. Г. Карлсен [и др.] ; под общ. ред. Г. Г. Карлсена. – М. ; Л. : Стройиздат Наркомстроя, 1942 – 1943.

19. *Кролевец, С. В.* Мансарды и надстройки жилых и общественных зданий / С. В. Кролевец // Промышленное и гражданское строительство. – 1997. – № 6. – С. 59 – 60.

20. *Мартинец, Д. В.* Соединение на металлических зубчатых пластинах / Д. В. Мартинец, В. И. Цапаев // Эффективное использование древесины и деревянных материалов в современном строительстве : тез. докл. Всесоюзн. совещания. (Архангельск, 18 – 20 июня 1980 г.). – М. – С. 197 – 199.



21. МДС 31-8-2002. Рекомендации по проектированию и устройству фонарей для естественного освещения помещений / ЦНИИ промзданий Госстроя СССР. – М., 2002. – 69 с.

22. Николаев, А. Е. Устройство мансард в серийных крупнопанельных зданиях и конструктивные особенности водоотвода с мансардных кровель / А. Е. Николаев, Р. Г. Григорьянц // Строительные конструкции – формирование среды жизнедеятельности : материалы второй междунар. седьмой межвуз. науч.-практ. конф. молодых ученых, аспирантов и докторантов. (Москва, 26 – 27 мая 2004 г.). – Кн. 1. – М. : МГСУ. – С. 106 – 117.

23. Предтеченский, М. В. Устройство мансардных помещений в жилых зданиях / М. В. Предтеченский // Промышленное и гражданское строительство. – 2000. – № 7. – С. 40 – 42.

24. Рекомендации по проектированию, устройству и эксплуатации светопрозрачных конструкций промышленных зданий / ЦНИИ промзданий Госстроя СССР. – М., 1985. – 70 с.

25. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение / Госстрой России. – М. : ГУП ЦПП, 1995. – 25 с.

26. СНиП II-26-76. Кровли. Нормы проектирования / Госстрой СССР. – М. : Стройиздат, 1988. – 23 с.

27. ТСН КР-97 МО. Кровли. Технические требования и правила приемки. (Утверждены постановлением правительства Московской области от 30.03.98 № 28/9).

28. Щуко, В. Ю. Легкие цельнодеревянные конструкции для сельскохозяйственного строительства : учеб. пособие / В. Ю. Щуко, Л. А. Еропов, С. Н. Авдеев ; Владим. политехн. ин-т. – Владимир, 1989. – 76 с.

29. Щуко, В. Ю. Конструкции из дерева и пластмасс. Облегченные дощатые конструкции : учеб. пособие / В. Ю. Щуко, Л. А. Еропов, Е. А. Смирнов ; Владим. политехн. ин-т. – Владимир, 1989. – 56 с.

30. VELUX – мансардные окна. Реконструкция жилого дома в Лыткарино путем надстройки мансарды (рекламный проспект ЗАО «Велюкс» Россия).

31. Унифицированные архитектурно-строительные системы мансардных этажей для надстройки реконструируемых зданий / Госстрой России. – М. : ЦНИИЭП жилища, 1998. – 13 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Глава 1. СВЕТОПРОПУСКАЮЩИЕ ПОКРЫТИЯ.....	4
§ 1.1. Виды и особенности светопропускающих покрытий...4	
§ 1.2. Светопрозрачные покрытия.....	10
§ 1.3. Зенитные фонари.....	14
§ 1.4. Светоаэрационные фонари.....	21
<i>Контрольные вопросы</i> .....	24
Глава 2. МАНСАРДНЫЕ ПОКРЫТИЯ.....	26
§ 2.1. Особенности применения мансардных покрытий.....	26
§ 2.2. Виды и классификация мансард.....	28
§ 2.3. Конструктивные решения мансард.....	31
§ 2.4. Требования к устройству мансард.....	42
<i>Контрольные вопросы</i> .....	46
Глава 3. ОБЛЕГЧЕННЫЕ НЕСУЩИЕ ДЕРЕВЯННЫЕ КОНСТРУКЦИИ ПОКРЫТИЙ.....	47
§ 3.1. Новые направления в проектировании несущих конструкций.....	47
§ 3.2. Обзор применения несущих облегченных дощатых конструкций покрытий.....	51
§ 3.3. Особенности проектирования бесфасоночных дощатых ферм покрытий с жесткими клеевыми соединениями.....	68
§ 3.4. Особенности проектирования дощатых ферм с узлами на фанерных накладках с клеевыми соединениями.....	72
<i>Контрольные вопросы</i> .....	76
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	77
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	79

Учебное издание

ЕРОПОВ Лев Алексеевич

ПОКРЫТИЯ И КРОВЛИ ГРАЖДАНСКИХ  
И ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Ученое пособие

Часть 3

Подписано в печать 19.01.11.

Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 4,88. Тираж 100 экз.

Заказ

Издательство

Владимирского государственного университета.

600000, Владимир, ул. Горького, 87.