

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Белорусский национальный технический университет

---

Кафедра «Строительные конструкции»

А. И. Згировский  
С. М. Коледа  
М. Е. Минчукова

# КОНСТРУКЦИИ ИЗ ДЕРЕВА И ПЛАСТМАСС. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Учебно-методическое пособие  
для студентов специальности  
1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство»

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

Минск  
БНТУ  
2020

УДК 624.011.1:378.147.091.313(075.8)

ББК 38.5я7

3-45

**Р е ц е н з е н т ы:**

зав. кафедрой «Лесозащита и древесиноведение» БГТУ,  
канд. биолог. наук, доцент *В. Б. Звягинцев*;  
главный инженер УП «Белпромпроект» *А. М. Суценыя*

**Згировский, А. И.**

3-45      Конструкции из дерева и пластмасс. Курсовое проектирование : учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» / А. И. Згировский, С. М. Коледа, М. Е. Минчукова. – Минск : БНТУ, 2020. – 57 с.

ISBN 978-985-583-522-7.

В пособии излагаются вопросы графического оформления чертежей зданий из дерева и пластмасс с использованием стандартов ЕСКД и СПДС. Приведены основные чертежи несущих и ограждающих конструкций.

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» дневной и заочной форм получения образования и может быть использовано студентами других специальностей строительного профиля.

**УДК 624.011.1:378.147.091.313(075.8)**

**ББК 38.5я7**

**ISBN 978-985-583-522-7**

© Згировский А. И., Коледа С. М.,  
Минчукова М. Е., 2020

© Белорусский национальный  
технический университет, 2020

## ВВЕДЕНИЕ

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» дневной и заочной форм обучения, а также для студентов других специальностей, изучающих дисциплину «Конструкции из дерева и пластмасс». В данном пособии подробно изложены требования к оформлению графической части курсового проекта, приведены рекомендации по компоновке зданий, выбору их основных геометрических параметров, а также варианты компоновки при использовании различных несущих конструкций. Так как отличительной особенностью конструкций из дерева является многообразие конструктивных форм и узловых соединений, в издании представлены многочисленные графические примеры выполнения несущих и ограждающих конструкций, их деталей и узлов. В таблицах приведены технические показатели элементов, отражены вопросы вариативности выбора параметров при проектировании. Предложенные решения помогут студентам в поиске рациональных и экономичных форм конструкций.

Одним из основных требований при разработке проектной документации в строительстве является единообразное оформление чертежей и текстовых документов, выполненных на основе актуальных технических нормативных правовых актов. С этой целью проработана современная нормативная база. При разработке пособия использованы стандарты ЕСКД и СПДС, ТКП, строительные нормы и инструкции по оформлению рабочих чертежей.

Учебно-методическое пособие также рекомендовано студентам-дипломникам при разработке чертежей конструкций из дерева и пластмасс.

## 1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ЧЕРТЕЖЕЙ ПРОЕКТА

Объем чертежей графической части. Чертежи технического здания или сооружения разрабатываются на 3–4 листах формата А2 размером 420×594 мм (ГОСТ 2.301-68).

Масштабы и вид изображения. На листах наносятся изображения, перечисленные в табл. 1. Масштабы изображений устанавливаются ГОСТом 2.302-68.

Таблица 1

Наименование	Масштаб	Вид изображения
Совмещенный план здания или сооружения по стойкам, фермам, плитам покрытия, кровле	1:100 или 1:200	Упрощенно
Поперечный разрез	1:50 или 1:100	Упрощенно
Продольный разрез (3–4 оси, начиная с торца)	1:50 или 1:100	Упрощенно
Архитектурные узлы: карнизный, коньковый, цокольный и др.	1:10 или 1:5	Детально
Связи по кровле и стенам	1:200	Схематично
Рабочие чертежи несущих конструкций	1:20 (1:50)	Детально

Если при схематичном или упрощенном изображении конструкции требуется показать более детально какую-либо часть или узел, то они могут быть вычерчены рядом с упрощенным чертежом в более крупном масштабе с необходимой степенью детализации и показом вырывов (рис. 1).

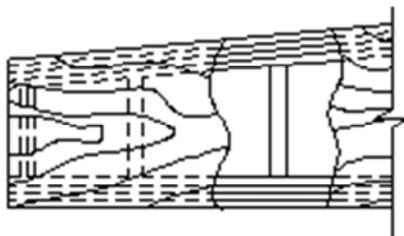


Рис. 1. Вырыв стенки клеефанерной коробчатой балки

**Нанесение надписей и размеров.** Надписи на чертежах выполняются размером шрифта (ГОСТ 2.304-81), определяемого высотой  $h$  прописных букв в мм:

2,5; 3,5 – для текстовых указаний и поясняющих надписей при изображении элементов и деталей;

3,5; 5,0 – для названий изображений, заголовков, текстовых указаний в ведомостях;

5,0 – для названий марок в ведомостях и спецификаций;

7,0; 10,0 – для надписей номеров листов и марки над изображением конструкции.

Размерные линии, отметки уровней элементов на фасадах, разрезах и планах, обозначение уклонов и выносные надписи показаны на рис. 2 (СТБ 2255-2012).

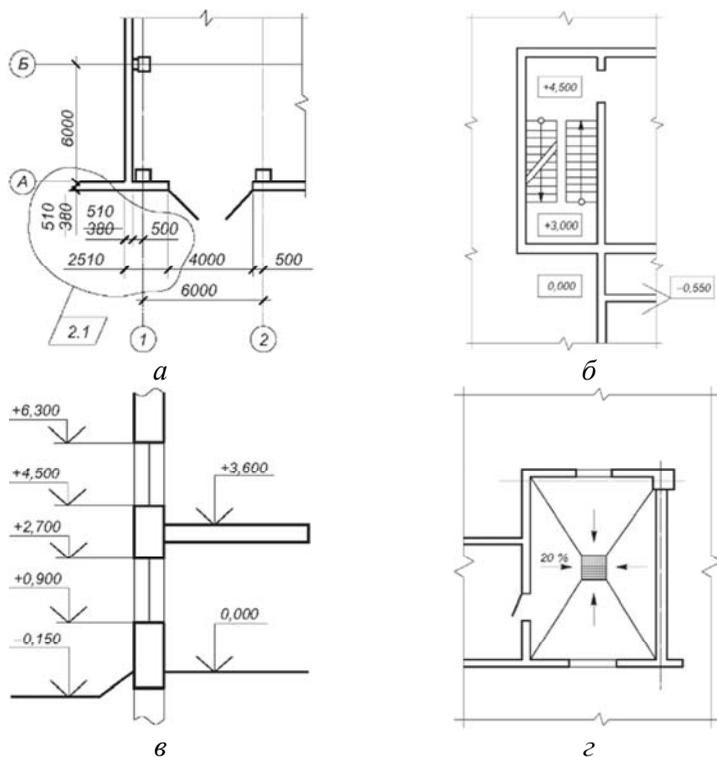
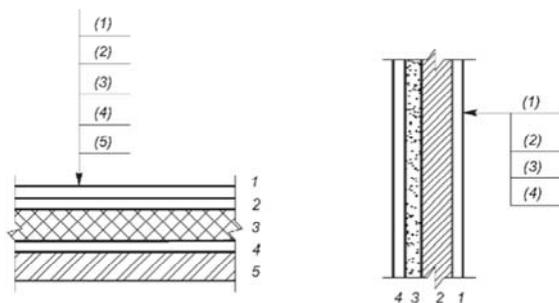


Рис. 2. Правило нанесения надписей и размеров на чертежах



д

Рис. 2. Правило нанесения надписей и размеров на чертежах (окончание):  
*a* – размерные линии на плане; *b* – отметки на плане;  
*в* – отметки на разрезе (фасаде); *г* – обозначение уклонов на плане кровли;  
*д* – выносные надписи к многослойным конструкция (цифрами условно обозначена последовательность расположения слоев конструкции и надписей на линиях – выносках)

В случае небольших размеров изображения может быть упрощенное нанесение размеров и отметок на полке линии-выноски (рис. 3).

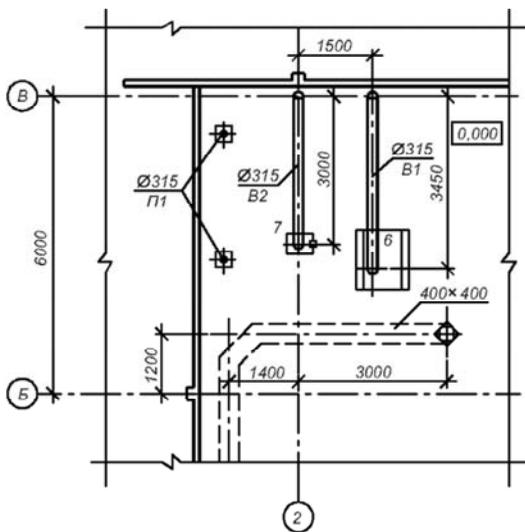


Рис. 3. Упрощенное нанесение размеров и меток

Выносные элементы (фрагменты фасадов, планов и узлы) показаны на рис. 4 (СТБ 2255-2012).

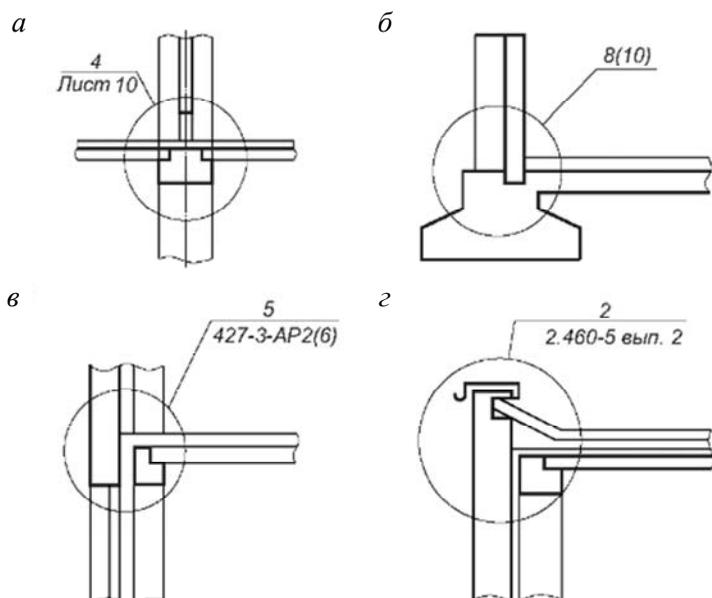


Рис. 4. Выносные элементы:

*а, б* – вынос узла с указанием порядкового номера римской, арабской или цифровой буквой (под полкой может быть указан номер листа, комплект рабочих чертежей); *в, г* – серия типовых узлов, на которых размещен узел

Названия изображений располагаются над изображениями в именительном падеже единственного числа с выносом на первое место имени существительного, например: «Фасад 1–12», «План на отм. 0.000», «Разрез 1–1», «Вид 2–2», «Фрагмент 1», «Каркас КР7» и т. п. Если на листе расположено одно изображение, то его название приводится только в основной надписи чертежа.

#### **Правила вычерчивания изображений и нанесения осей.**

Изображения – виды, разрезы и сечения должны отвечать следующим требованиям (СТБ 2255-2012):

– в чертежах направление взгляда для разрезов принимается, как правило, по плану снизу вверх и справа налево;

– изображение до оси симметрии симметричных планов и фасадов зданий или сооружений, схем расположения элементов, конструкций не допускается;

– планы зданий и сооружений располагаются, как правило, длинной стороной вдоль горизонтальной стороны листа;

– планы располагаются на листе в порядке возрастания нумерации этажей снизу вверх или слева направо. Расположение видов, разрезов, сечений, фрагментов и узлов на листах принимают в последовательности их нумерации слева направо и (или) сверху вниз.

Координационные оси здания или сооружения обозначают арабскими цифрами или прописными буквами русского алфавита, за исключением букв: Ё, З, Й, О, Х, Ц, Ч, Щ, Ъ, Ы, Ь в кружках диаметром 6–12 мм. Пропуски в цифровых и буквенных (кроме указанных) обозначениях осей не допускаются. Если для обозначения осей не хватает букв алфавита, последующие оси обозначаются двумя буквами, например, АА, ББ, ВВ. Цифрами обозначают координационные оси по стороне здания и сооружения с большим количеством осей. Последовательность цифровых и буквенных обозначений координационных осей принимают по плану слева направо и снизу вверх.

Схемы расположения элементов сборных конструкций. При вычерчивании совмещенного плана, схем связей и других элементов чертежа необходимо выполнять требования ГОСТ 21.501-2018, СТБ 2255-2012 (рис. 5).

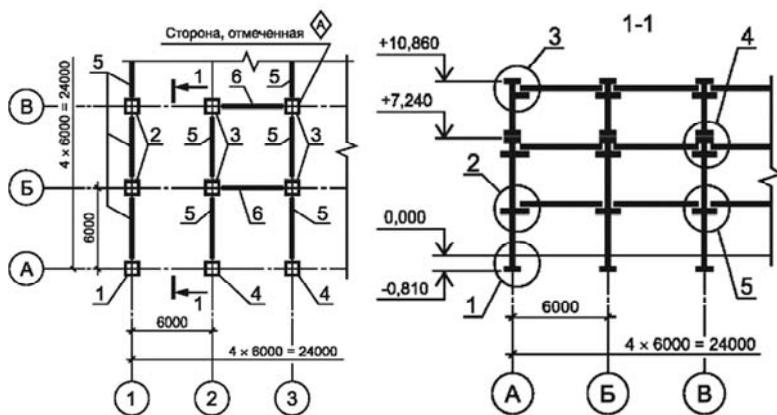


Рис. 5. Схема расположения колонн, ригелей и балок перекрытия

Все листы рабочих чертежей, как правило, должны быть одного формата (СТБ 2255-2012).

**Спецификации.** Форму и порядок заполнения спецификаций строительных конструкций устанавливают ГОСТ 21.501-2018, ГОСТ 2.106-96, ГОСТ 2.113-75 с учетом особенностей проектирования деревянных конструкций (ТКП 45-5.05-146-2009) (рис. 6, 7).

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед., кг	Примечание

Рис. 6. Спецификация элементов здания

Марка изделия	Поз. дет.	Наименование	Кол.	Масса 1 дет., кг	Масса изделия, кг

Рис. 7. Групповая спецификация на изделие, состоящее только из деталей

Спецификации и технические требования располагаются, как правило, над основной надписью. Над основной надписью чертежа или слева от нее должно быть составлено резервное поле высотой не менее 25 мм для нанесения, при необходимости, таблицы изменений и штампа привязки. Заголовки спецификаций, ведомостей и других таблиц располагаются над ними. Если на листе расположена одна таблица, то ее название приводится только в основной надписи чертежа (ГОСТ 21.501-2018).

**Примечания.** В курсовом проекте приводятся:

– ссылки на принятые нормы проектирования, а при необходимости и на нормы изготовления, условий эксплуатации, транспортировки и монтажа конструкций из дерева и пластмасс;

– ссылки, предусматривающие защиту конструкций от увлажнения, биоповреждений, возгорания и коррозии в соответствии с главами СНиП, СТБ, ТКП;

– ссылки на породу и сорт древесины, тип и марки клея, режим склеивания;

– при необходимости – указания на типы сварных швов и электродов.

Графические обозначения материалов. При выполнении рабочих чертежей конструкций из дерева и пластмасс необходимо пользоваться графическим изображением материалов по СТБ 2149-2010, представленных на рис. 8.

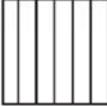
Наименование	Графическое обозначение
Древесина поперек волокон	
Древесина в направлении волокон	
Древесные материалы	

Рис. 8. Графическое обозначение древесины в сечении

Соединения клеевые (общие правила изображения). Обозначение клея: клей БФ-4 ГОСТ 12172-2016.

