

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

---

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

## **КОНСТРУКЦИИ ИЗ ДЕРЕВА И ПЛАСТМАСС**

Методические указания  
к выполнению курсового проекта  
по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство»

Под общей редакцией доктора технических наук,  
профессора Ю.П. Скачкова

Пенза 2015

УДК 684.011.01(075.8)

ББК 38.55.я73

К65

*Методические указания подготовлены в рамках проекта  
«ПГУАС – региональный центр повышения качества подготовки  
высококвалифицированных кадров строительной отрасли»  
(конкурс Министерства образования и науки Российской Федерации –  
«Кадры для регионов»)*

Рекомендовано Редсоветом ПГУАС

Рецензент кандидат технических наук,  
доцент В.Н. Карпов

**Конструкции из дерева и пластмасс:** методические указания к  
К65 выполнению курсового проекта по направлению подготовки  
08.03.01 «Строительство» / В.М. Вдовин; под общ. ред. д-ра техн.  
наук, проф. Ю.П. Скачкова. – Пенза: ПГУАС, 2015. – 40 с.

Приведены последовательность и практические рекомендации к выполнению курсового проекта по дисциплине «Конструкции из дерева и пластмасс», отражены вопросы учебно-исследовательской работы студентов (УИРС) и практического использования ЭВМ в процессе работы над курсовым проектом.

Методические указания подготовлены на кафедре «Строительные конструкции» и базовой кафедре ПГУАС при ООО «Пензастрой» и предназначены для студентов, обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство».

© Пензенский государственный университет  
архитектуры и строительства, 2015

© Вдовин В.М., 2015

## ВВЕДЕНИЕ

Целью выполнения курсового проекта по конструкциям из дерева и пластмасс является закрепление у студента теоретических знаний и приобретение им навыков в конструировании и расчетах путем самостоятельной работы при разработке проекта.

Работа над курсовым проектом начинается в процессе изучения теоретической части. До начала проектирования необходимо усвоить материал по вопросам расчета элементов и соединений конструкций из дерева и пластмасс. Ознакомление с конкретными видами сквозных и сплошных конструкций из дерева и пластмасс может производиться в процессе работы над проектом как путем слушания лекции, так и самостоятельно по учебной литературе.

Учитывая, что курсовой проект по конструкциям из дерева и пластмасс выполняется на последнем курсе обучения, к этому периоду студент должен уже изучить такие дисциплины, как строительные материалы, сопротивление материалов и строительная механика, без знания которых невозможно выполнить проект по строительным конструкциям.

В настоящих методических указаниях даются общие принципы проектирования конструкций и порядок выполнения курсового проекта с использованием рекомендуемой литературы. При выполнении статических расчетов конструкций студент должен использовать полученные им знания в курсе «Строительная механика». При этом с целью максимального сокращения трудозатрат на эту часть проектирования желательно использовать ПЭВМ и имеющиеся на кафедре и в компьютерном классе соответствующие программы.

В тексте указаний приводятся ссылки (в квадратных скобках) на соответствующие разделы учебников и пособий, приводимых в списке литературы.

# 1. ТЕМАТИКА, СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Тематика курсового проектирования по конструкциям из дерева и пластмасс обоснована рациональными областями их применения в современном строительстве.

Многие сооружения, возводимые в последние годы в нашей стране и за рубежом, свидетельствуют о большом разнообразии конструктивных и архитектурных решений, выполненных из дерева и пластмасс. Из них выполняют арки и рамы самых различных очертаний, балки и фермы, плоскостные и пространственные купола, оболочки, складчатые конструкции.

Эти новые конструкции и архитектурные формы стали доступными благодаря большим достижениям в области клееной древесины и полимерных материалов.

Первостепенная роль в перспективном развитии конструкций из дерева и пластмасс отводится клееным деревянным конструкциям. Они отвечают всем требованиям, предъявляемым к современному индустриальному строительству. Клееная древесина уже нашла широкое применение в несущих конструкциях общественных зданий, таких как кинозалы, аудитории, театры, спортивные залы, крытые стадионы, торговые центры и т.п. Кроме того, из клееной древесины строят несущие конструкции ангаров, гаражей, мастерских, складов различного назначения, навесов над перронами вокзалов и т.д.

Исходя из вышесказанного, для курсового проектирования студентам представляется разработка каркасного здания общественного, сельскохозяйственного, складского, транспортного или промышленного назначения. Здание решается полностью, за исключением фундаментов, в конструкциях из дерева и пластмасс.

Выбор конструкций, предназначенных для детального проектирования и расчета, осуществляет консультант.