Условные изображения соединений, получаемых склеиванием, устанавливают ГОСТ 2.313-82. Места соединения элементов клейкой отображаются на видах и в разрезах сплошной линией (рис. 9, а). Соединения, получаемые склеиванием, обозначаются на линии-

выноске соответствующим символом и знаком. Если показывают непосредственно шов, линия-выноска заканчивается стрелкой, если невидимые плоскости склеивания – точкой (рис. 9, б). На полке линии-выноски указывается номер позиции, если марка клея приводится в спецификации, или номер соответствующего пункта технических требований, если марка приводится по ним. Клеевые швы, выполненные по периметру, обозначаются при помощи окружности диаметра 3–4 мм, расположенной на конце указывающей линии (рис. 9, в). Шов, ограниченный участком или поверхностью, обводится сплошной тонкой линией (рис. 9, г).

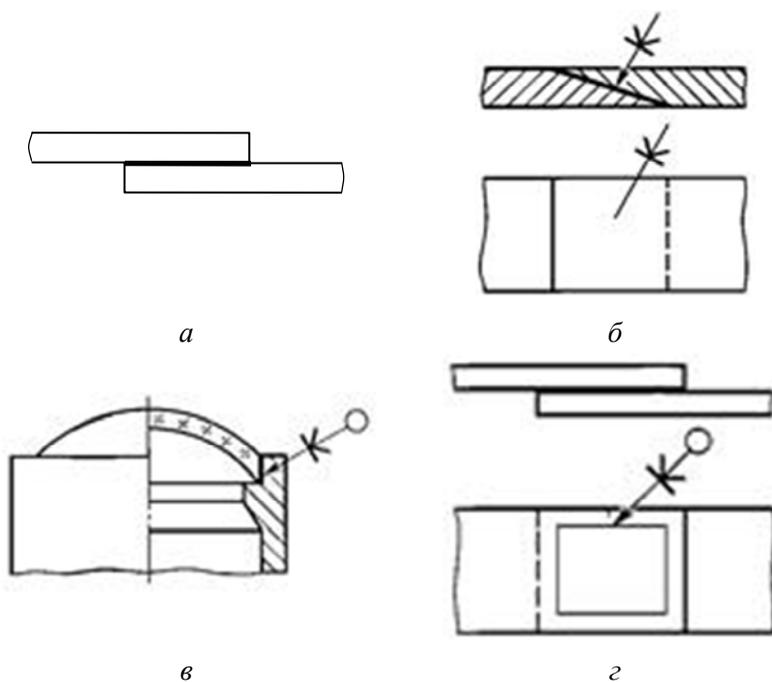
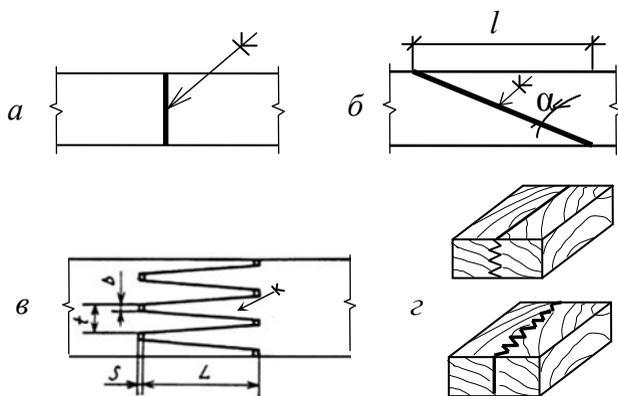


Рис. 9. Общие правила изображения клеевых соединений

**Клеевые соединения древесины.** Выделяют торцевые и боковые клеевые соединения (рис. 10).

### Торцевые соединения



### Боковые соединения

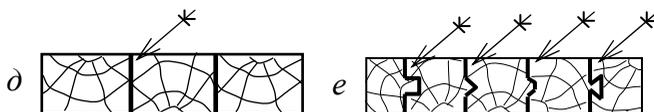


Рис. 10. Клеевые соединения:

- a* – впритык (плоские торцевые поверхности склеивания расположены под прямым углом к продольной оси заготовки; *б* – на «ус» ( $\alpha$  – угол скоса;  $l$  – длина уса); *в* – соединение зубчатое ( $t$  – шаг шипа;  $L$  – длина зубчатого шипа;  $b$  – затупление;  $s$  – зазор); *г* – зубчатое, соответственно, на кромку и на пластъ;
- д* – на гладкую фугу; *е* – в паз и гребень (прямоугольный, треугольный, трапецевидный, ласточкин хвост)

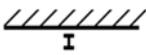
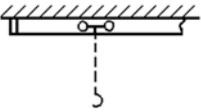
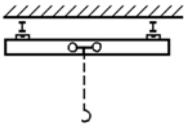
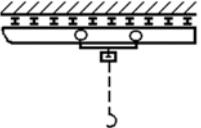
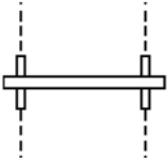
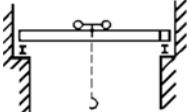
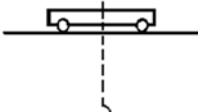
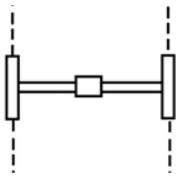
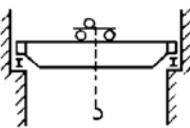
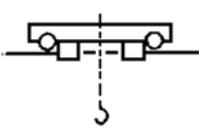
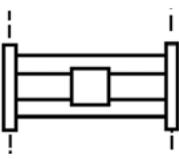
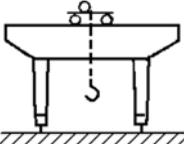
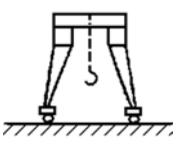
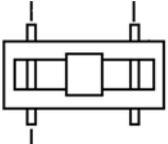
**Изображения и обозначения элементов соединений деревянных конструкций.** Изображения (упрощенные или условные) соединений элементов деревянных конструкций и крепежных деталей выполняют в соответствии с СТБ 2149-2010 (рис. 11).

Изображения крепежных металлических деталей и сварных швов в соединениях должны соответствовать ГОСТ 2.315-68, ГОСТ 2.312-72, ГОСТ 21.501-2018. Условные изображения подъемно-транспортного оборудования зданий и сооружений (ГОСТ 21.112-87) приведены в табл. 2.

Вид соединения элементов	Изображение	
	упрощенное	условное
На гвоздях		
На шпонках		
На скобах		
На коннекторах		
На шайбах		
Нагельное		

Рис. 11. Изображения крепежных деталей и соединений элементов деревянных конструкций

Таблица 2

Наименование	Условное графическое изображение		
	вид спереди	вид сбоку	вид сверху
1. Дорога монорельсовая			
2. Кран подвесной			
3. Кран однобалочный мостовой			
4. Кран двухбалочный мостовой			
5. Кран козловой			

*Примечание.* В надписях, входящих в состав изображений, указывается грузоподъемность оборудования в соответствующих единицах, а также, при необходимости, пролет или вылет крана в метрах.

## 2. КОМПОНОВКА ЗДАНИЙ

Курсовой проект студент начинает с компоновки здания, используя конструкции, предложенные ему руководителем в задании на проектирование. Вычерчивается совмещенный план здания, состоящий из фрагментов по колоннам (стойкам) на отметке 0.000, по верху стропильных конструкций, по плитам покрытия или, в случае теплого составного покрытия по прогонам (обрешетке), рабочему настилу, пароизоляции, утеплителю, стяжке и кровле. При установке холодного покрытия с использованием листовых материалов показываются прогоны (обрешетка) и раскладка листов.

Компоновка одноэтажного однопролетного деревянного каркасного здания показана на рис. 12.

Принята нулевая привязка колонн крайних рядов, в том числе фахверковых. При этом координационная ось совмещается с плоскостью наружных граней колонн. Привязка торцевых колонн крайнего ряда осуществляется так, чтобы их геометрические оси смещались с поперечных координационных осей внутрь здания на величину  $e$ . Размер  $e$  вычисляется с учетом возможности крепления стенового ограждения фахверка на участке в пределах высоты стропильной конструкции (рис. 13). Вариант с устройством парапета используется при применении торцевых стеновых панелей, изготовленных с водостойким покрытием, и кровель из рулонных материалов. Преимуществом этого варианта является сокращение количества типоразмеров плит покрытия. В рассмотренных типах здания могут быть применены железобетонные колонны.

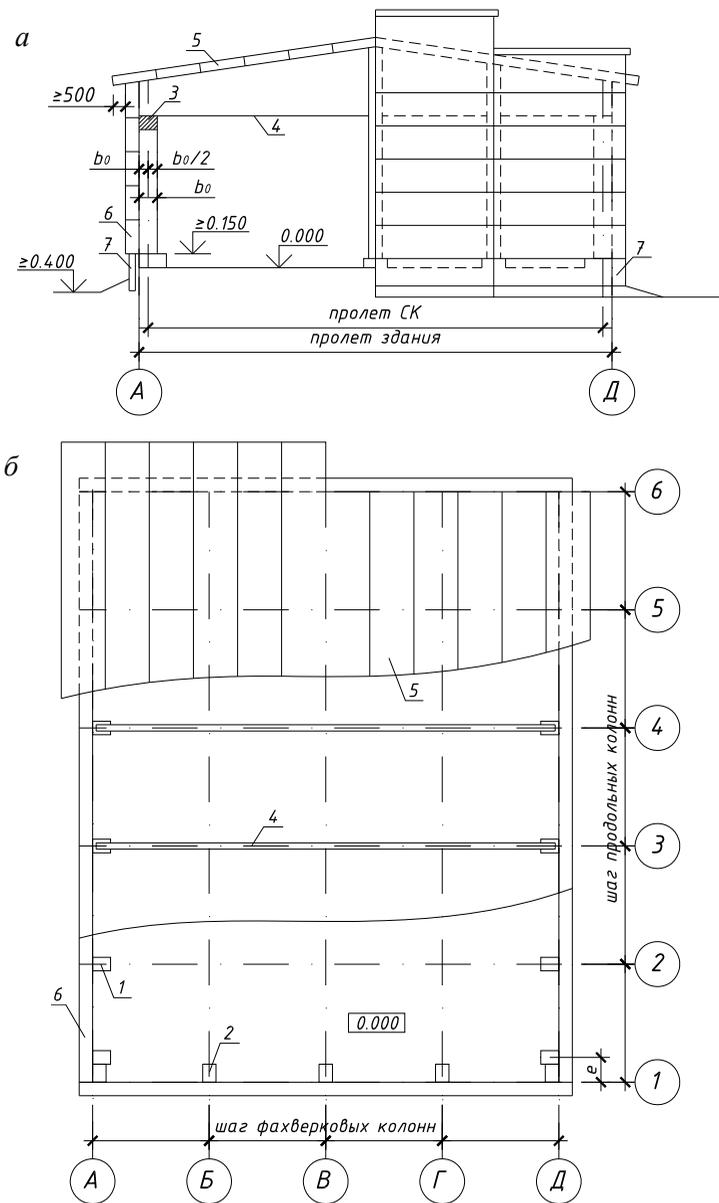


Рис. 12. Фрагменты деревянного одноэтажного однопролетного бескранового здания со сплошными колоннами (привязка нулевая)

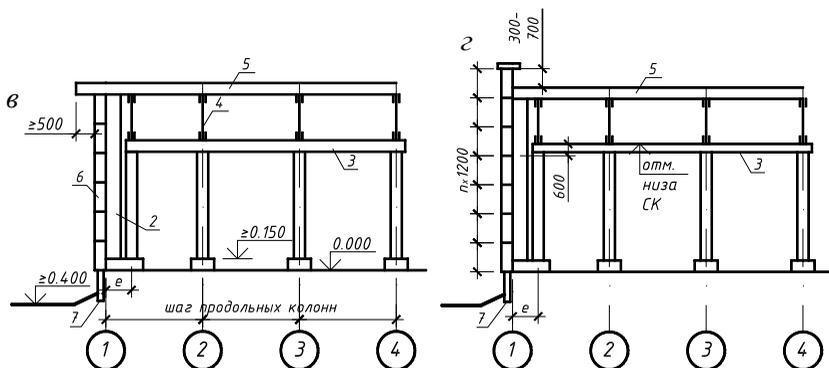


Рис. 12. Фрагменты деревянного одноэтажного однопролетного бескранового здания со сплошными колоннами (привязка нулевая) (окончание):  
 а – поперечного разреза и торцового фасада; б – совмещенного плана здания с выпуском карниза и устройством парапета; в – продольного разреза с выпуском карниза; г – продольного разреза с устройством парапета;  
 1 – колонна; 2 – колонна торцового фахверка; 3 – обвязочный брус;  
 4 – стропильная конструкция (СК); 5 – ограждающая конструкция; 6 – стеновое ограждение; 7 – цокольная панель или кирпичная кладка по фундаментной балке

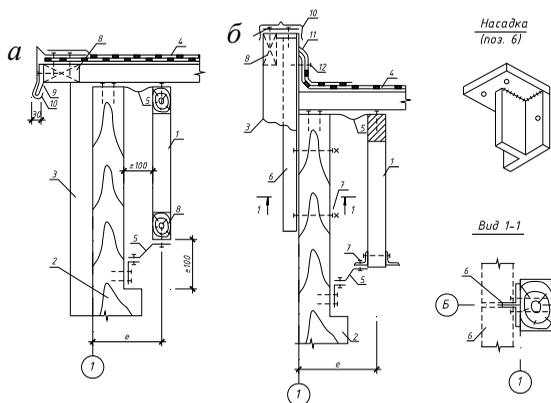


Рис. 13. Детали связи фахверковых колонн со стропильными конструкциями:  
 а – при выпуске карниза; б – при устройстве парапета;  
 1 – стропильная конструкция; 2 – фахверковая колонна; 3 – стеновое ограждение (панель); 4 – покрытие; 5 – соединение из гибких накладок, допускающих вертикальное смещение; 6 – насадка из тавра или двух уголков; 7 – болты;  
 8 – антисептированная доска между панелями; 9 – стальная полоса  $t = 4$  шириной 4 мм; 10 – кровельная оцинкованная сталь;  
 11 – резинобитумная мастика; 12 – шурупы, глухары или гвозди

На чертежах рис. 14 изображена компоновка здания со сквозными решетчатыми деревянными колоннами, имеющими нулевую привязку, а на рис. 15 сделано смещение координационной оси относительно внутренней плоскости наружной стены на расчетную величину  $C$ . Использование этой привязки вызывается габаритами стропильных конструкций, закладываемых в проект, а также сечением рассчитываемых сквозных деревянных колонн.

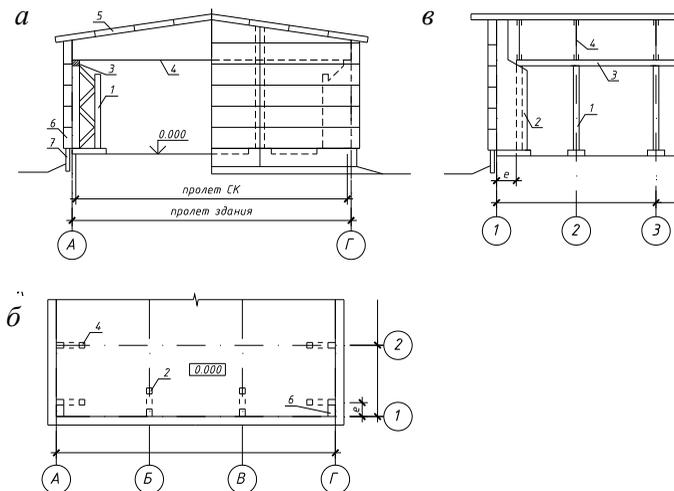


Рис. 14. Здание со сквозными колоннами (привязка нулевая):  
 а – поперечный разрез и торцовый фасад; б – план;  
 в – продольный разрез (цифровые обозначения на рис. 13)

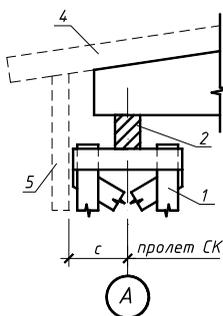


Рис. 15. Вариант привязки сквозной колонны одноэтажного здания:  
 1 – оголовок колонны; 2 – обвязочный брус; 3 – стропильная конструкция;  
 4 – ограждающие конструкции покрытия; 5 – стеновое ограждение

На рис. 16 показан вариант устройства торцевой стены, когда несущие стропильные конструкции на крайней первой и последней цифровой оси не монтируются. Колонны торцового фахверка разной высоты связаны между собой поверху балками, на которые опираются элементы крыши (плиты, прогоны, щиты). На отметке нижнего пояса ферм покрытия колонны фахверка связаны между собой горизонтальной ветровой фермой.

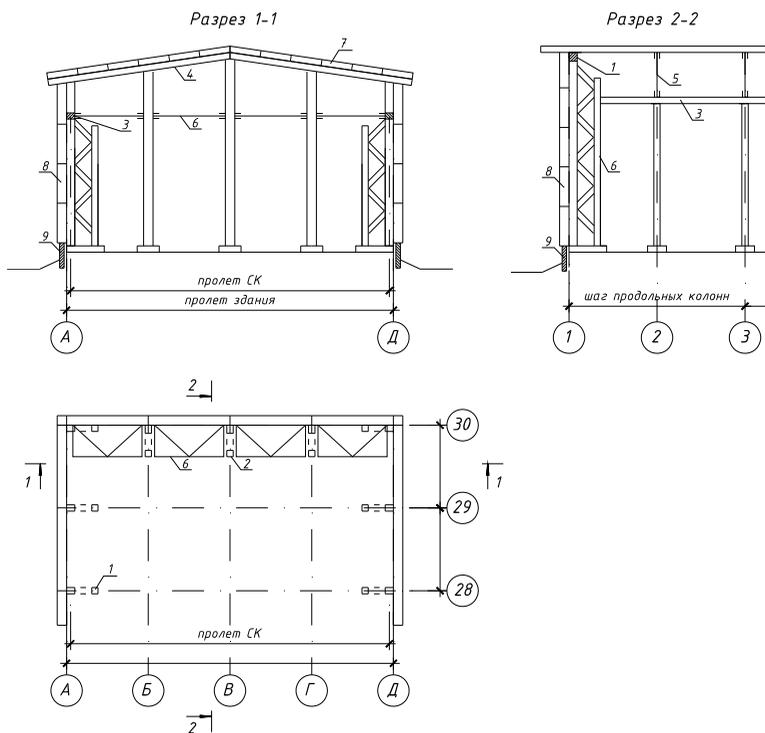


Рис. 16. Здание, в котором отсутствуют несущие фермы в торцах:

1 – основная колонна; 2 – колонна торцового фахверка; 3 – обвязочный брус; 4 – балка; 5 – стропильная конструкция; 6 – ветровая ферма; 7 – ограждающие конструкции покрытия; 8 – стеновое ограждение; 9 – цокольная панель

Компоновка зданий, в которых используются деревянные рамы, представлена на рис. 17. В зданиях такого типа обычно применяется нулевая привязка стоек рам. Координационная ось совмещается

с плоскостью наружной грани стойки. План и продольный разрез здания с несущими деревянными рамами решается аналогично рис. 12, б–г.

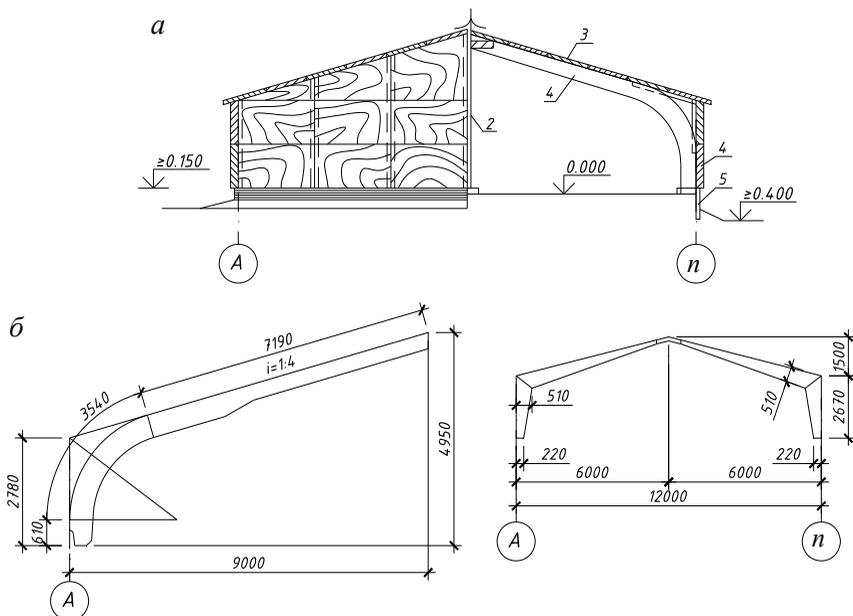


Рис. 17. Здание с дощатоклееными рамами:

*a* – фрагменты поперечного разреза и торцевого фасада;

*б* – привязки гнutoкленных и дощатоклееных рам к осям;

1 – дощатоклееная рама; 2 – фахверковая колонна;

3 – ограждающие конструкции покрытия; 4 – стеновое ограждение;

5 – цокольная панель или кирпичная кладка по фундаментной балке

Пример компоновки здания, перекрываемого трехшарнирными арками, приведен на рис. 18. В этом типе зданий координационная ось совмещается с внутренней плоскостью наружных стен. Центр опирания арки смещается относительно координационной оси на 250 мм.

При проектировании здания с несущими кирпичными (бетонными) стенами и деревянными несущими элементами перекрытий или шатра (балки, фермы, плиты и т. д.) компоновка осуществляется с учетом требований модульной координации (СТБ 1922-2008).

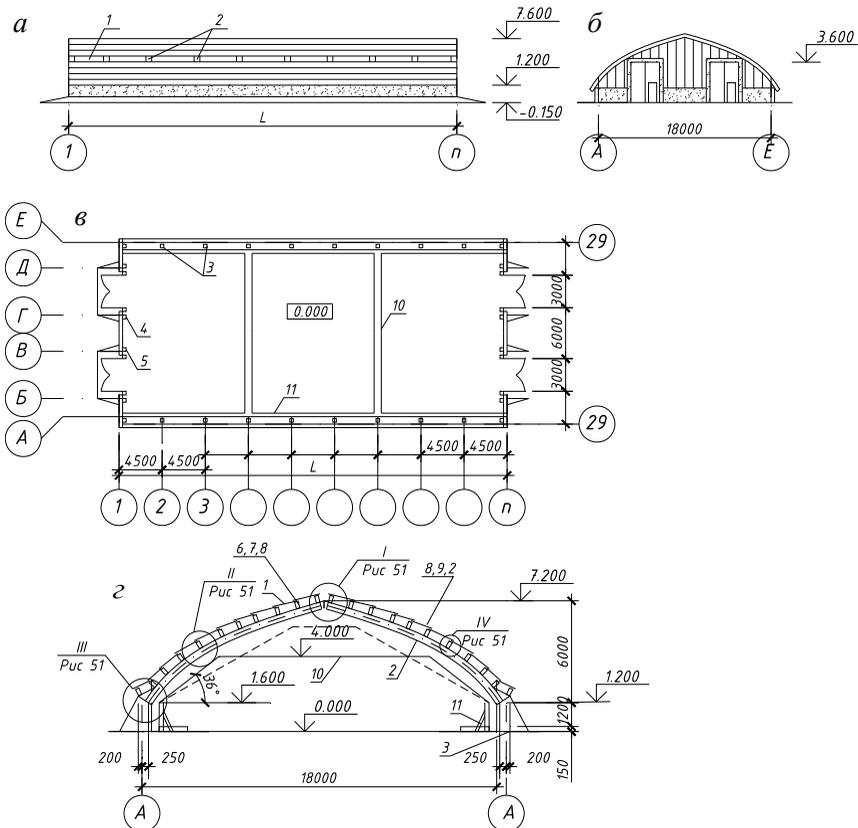


Рис. 18. Склад пролетом 18 м:

*а* – фасад 1–П; *б* – фасад А–Е; *в* – план на отг. 0.000; *г* – поперечный разрез;

1 – ленточное остекление (светопрозрачный полиэфирный листовой стеклопластик ОСТ 6-11-390-75); 2 – клееные деревянные арки;

3 – железобетонные фундаменты под арки; 4 – фахверковые колонны;

5 – рамы ворот; 6 – асбестоцементные волнистые листы УВ (l = 1750 мм) (ГОСТ 16233-77); 7 – деревянные прогоны (шаг 1650 мм);

8 – волнистый кровельный стеклопластик (ТУ 6-05-37-127-76);

9 – деревянные прогоны (шаг ≤ 750 мм); 10 – съемная разделительная стенка;

11 – Г-образный щит

### 3. ОСНОВНЫЕ ДЕРЕВЯННЫЕ НЕСУЩИЕ КОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ

После разработки компоновочных чертежей студент приступает к конструированию и вычерчиванию рабочих чертежей конструкций.

**Колонны.** При проектировании зданий могут применяться колонны, приведенные на рис. 19.

Рекомендуется проектировать цельнобрусчатые, составные и клефанерные колонны длиной  $l \leq 6$  м, сплошные клеодощатые  $l \leq 10$  м, сквозные на податливых связях  $l > 6$  м.

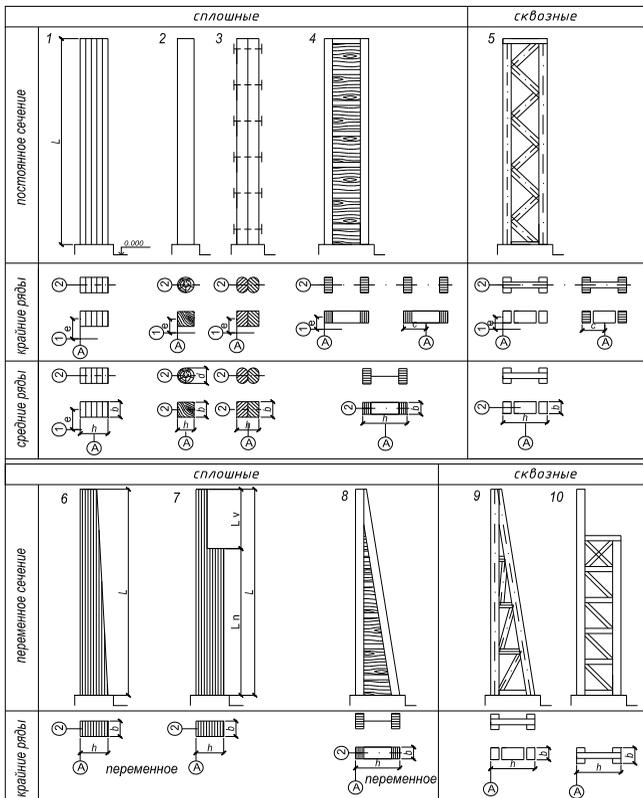


Рис. 19. Наименование изображений колонн:

- 1, 6, 7 – клеодощатые; 2 – цельнобрусчатые; 3 – составные на податливых связях;  
4, 8 – клефанерные; 5, 9, 10 – из брусьев или досок

Опорные узловые соединения колонн могут быть либо шарнирные, либо упругозащемленные. Обрез фундамента устраивается на такой высоте от уровня пола, чтобы исключить возможность увлажнения опорного узла.

Шарнирные соединения сплошных колонн с фундаментом, привязанные к координационным осям, приведены на рис. 20.

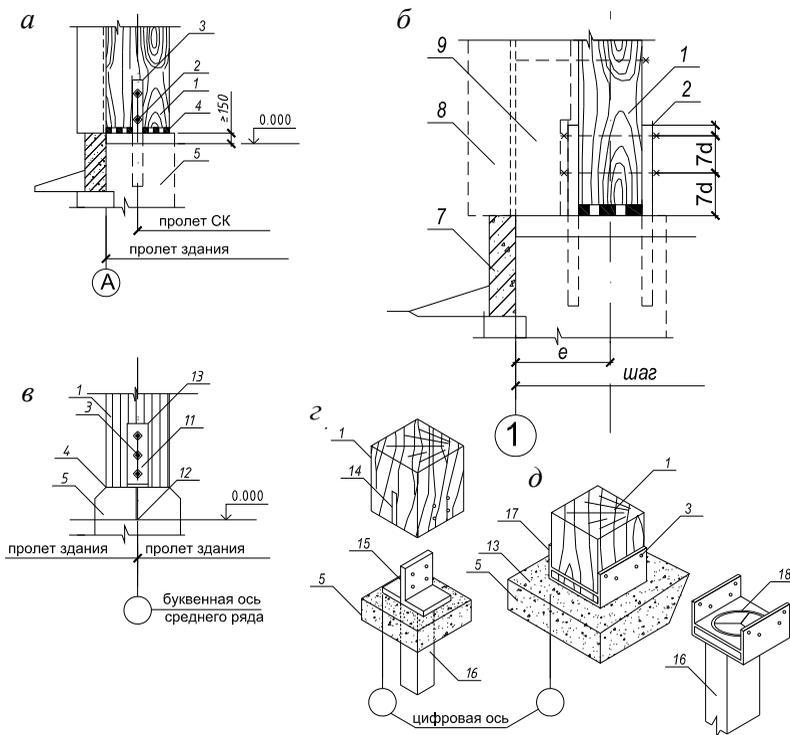


Рис. 20. Шарнирные соединения колонн с фундаментом:

- a* – рядовых; *б* – угловых крайнего ряда; *в, г, д* – среднего ряда;
- 1 – колонна; 2 – анкерная пластина; 3 – стяжной болт; 4 – гидроизоляция; 5 – фундамент; 6 – прилив на фундаменте для опирания цокольной панели (7) или фундаментной балки под кирпичную кладку; 8 – стенная панель; 9 – угловая стойка торцевого фахверка крепится к основной колонне (1); 10 – отмокста; 11 – крепежный металлический уголок; 12 – анкерный болт; 13 – мастика; 14 – пропилен; 15 – тавровый металлический башмак с отверстиями под болты; 16 – анкерная труба квадратного сечения; 17 – гнутая фасонка башмака; 18 – вырез в опорной пластине, обеспечивающий нормальный температурно-влажностный режим для колонны

Опорные узловые соединения упругозащемленных сплошных и сквозных колонн, привязанных к координационным осям, приведены на рис. 21.

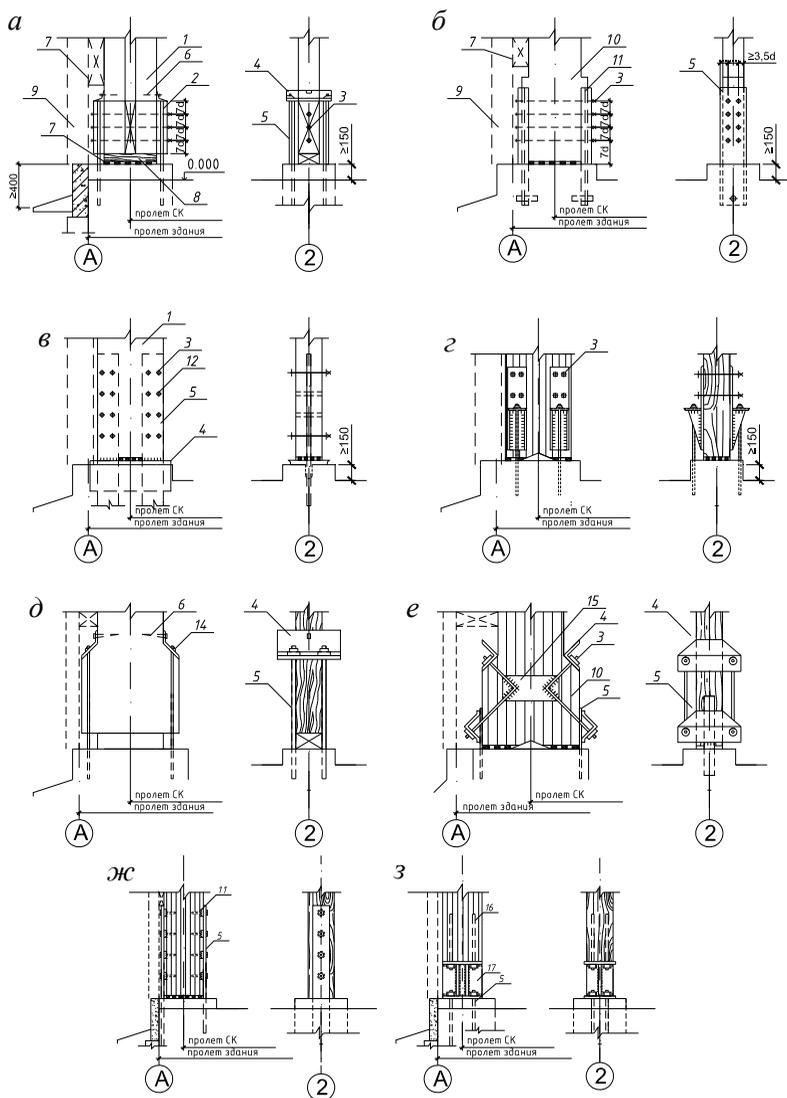


Рис. 21. Упругое защемление колонн

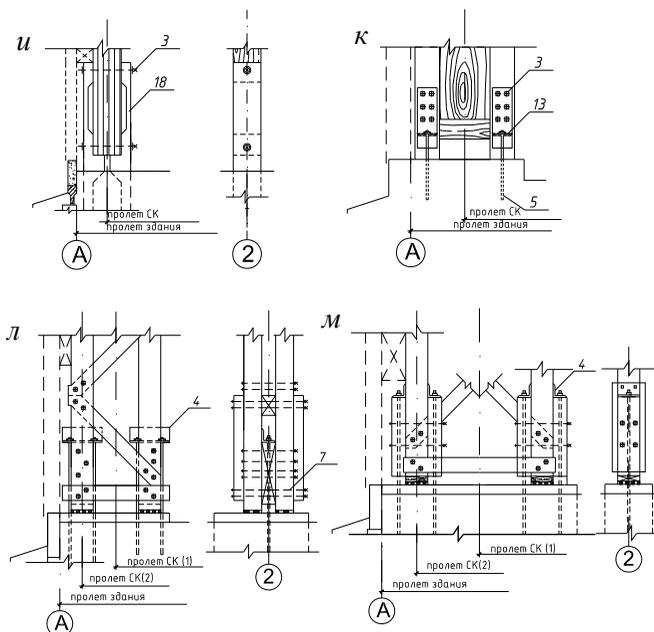


Рис. 21. Упругое защемление колонн (окончание):

- а* – составной с короткими прокладками; *б-и* – клеодошатых колонн;
- к* – клефанерной колонны; *л, м* – сквозных колонн;
- 1* – колонна; *2* – накладка; *3* – стяжной болт, диаметром, *d*; *4* – уголок;
- 5* – анкерный болт (швеллер; пластина); *6* – глухарь; *7* – антисептированная прокладка из твердой породы древесины; *8* – гидроизоляция;
- 9* – стеновое ограждение; *10* – прилив (приклеенная накладка);
- 11* – зубчатая шпонка (когтевая шайба); *12* – нагель; *13* – сварной столик;
- 14* – косая шайба; *15* – фасонка; *16* – вклеенный стальной стержень;
- 17* – стальной башмак; *18* – железобетонный пасынок

Выбор опорного соединения колонны с фундаментом зависит от типа принятой колонны, а также от технико-экономических, конструктивных и архитектурно-эстетических требований. Например, узлы отличаются простотой (рис. 20, *а, б, в*). Приливы устраиваются для уменьшения действующих усилий (рис. 21, *а, б, д, е*). Использование железобетонных пасынков (рис. 21, *и*) предотвращает загнивание и снижает металлоемкость. При повышенных архитектурных требованиях анкерные пластины (стержни) размещают в пропилах и прикрепляют нагелями или вклеивают в заранее высверленные отверстия (рис. 21, *в, з*).

Варианты конструкции оголовка колонны и соединение с ригелем приведены на рис. 22.

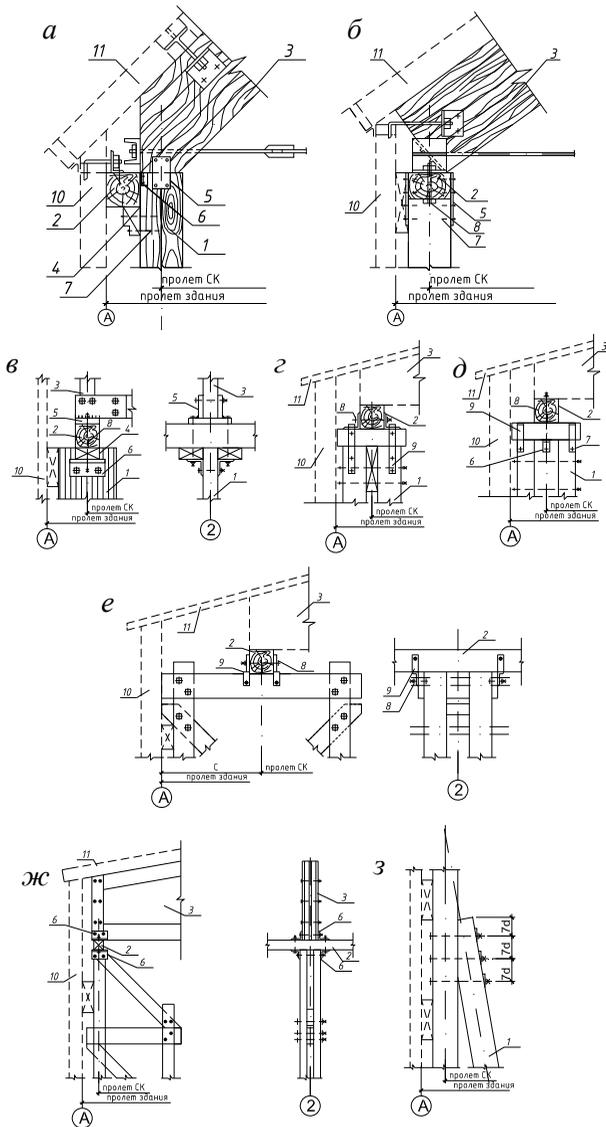


Рис 22. Конструкции оголовков колонн

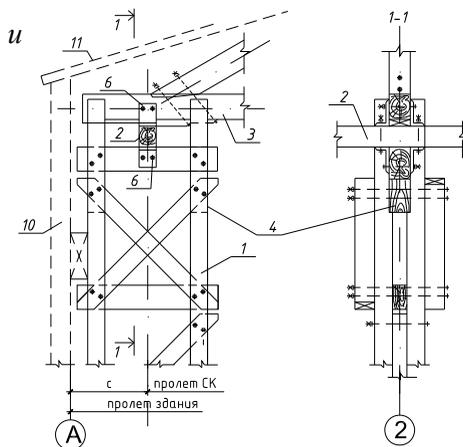


Рис 22. Конструкции оголовков колонн (окончание):

- а, б* – цельнобрусчатых и клеодошчатых; *г* – составных с короткими прокладками; *д* – составных без прокладок (пакет); *е, ж, з, и* – сквозных из брусьев и досок; *1* – колонна; *2* – обвязочный брус; *3* – стропильная конструкция; *4* – брусок; *5* – металлическая пластина; *6* – уголок; *7* – глухарь; *8* – стяжной болт; *9* – полосовая сталь; *10* – стеновое ограждение; *11* – покрытие

Крепление элементов решетки сквозных колонн и стык ветвей, располагаемый на расстоянии  $\approx 5$  м от верха фундамента, приведены на рис. 23.

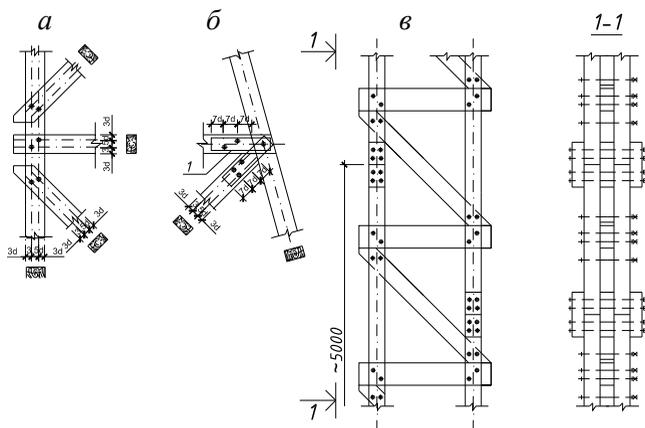


Рис 23. Узлы сквозных колонн:

- а, б* – крепление решетки в колоннах постоянного и переменного сечения;  
*в* – стык ветвей



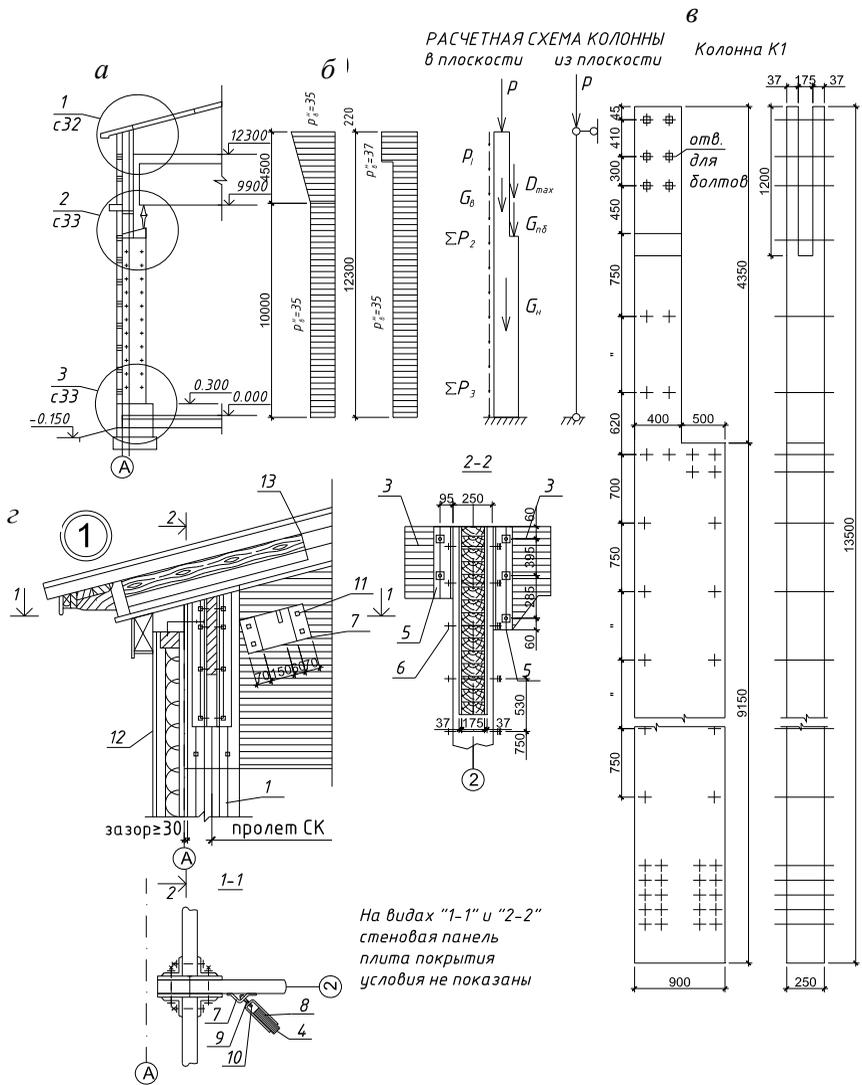


Рис. 25. Колонна клеодощатая для здания, оборудованного мостовым краном

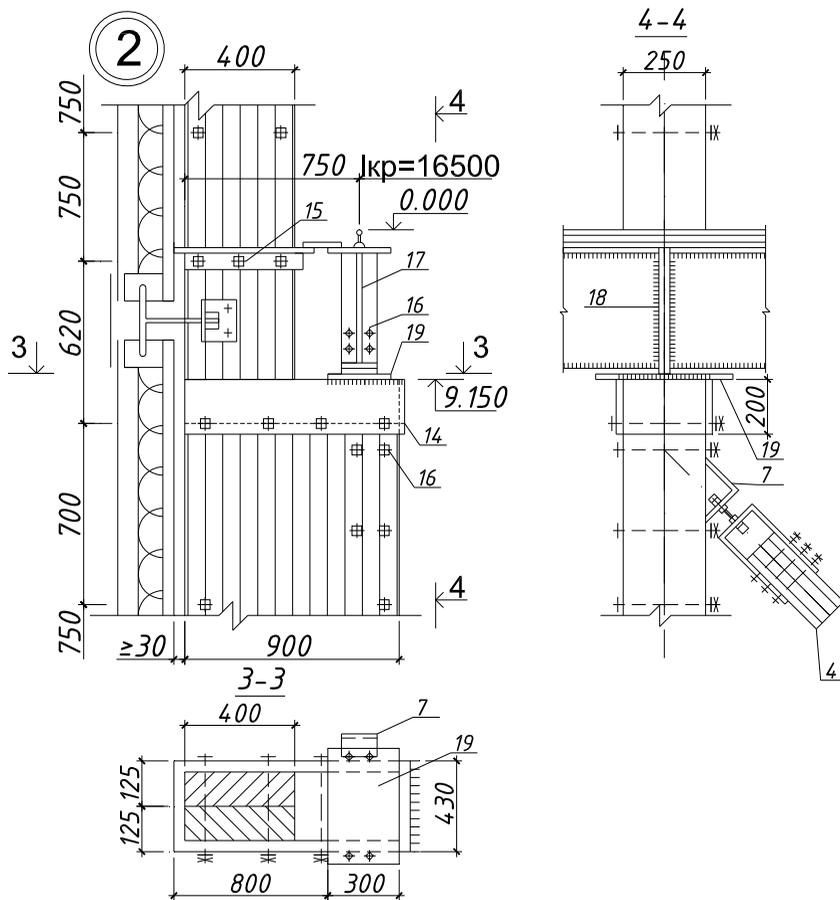


Рис. 25. Колонна клеодошчатая для здания, оборудованного мостовым краном (подолжение)

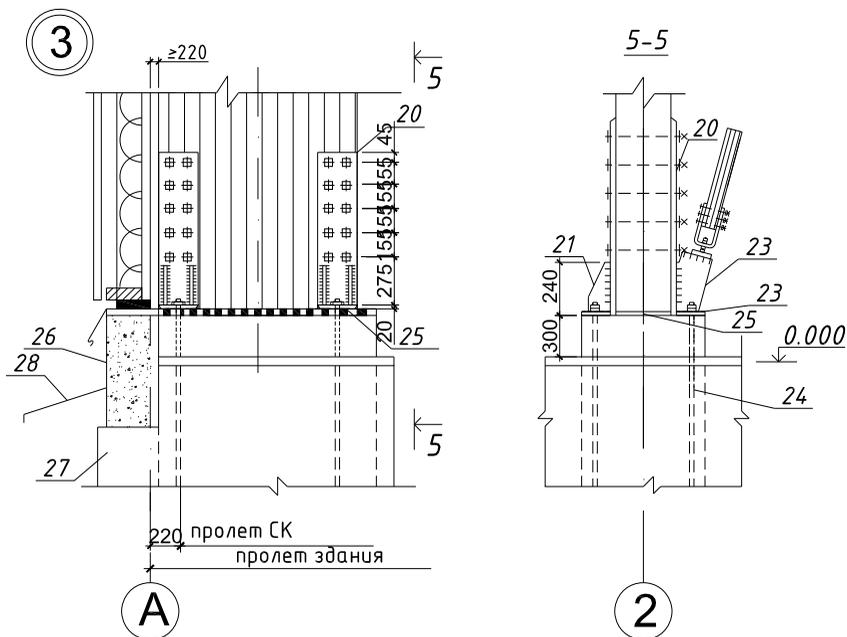


Рис. 25. Колонна клеодощатая для здания, оборудованного мостовым краном (окончание):

*a* – фрагмент поперечного разреза; *б* – расчетная схема;

*в* – рабочий чертеж; *г* – узлы;

- 1 – колонна; 2 – ригель-балка; 3 – связевая распорка; 4 – раскос связей сечением 140×175 мм; 5 – уголок 140×90×8 мм; 6 – болт,  $d = 14$  мм; 7 – гнутая накладка 150×8 мм,  $l = 420$ ; 8 – хомут 140×8 мм,  $l = 660$ ; 9 – болт  $d = 16$  мм,  $l = 200$  мм; 10 – контргайка; 11 – глухарь,  $d = 10$  мм,  $l = 70$  мм; 12 – стеновая панель; 13 – плита покрытия (рис. 27, *г*); 14 – обойма 200×10,  $l = 2300$  мм; 15 – уголок 90×90×60 мм,  $l = 1060$  мм; 16 – болт,  $d = 16$  мм; 17 – подкрановая балка; 18 – опорные ребра жесткости подкрановой балки; 19 – опорная плита 300×20 мм,  $l = 390$  мм; 20 – траверса 190×10 мм,  $l = 785$  мм; 21 – ребро жесткости 120×8 мм,  $l = 240$  мм; 21 – ребро жесткости 200×8 мм,  $l = 260$  мм; 23 – опорная плита 120×20 мм,  $l = 190$  мм; 24 – анкерный болт  $d = 36$  мм; 25 – гидроизоляция; 26 – цокольная панель; 27 – прилив на фундаменте; 28 – отмоска

**Балки.** В курсовом проекте тип балки задается руководителем. На чертежах студент вычерчивает расчетную схему, рабочий чертеж балки, заготовочные блоки, узлы, спецификацию и пояснения по изготовлению балки.

**Цельнобрусчатые балки.** Их габариты определяются сортаментом древесины: длиной и размерами поперечного сечения.

Балки на пластинчатых нагелях изготавливаются из двух или трех брусков длиной,  $l - 4-6$  м, имеют отношение высоты к длине  $h/l = 1/10-1/14$ , коэффициент собственного веса  $k_{с.в} = 5 : 10$ , расхода металла,  $k_m - 1-2 \%$  (рис. 26).

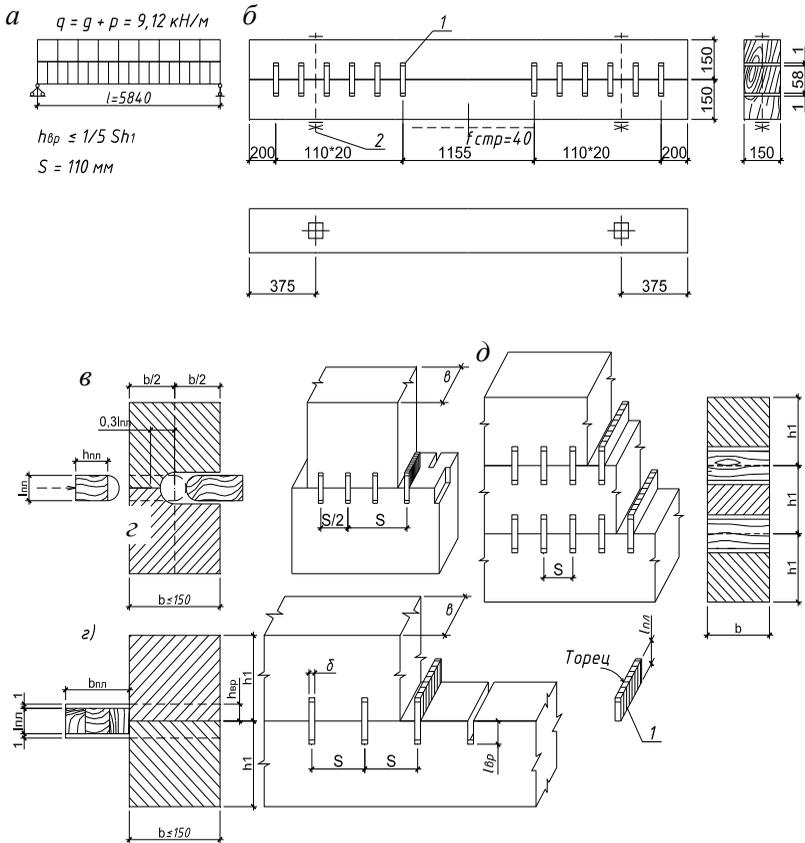


Рис. 26. Балка на пластинчатых нагелях:

- а – расчетная схема; б – рабочий чертеж; в – сплачивание двух элементов глухими нагелями при  $\delta \geq 15$  см; г – сплачивание сквозными нагелями при  $\delta < 15$  см; д – сплачивание трех элементов;
- 1 – дубовый или березовый пластинчатый нагель (пластинка) размером  $\delta \times l_{пл} = 12 \times 58$  мм; 2 – стяжной болт  $d = 16$  мм

Пример использования балки на пластинчатых нагелях в много-пролетном каркасном здании приведен на рис. 27.

Узлы опирания балок цельнобрусчатых и на пластинчатых нагелях на каменные стены показаны на рис. 28.

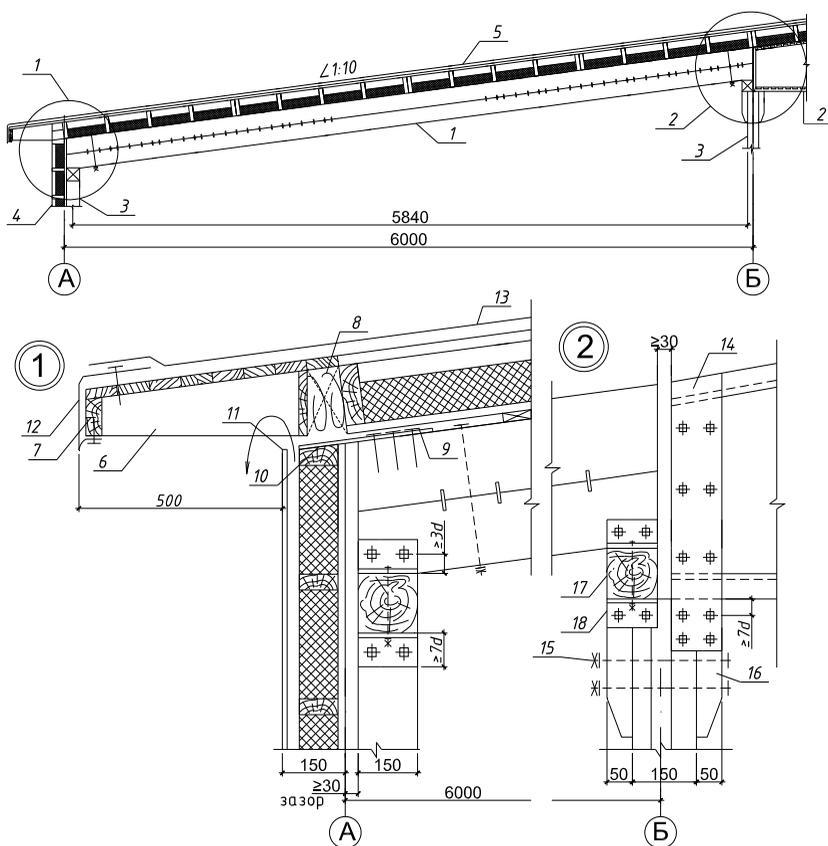


Рис. 27. Фрагмент покрытия здания балкой на пластинчатых нагелях:  
 1 – балка на пластинчатых нагелях; 2 – клефанерная балка; 3 – колонна;  
 4 – стеновая панель; 5 – плита покрытия; 6 – доска 125×25 мм;  
 7 – доска 125×40 мм; 8 – бобышка 130×130 мм,  $l = 100$  мм, шаг 1500 мм;  
 9 – стальная полоса; 10 – рубероид; 11 – металлическая сетка;  
 12 – кровельная сталь оцинкованная; 13 – рубероидная кровля;  
 14 – деревянная накладка (по расчету); 15 – болт,  $d = 10$  мм;  
 16 – упорный брус 200×50 мм; 17 – обвязочный брус (по расчету);  
 18 – крепежный уголок

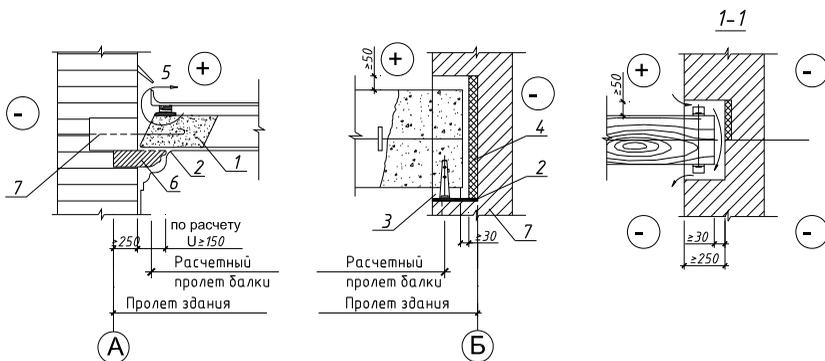


Рис. 28. Опираие балок на каменные стены:

- 1 – паста антисептическая; 2 – изоляция в два слоя пергамина на битуме;  
 3 – деревянная подкладка; 4 – утеплитель; 5 – продух;  
 6 – кронштейн; 7 – анкер

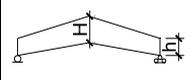
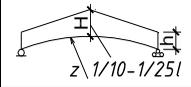
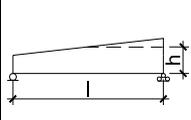
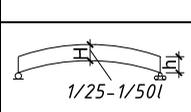
**Клеодощатые балки.** Схемы однопролетных балок приведены в табл. 3, поперечные сечения на рис. 29.

Для защиты балки в период монтажа и эксплуатации, от случайного попадания влаги к верхней грани прибивается глубоко антисептированная доска толщиной более 2,5 см и шириной, превышающей ширину балки на 5–6 см. Стенки балок (рис. 29, в, д) состоят из двух перекрестных и склеенных под углом до  $10^\circ$  досок. Запрессовывают доски гвоздевым забоем. Местная устойчивость обеспечивается ребрами жесткости.

Таблица 3

Схемы однопролетных балок с техническими показателями

Балка	Схема	$l$ , м	$h/l$	$K_{св}$	$K_M$
Прямолинейная постоянного сечения		12...24(30)	$h/l \approx 1/17$	4...7	0...1,5
Двухскатная переменного сечения с горизонтальной нижней гранью (симметричная и ассиметричная)		12...24(35)	$H/l \approx 1/16$ $h/l \approx 1/30$	4,5...6	0...1,5

Балка	Схема	$l$ , м	$h/l$	$K_{CB}$	$K_M$
Прямолинейного ломаного очертания понизу		12...30(35)	$H/l \approx 1/16$ $h/l \approx 1/30$	4...5,5	0...2
Криволинейного очертания понизу		12...30(35)	$H/l \approx 1/16$ $h/l \approx 1/30$	4...5,5	0...2
Односкатная переменного сечения с горизонтальной нижней гранью		12...24	$h/l \approx 1/17$	4,5...6	0...1,5
Сегментная постоянного сечения		12...24(30)	$h/l \approx 1/17$	4...5,5	0...5

*Примечание.* Цифры в скобках относятся к максимальным значениям длины балок.

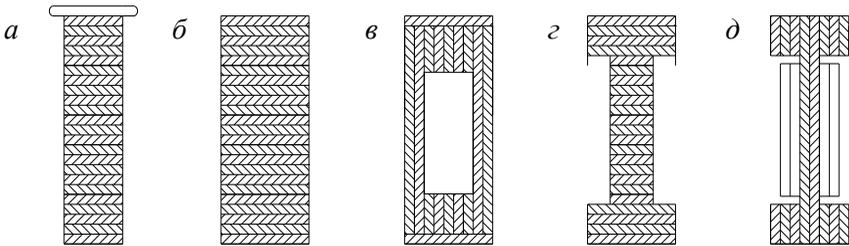


Рис. 29. Сечение клееных балок:

*a* – прямоугольные, шириной не более 20 см; *б* – прямоугольные, шириной более 20 см; *в* – коробчатое с дощатой стенкой; *г* – двутавровое; *д* – двутавровое с дощатой стенкой

Компонуется поперечное сечение балки таким образом, чтобы в пакете склеивалось не менее восьми досок, положенных плашмя (рис. 30).

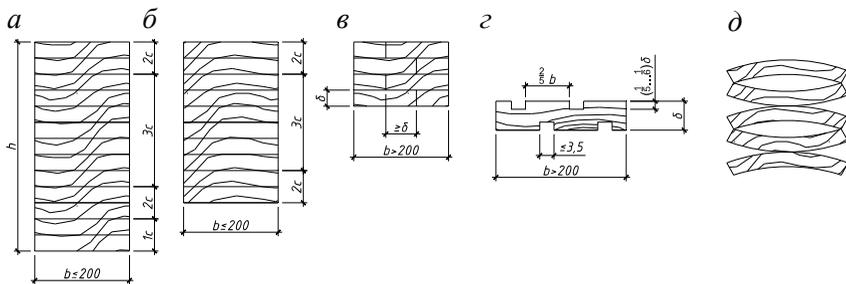


Рис. 30. Компоновка сечений клееных элементов:

- a* – с согласованным расположением годовых колец в изгибаемом элементе при  $h > 50$  см; *б* – с согласованным расположением годовых колец в изгибаемом элементе при  $h < 50$ , а также в сжатом и сжато-изогнутом элементе;  
*в* – стык досок по пласти и кромке с согласованным расположением слоев;  
*z* – устройство прорезей при  $\delta > 40$  мм; *д* – несогласованное расположение слоев

При изготовлении малых серий большепролетных или уникальных конструкций осуществляется сортировка досок. При серийном выпуске однотипных конструкций для массового строительства используются доски одного-двух сортов (2-го и 3-го). Наименьшая толщина досок не ограничивается, однако по экономическим соображениям не следует использовать доски толщиной менее 8 мм. Прорези (рис. 30, *z*) не нужны, если доски склеиваются по пласти и кромке в пакет. Для склеивания заготовок (досок или готовых блоков) по длине следует применять зубчатые (преимущественно) или усовые клеевые соединения (рис. 10, *a-z*). Геометрические параметры зубчатых соединений, согласно ГОСТ 19414-90, приведены в табл. 5.

Таблица 5

### Геометрические параметры зубчатых соединений

Параметры соединения, мм			Рекомендуется для склеивания
длина шипа, $L$	шаг шипа, $t$	затупление, $b$	
50	12	2	По всему сечению многослойных заготовочных блоков несущих конструкций и досок $\delta > 22$ мм
32	8	1	
20	6,2	1	досок $\delta < 25$ мм по длине
10	3,8	0,6	Криволинейных элементов и фанеры по длине и ширине
4	1,6	0,2	

*Примечание.* В зубчатых клеевых соединениях после запрессовки должен оставаться зазор  $S$  в стыках значением не более 5 % длины шипов  $L$ .

Опорные узлы клеодощатых коротких балок и балок средней длины (пролет до 30 м), конструкция которых зависит от действующих усилий, размеров поперечного сечения, вида опирания (шарнирного или жесткого), приведены на рис. 31.

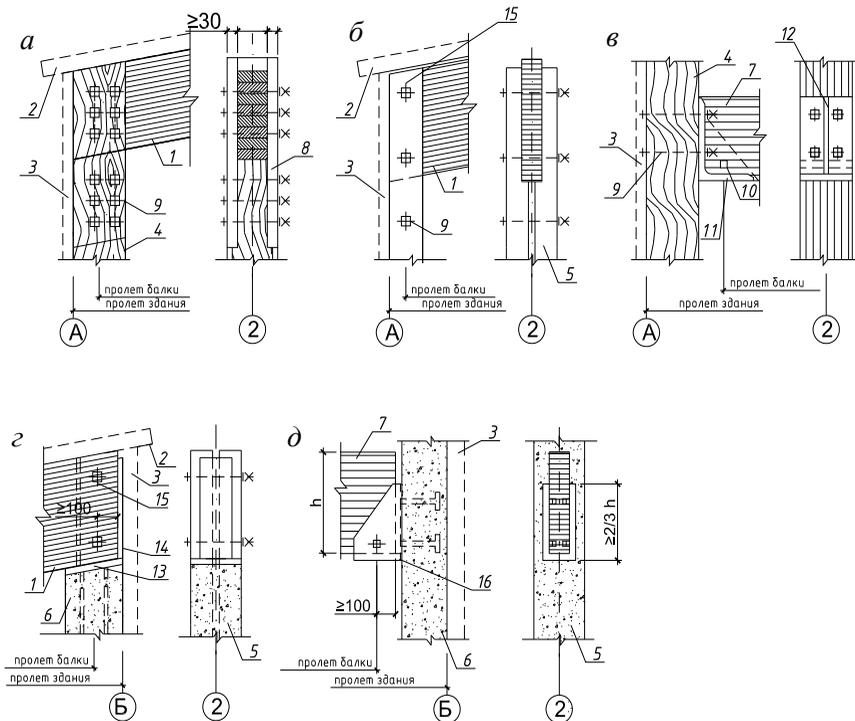


Рис. 31. Опирание клеодощатых балок в каркасных зданиях:

*а-в* – на деревянные; *г-д* – железобетонные колонны;

*1* – балка покрытия; *2* – ограждающая конструкция покрытия;

*3* – стеновое ограждение; *4* – колонна клеодощатая или цельнобрусчатая;

*5* – составная двухветвевая колонна; *6* – железобетонная колонна;

*7* – клеодощатая балка перекрытия; *8* – деревянная накладка  $\delta \geq 30$  мм, перекрывающая конец балки с креплением на болтах (*9*); *10* – нагель;

*11* – неравнобокий уголок с ребром жесткости (*12*); *13* – опорная плита;

*14* – тавровый профиль; *15* – удлиненное отверстие для болта;

*16* – металлическая консоль

Если в проекте разрабатывается большепролетная балка (пролет 30 м и более), то одна ее опора выполняется подвижной. Вертикальность положения и поперечная устойчивость обеспечиваются прокатным профилем (7) на опоре, прикрепляемым к стенке балки (рис. 32).

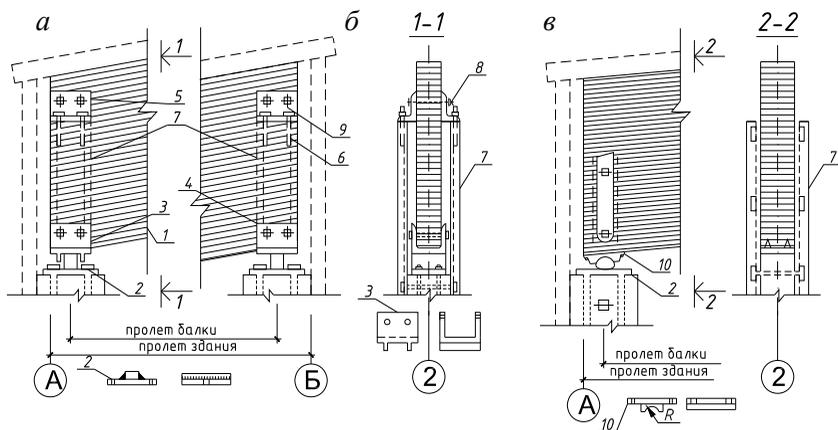


Рис. 32. Опираие клеодощатых большепролетных балок:  
*a, в* – неподвижные опоры; *б* – подвижная опора;  
*1* – балка; *2* – опорная плита; *3* – стальной башмак с упорами на нижней поверхности; *4* – стальной башмак с гладкой нижней поверхностью;  
*5* – уголок; *6* – анкерный болт, приваренный к швеллеру (*7*) (швеллер на фасадах условно не показан); *8* – стяжной болт;  
*9* – болты, под которые устроены овальные отверстия в балке;  
*10* – верхняя опорная стальная плита

Обеспечение устойчивости плоской формы деформирования клеодощатых балок осуществляется различными способами (рис. 33).

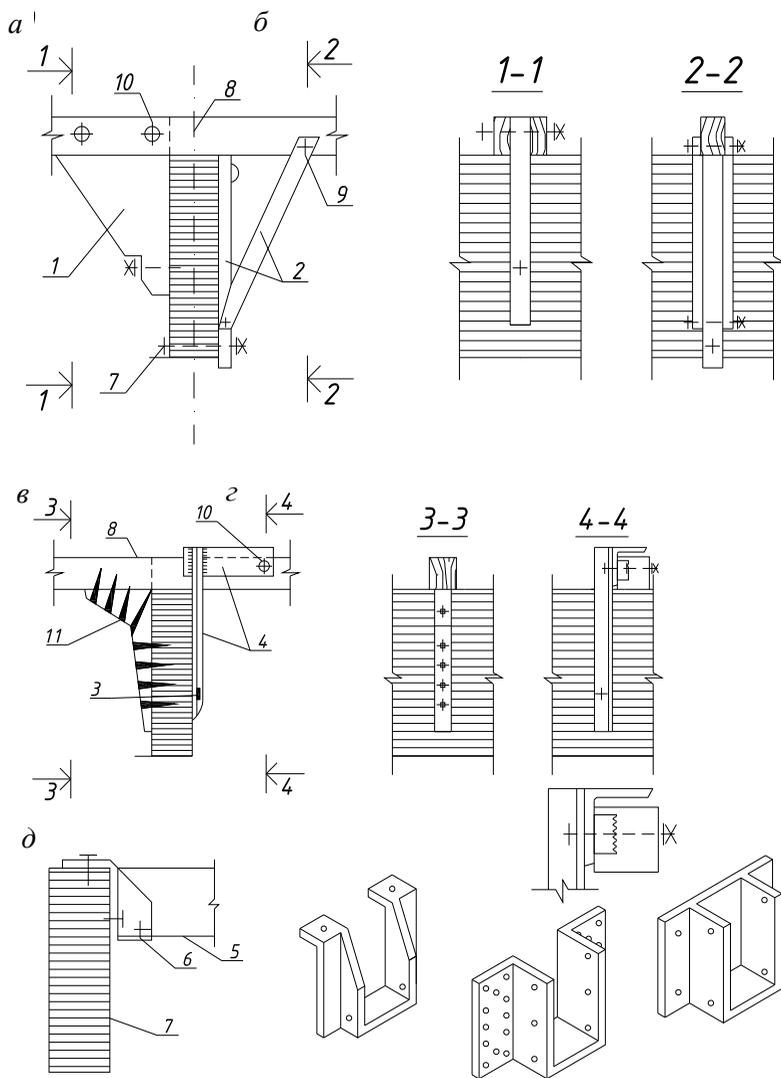


Рис. 33. Способы обеспечения устойчивости клеодощатых балок:  
 а – ребрами жесткости из фанерных плит (1); б – деревянными подкосами (2);  
 в – клееными деревянными угольниками в виде ласточкиного хвоста (3);  
 г – металлическими уголками (4); д – распорками, закрепленными  
 с помощью металлического подвесного хомута (6); 7 – балка; 8 – прогон;  
 9 – стяжной болт; 10 – болт с зубчатой шпонкой; 11 – глухарь

Пример разработки двускатной клеодощатой балки показан на рис. 34.

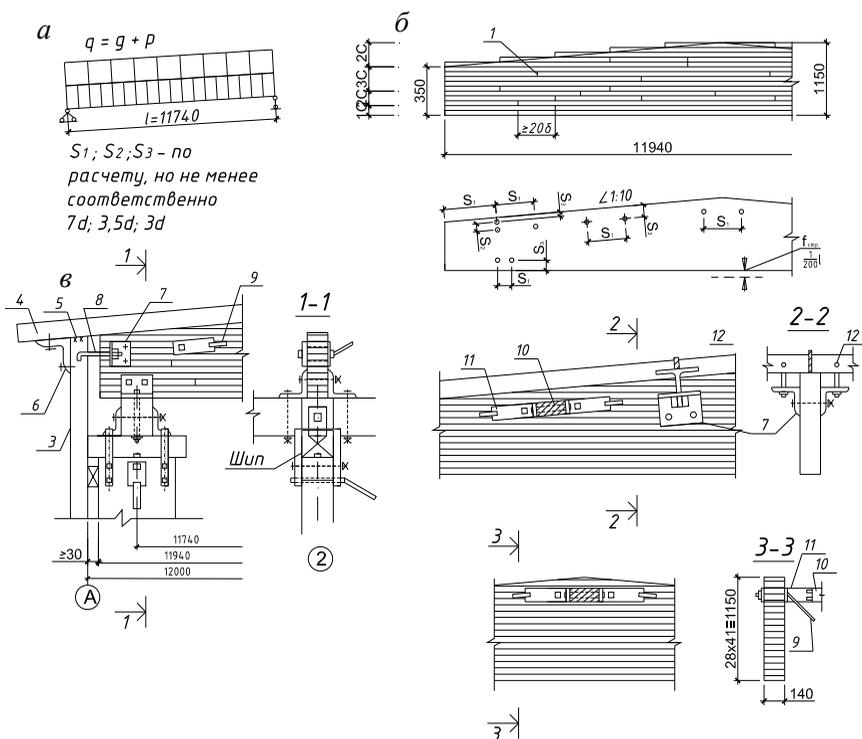


Рис. 34. Клеодощатая однопролетная двускатная балка:

- а* – расчетная схема; *б* – заготовочный блок; *в* – детали;  
 1 – зубчатый шип; 2 – отверстия под болты; 3 – стеновая панель;  
 4 – панель покрытия; 5 – утеплитель; 6 – гнутый уголок (крепить шурупами);  
 7 – прокатный уголок (крепить болтами); 8 – Г-образный анкер;  
 9 – тяз связи  $d = 20$  мм, 10 – скатная связь  $110 \times 110$  мм;  
 11 – уголок равнобокий  $140 \times 10$  мм,  $l = 110$  мм; 12 – Т-образный анкер

**Клефанерные балки.** Технические показатели балок приведены в табл. 5, поперечные сечения на рис. 35.

Таблица 5

Балка	$l$ , м	$h/l$	$K_{св}$	$K_M$ , %
Прямолинейная постоянного сечения с плоской стенкой	6–18	1/8–1/12	3–5	0–1
Двускатная с плоской стенкой	6–18	1/8–1/10	3,5–5	0–1
С волнистой стенкой	6–12	1/10–1/12	2,5–4	0–1

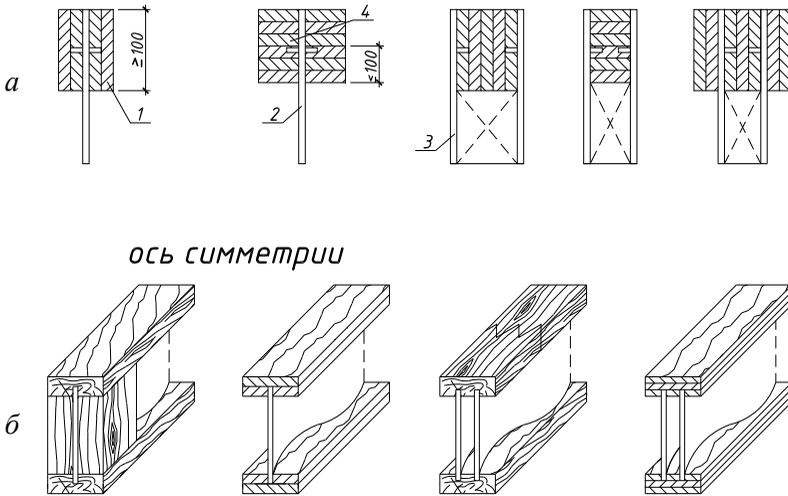


Рис. 35. Балки:

$a$  – с плоской стенкой;  $b$  – с волнистой стенкой;

1 – доски  $\delta < 42$  мм, 2 – фанера  $\delta_{\phi} = 0,01 h$ , не менее 8 мм;

3 – фанера  $\delta_{\phi} = 0,01 h$ , не менее 6 мм, 4 – прорезь  $5 \times (30 + 50)$  мм

При рекомендуемом расположении волокон рубашек фанеры вдоль оси балки вертикальный стык стенки выполняется «на ус»  $e = 10 \delta_{\phi}$ . При перпендикулярном расположении волокон рубашек стык стенки выполняется впритык (рис. 10,  $a-z$ ), перекрывается накладками из фанеры и совмещается с ребрами жесткости.

Ребра жесткости ставятся с шагом  $(1/18-1/10)l$  (но  $< h$  стенки в свету) и не доводят до поясов на расстояние 3–5 мм. Шаг ребер жесткости увязывается с шагом прогонов и размерами фанерных листов. Не допускается расположение стыка в пределах первой от опоры панели. Примеры разработки клефанерных балок приведены на рис. 36–37.

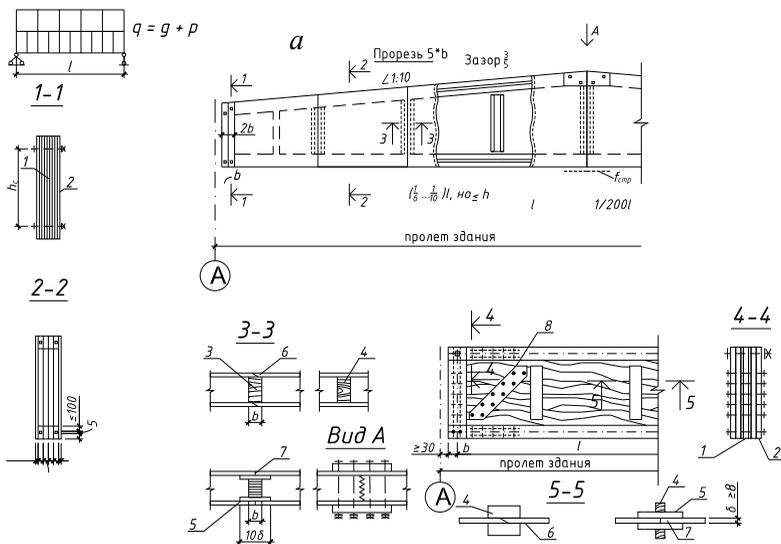


Рис. 36. Клефанерная балка с плоской стенкой:

*a* – корытчатого сечения; *б* – двутаврового сечения;

1 – стенка; 2 – опорные накладки; 3 (4) – клефанерное (цельнобрусчатое) ребро жесткости; 5 – фанерная накладка на клею ( $\geq 20 \delta_{\text{ф}}$ ); 6 (7) – стык стенки на ус (впритык) при волокнах рубашек вдоль (поперек) оси балки; 8 – гвоздь

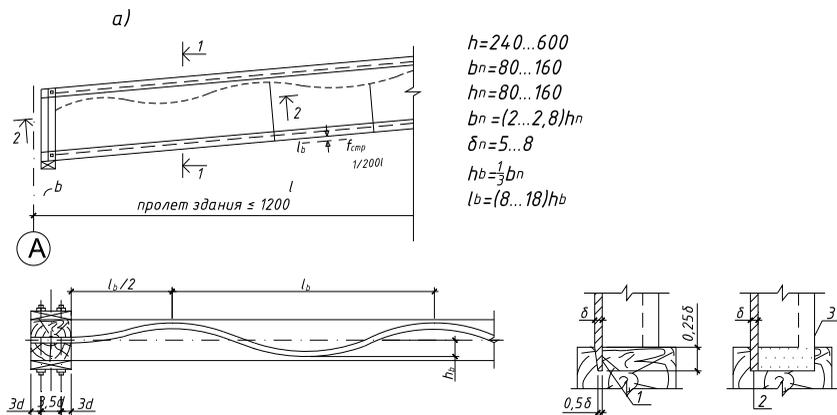


Рис. 37. Клефанерная балка с волнистой стенкой:

1, 2 – клиновидное (прямоугольное) сечение паза;

3 – эпоксидный клей

**Фермы.** Технические показатели ферм приведен в табл. 6.

Таблица 6

Ферма	$l$ , м	$h/l$	$K_{св}$	$K_m$ , %
Треугольная дощатая с соединением в узлах на металлических зубчатых пластинах (МЗП)	9–18	1/6–1/8	3,5–5	15–20
Треугольная крупнопанельная металлодеревянная с верхним поясом из цельных или клееных блоков	9–24	1/5–1/7	3,5–4	20–35
Сегментная с верхним поясом из клееных блоков	12–36	1/5–1/7	2,5–3	20–30

В левом верхнем углу листа изображается расчетная схема фермы (масштаб 1:100, 1:200), на одной половине которой наносятся геометрические размеры стержней в осях (в точности до целых, мм), а на другой – расчетные усилия в кН.

На чертеже показываются фасад фермы, планы поясов, виды справа и слева и необходимые разрезы и узлы. На этих видах отмечаются привязки стержней к разбивочным осям (с округлением до 5 мм в большую сторону), размеры креплений, их привязки относительно центров узлов. Расстояния от центров узлов до торцов стержней (привязки стержней относительно центров узлов) измеряются по масштабу сечений и назначаются кратно целым миллиметрам. При этом длина соответствующего стержня определяется как разность расстояний между узлами (на чертеже этот размер имеет масштаб осей) и привязок к центрам узлов из условия кратности 10 мм. На изображениях узлов показываются размеры накладок, скосы и фаски, привязки болтов, нагелей, гвоздей, размеры сварных швов и др.

Узлы треугольной дощатой фермы на МЗП приведены на рис. 38. Фрагмент фасада и узлы треугольной крупнопанельной металлодеревянной фермы с верхним поясом из цельных и клееных блоков приведены на рис. 39.

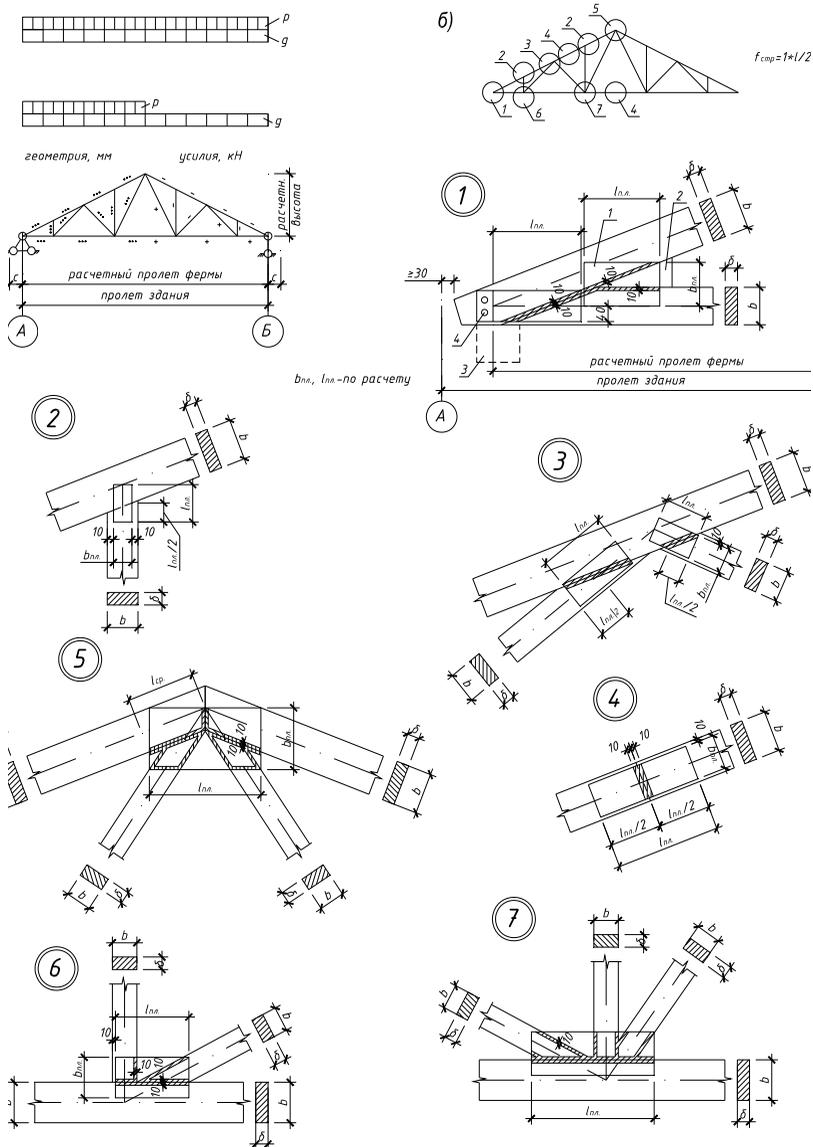


Рис. 38. Узлы треугольной дощатой фермы на МЗП:

*a* – расчетная схема; *б* – узлы;

*l* – соединительный элемент типа МЗП-1,2 (МЗП-2) толщиной 1,2 мм (2 мм);

2 – клин; 3 – обвязочный брус (показан условно); 4 – отверстия для уголков

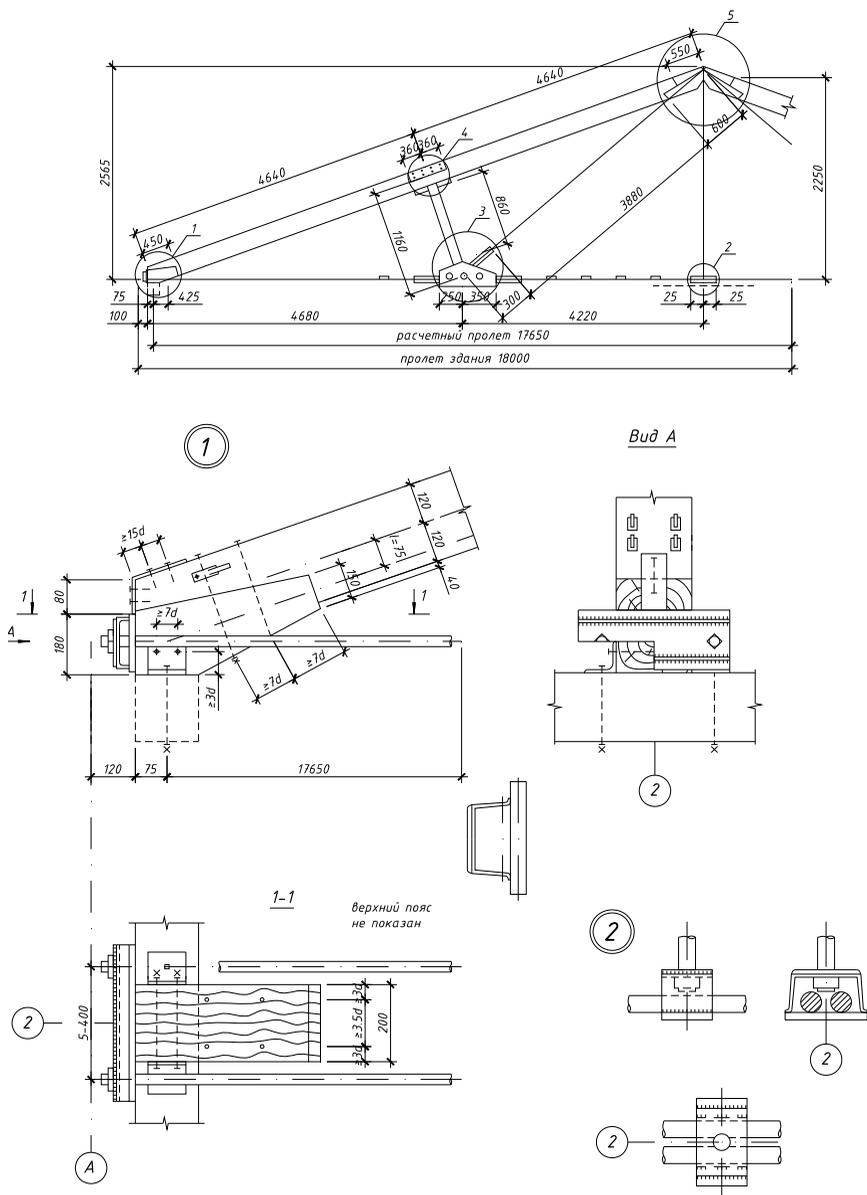


Рис. 39. Треугольная крупнопанельная ферма с верхним поясом из цельных блоков

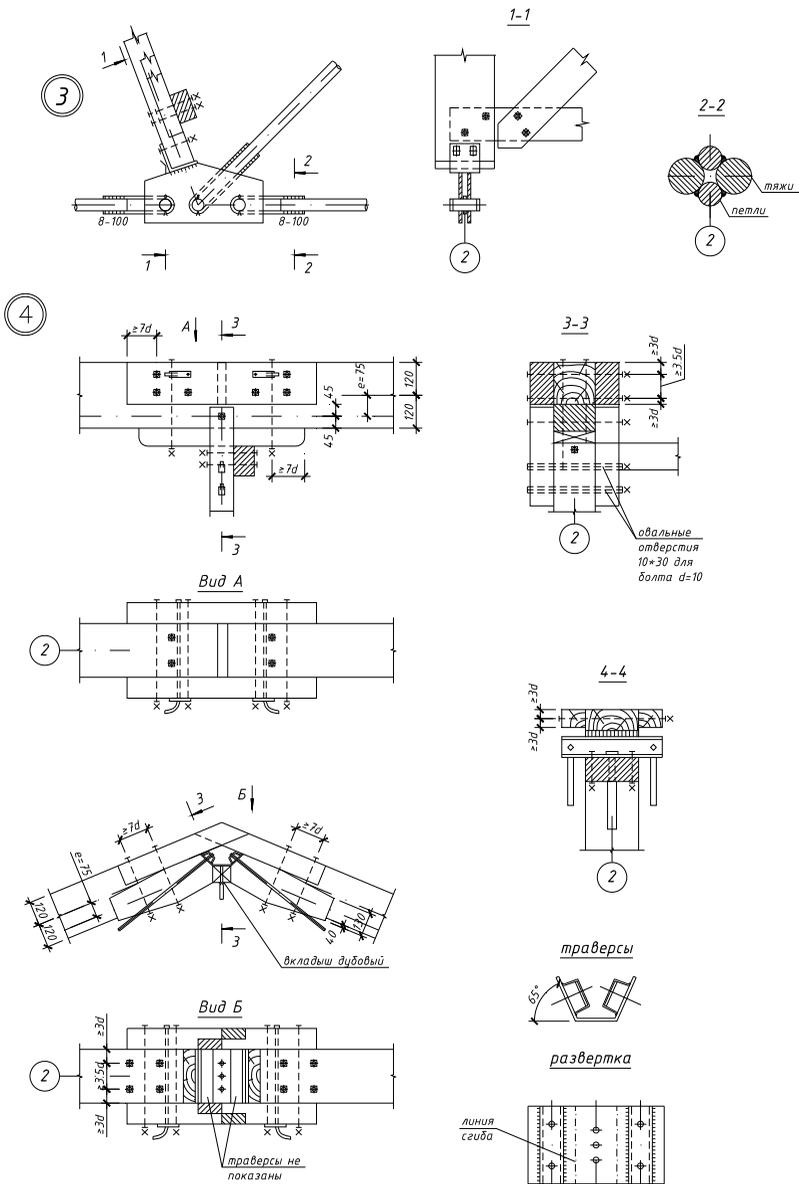


Рис. 39. Треугольная крупнопанельная ферма с верхним поясом из цельных блоков (окончание):

2 – клин; 3 – обвязочный брус (показан условно); 4 – отверстия для уголков

Варианты узлов сегментных ферм с верхним поясом из клееных блоков приведены на рис. 40. Студент выбирает тот или иной вариант в зависимости от пролета, вида решетки, конструкции верхнего пояса.

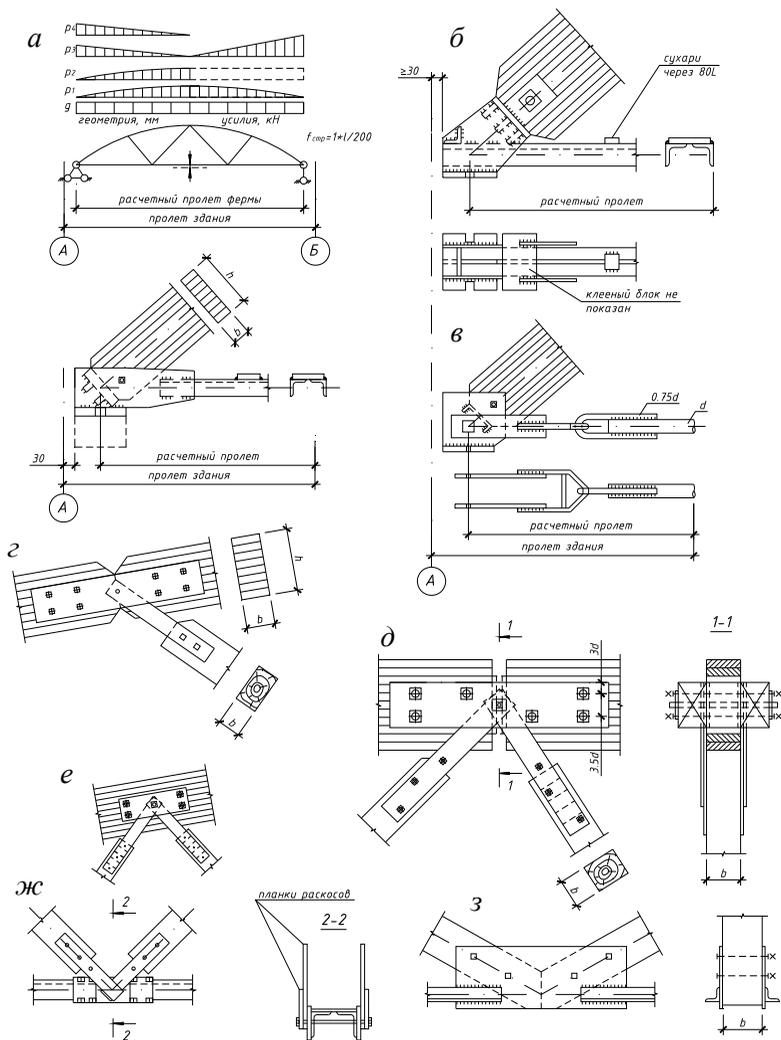


Рис. 40. Варианты узлов сегментных ферм:  
 а, б, в – опорные узлы; г, д, е – промежуточные узлы верхнего пояса;  
 ж, з – промежуточные узлы нижнего пояса





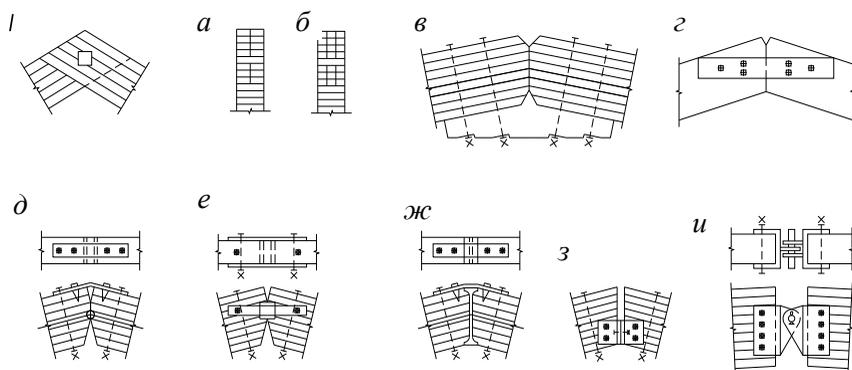


Рис. 43. Коньковые узлы рам малых (1), средних и больших (2) пролетов:  
*а* – в полдерева; *б* – шипом; *в*, *г* – впритык с деревянной накладкой;  
*д*, *е* – с цилиндрическим (призматическим) вкладышем  
из древесины твердых пород; *ж* – с металлическим двутавровым вкладышем;  
*з* – с уголками на болтах; *и* – с валиковым шарниром

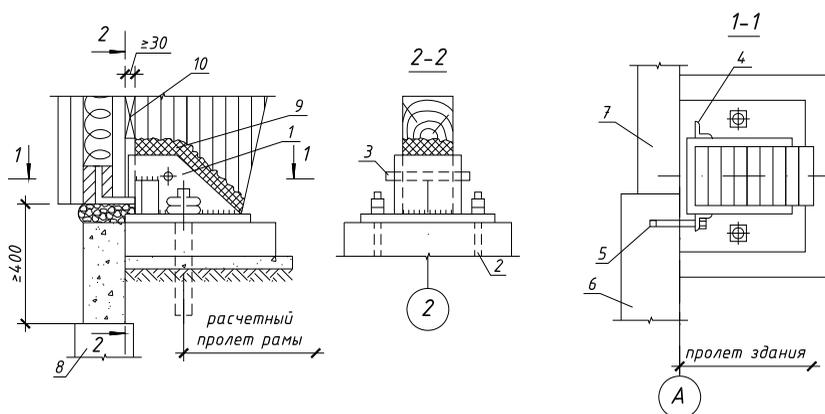


Рис. 44. Опираие рамы на фундамент:  
1 – стальной башмак; 2 – анкерный болт; 3 – нагель; 4 – уголок для крепления  
стенной панели (приварить); 5 – Г-образный анкер; 6 – стенная панель;  
7 – цокольная панель (стенная панель условно не показана);  
8 – бетонный столбик; 9 – гидроизоляция;  
10 – прокладка из антисептированной доски



Арки. Технические показатели арок приведены в табл. 8.

Таблица 8

Арка	$l$ , м	$h/l$	$f/l$	$K_{св}$	$K_M$ , %
Трехшарнирные пологие кругового очертания	$<60$	$1/20-1/40$	$1/4-1/6$	3-4	20-25 – с затяжкой 4-5 – без затяжки
Трехшарнирные стрельчатые кругового очертания	$<100$	$1/30-1/50$	$1/2-1/3$	2-3	15-20 – с затяжкой 4-5 – без затяжки

Примечание.  $l$  – пролет;  $h$  – высота сечения;  $f$  – стрела подъема.

На чертежах изображается расчетная схема, полуарка, заготовка (рис. 46).

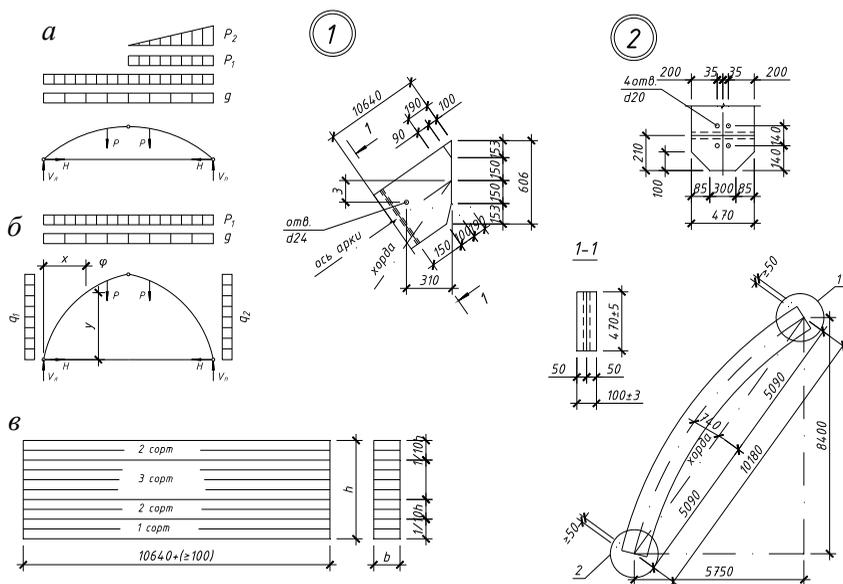


Рис. 46. Трехшарнирные арки

Проектируя арку, студент выбирает необходимые узлы, изображенные на рис. 46. В коньковых сопряжениях арок могут быть использованы соединения, изображенные на рис. 43, а также узлы, показанные на рис. 47.

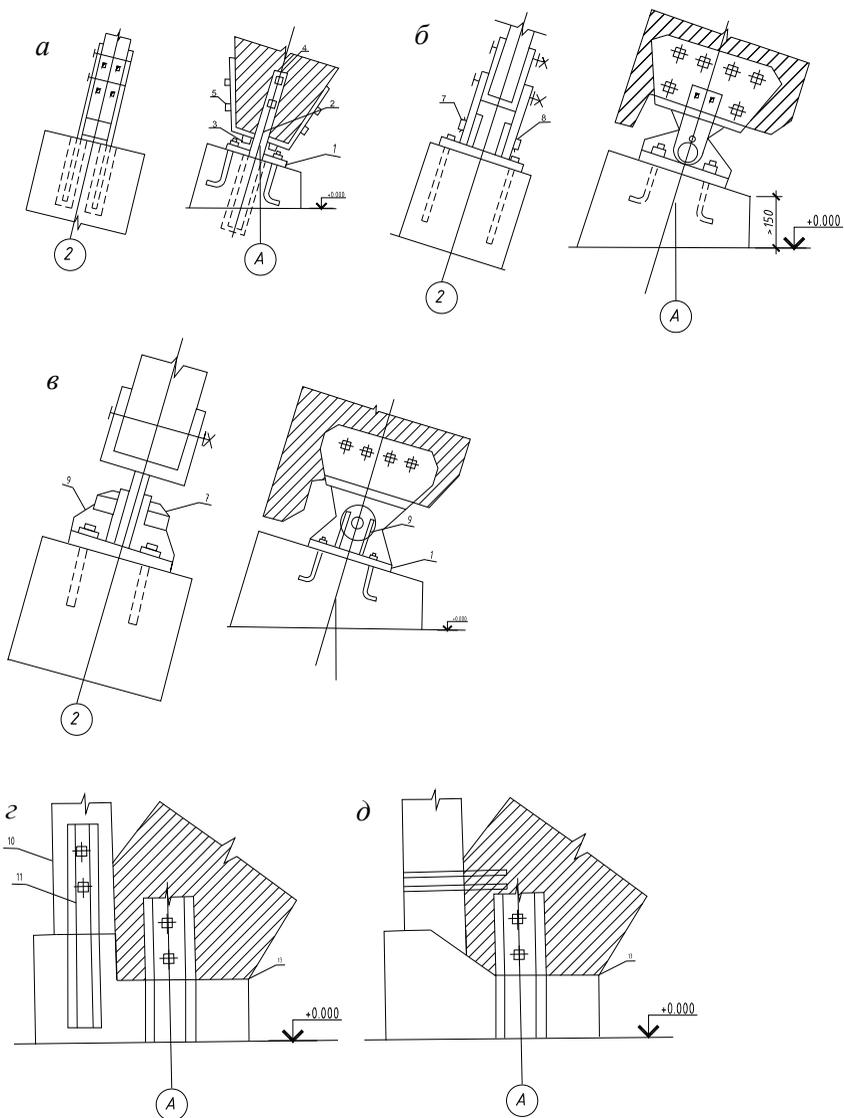
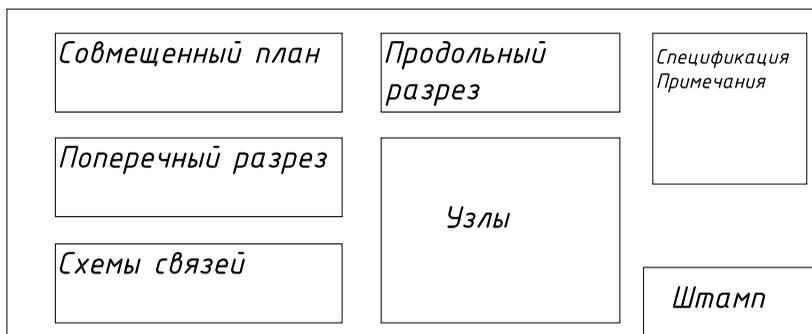
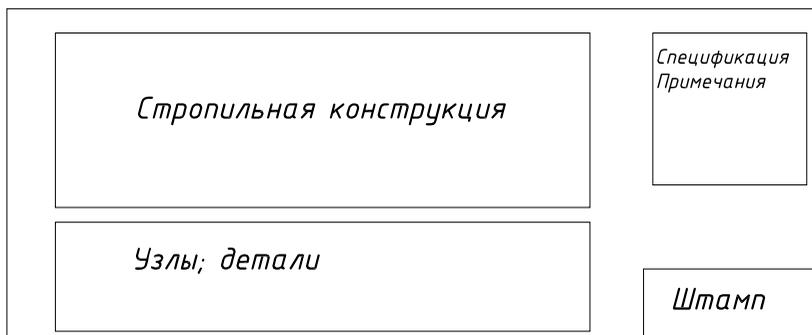


Рис. 47. Шарнирные опоры большепролетных и малопролетных легких арок:  
 1 – опорная плита; 2 – тангенциальная опора; 3 – фиксирующие планки;  
 4 – анкер из полосовой стали; 5 – глухарь; 6 – траверса; 7 – валиковый шарнир;  
 8 – шпилька; 9 – ребро жесткости; 10 – стойка; 11 – швеллер;  
 12 – вклеенный стержень; 13 – гидроизоляция

*Лист 1*



*Лист 2*



*Лист 3*

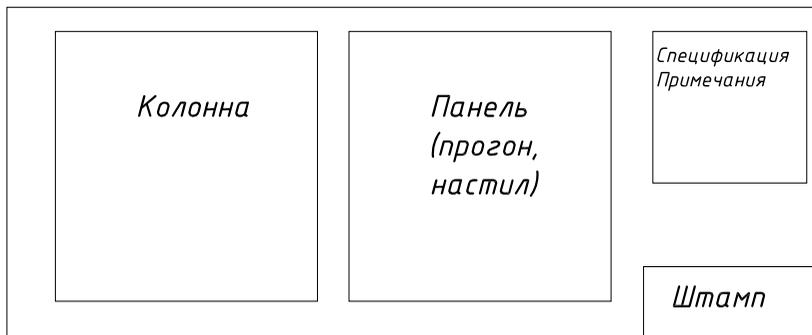


Рис. 48. Порядок размещения чертежей на листах проекта

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Система проектной документации для строительства. Основные требования к документации строительного проекта : СТБ 2255-2012. – Введ. 01.07.2012. – Минск : Госстандарт Респ. Беларусь, 2012. – 38 с.
2. Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений : ГОСТ 21.501-2018. – Введ. 01.01.2020. – Москва : Межгосударственный стандарт, 2019. – 52 с.
3. Система проектной документации для строительства. Правила выполнения чертежей деревянных конструкций : СТБ 2149-2010. – Введ. 01.07.2011. – Минск : Госстандарт Респ. Беларусь, 2011. – 8 с.
4. Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации деревянных конструкций : ГОСТ 21.504-2016. – Введ. 01.09.2018. – Москва : Межгосударственный стандарт, 2017. – 26 с.
5. Единая система конструкторской документации. Текстовые документы : ГОСТ 2.106-96. – Введ. 01.10.1997. – Минск : Межгосударственный стандарт, 1997. – 32 с.
6. Единая система конструкторской документации. Групповые и базовые конструкторские документы : ГОСТ 2.113-75. – Введ. 01.07.1976. – Москва : Межгосударственный стандарт, 2007. – 50 с.
7. Технический кодекс установившейся практики. Деревянные конструкции. Строительные нормы проектирования : ТКП 45-5.05-146-2009. – Введ. 01.01.2010. – Минск : Министерство архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2010. – 72 с.
8. Древесина клееная массивная. Общие требования к зубчатым клеевым соединениям : ГОСТ 19414-90. – Введ. 01.01.1991. – Москва : Госстандарт Союза ССР, 1991. – 8 с.
9. Клеи фенолополивинилацетальные. Технические условия : ГОСТ 12172-2016. – Введ. 01.10.2018. – Москва : Межгосударственный стандарт, 2017. – 22 с.
10. Единая система конструкторской документации. Условные изображения и обозначения неразъемных соединений : ГОСТ 2.313-82. – Введ. 01.01.1984. – Москва : Госстандарт Союза ССР, 1984. – 12 с.

11. Единая система конструкторской документации. Изображения упрощенные и условные крепежных деталей : ГОСТ 2.315-68. – Введ. 01.01.1971. – Москва : Госстандарт Союза ССР, 1971. – 12 с.
12. Единая система конструкторской документации. Условные изображения и обозначения швов сварных соединений : ГОСТ 2.312-72. – Введ. 01.01.1973. – Москва : Госстандарт Союза ССР, 1973. – 14 с.
13. Единая система конструкторской документации. Масштабы : ГОСТ 2.302-68. – Введ. 01.01.1971. – Москва : Госстандарт Союза ССР, 1971. – 8 с.
14. Единая система конструкторской документации. Форматы : ГОСТ 2.301-68. – Введ. 01.01.1971. – Москва : Госстандарт Союза ССР, 1971. – 8 с.
15. Единая система конструкторской документации. Шрифты чертежные : ГОСТ 2.304-81. – Введ. 01.01.1982. – Москва : Госстандарт Союза ССР, 1972. – 24 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1. Общие требования к оформлению чертежей проекта.....	4
2. Компонировка зданий.....	15
3. Основные деревянные несущие конструкции зданий .....	22
Библиографический список.....	55

Учебное издание

**ЗГИРОВСКИЙ** Александр Игоревич  
**КОЛЕДА** Сергей Михайлович  
**МИНЧУКОВА** Маргарита Евгеньевна

**КОНСТРУКЦИИ  
ИЗ ДЕРЕВА И ПЛАСТМАСС.  
КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

Учебно-методическое пособие  
для студентов специальности  
1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство»

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

Подписано в печать 23.03.2020. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная. Ризография.  
Усл. печ. л. 3,37. Уч.-изд. л. 2,64. Тираж 200. Заказ 696.

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