С целью охвата всего объема курса «Конструкции из дерева пластмасс» задание на курсовое проектирование предусматривает разработку каждым студентом конструкций и из дерева, и из пластмасс.

*Выполнение* курсового проекта состоит из нескольких этапов. Наименование, объем и последовательность выполнения этих этапов указаны в табл. 1.

Общий объем курсового проекта включает в себя 1-2 листа (формата А1) чертежей и 30-40 страниц расчетно-пояснительной записки.

В соответствии с указанными этапами выполнения курсового проекта в методических указаниях рассматриваемые вопросы излагаются в такой же последовательности. Подобной последовательности желательно придерживаться и при выполнении курсового проекта.

Т а б л и ц а 1

Наименование и объем составных частей курсового проекта

| № п/п | Вид работы (этап)  | Процент от общего объема работ |
|-------|--|--------------------------------|
| 1     | Выбор типа основных конструкций и компоновка конструктивной схемы здания (эскизное проектирование) | 10                             |
| 2     | Проектирование и расчет ограждающих конструкций  | 15                             |
| 3     | Проектирование и расчет основных несущих конструкций каркаса здания                                | 35                             |
| 4     | Графическое оформление проекта   | 35                             |
| 5     | Оформление расчетно-пояснительной записки  | 5                              |

## 2. ВЫБОР ТИПА ОСНОВНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И КОМПОНОВКА КОНСТРУКТИВНОЙ СХЕМЫ ЗДАНИЯ

На этом этапе проектирования нужно выбрать конструкции несущего каркаса, стен, покрытия, тип кровли, назначить шаг несущих конструкций и определить конструктивные мероприятия по обеспечению устойчивости и жесткости покрытия и всего здания в целом.

При выборе основных несущих конструкций для проектируемого здания или сооружения необходимо отдавать предпочтение индустриальным конструкциям с максимальной степенью их заводской готовности. В построечных условиях должны выполняться только укрупнительная сборка и монтаж индустриальных конструкций.

Конструктивную основу деревянных несущих элементов зданий преимущественно должна составлять клееная древесина (в том числе и водостойкая строительная фанера).

Основными конструкционными пластмассами для несущих конструкций могут служить стеклопластики марок АГ-4С, КАСТ-В полиэфирный, а также жесткий винипласт, оргстекло и древесные пластики: древесно-слоистый пластик (ДСП), древесностружечные плиты (ПС), древесноволокнистые плиты (ПВ).

К конструкционным пластмассам могут быть отнесены также различного рода пено- и поропласты, применяемые, главным образом, как срединный слой в многослойных конструкциях покрытия и ограждения.

### 2.1. Выбор несущих и ограждающих конструкций

Выбор основных несущих и ограждающих конструкций каркаса здания определяется технико-экономическим расчетом с учетом производственных, архитектурных и эксплуатационных требований. При этом на целесообразность принятых конструкций могут повлиять такие факторы, как назначение здания, величина перекрываемого пролета, наличие подвешенного потолка, уклон кровли, условия изготовления и т.д.

В [7, 8, 10, 12] приведены таблицы основных схем плоскостных сплошных, плоскостных сквозных и пространственных конструкций, где указаны также оптимальные размеры перекрываемых ими пролетов.

Рекомендуемые схемы ферм с применением брусчатых и клееных деревянных элементов, а также наиболее рациональные индустриальные балочные, арочные и рамные системы приведены в табл. 2, 3 и 4. Из таблиц видно, что балки применяются для перекрытия пролетов 6-18 м, фермы – 12-36 м, сплошные рамы – 9-24 м, клееные арки – 12-60 м, пространственные конструкции – 12-100 м и т.д.

Нетрудно заметить, что пролеты средней величины (15-24 м) могут быть перекрыты почти всеми видами плоскостных и пространственных конструкций, поэтому одних этих рекомендаций для выбора конструкций недостаточно. Необходимо еще экономическое обоснование. Первый и очень приближенный экономический расчет может быть сделан по сравнению коэффициентов собственной массы ( $K_{с.в}$ ) конструкции и по коэффициенту металла ( $K_M$ ), значения которых можно взять также в таблицах, приводимых в [7, 8, 10, 12].

В целях облегчения работы студентов, а также целесообразного использования в проектах различных видов несущих конструкций из дерева и пластмасс в заданиях указывается название основной несущей конструкции покрытия. Поэтому студент не делает обстоятельного технико-экономического сравнения вариантов основных несущих конструкций. Но, несмотря на это, студент должен достаточно серьезно отнестись к выполнению этой части проекта, так как без ее выполнения он не может приступить к детальному расчету и проектированию основных конструкций здания.

Задача студента на этом этапе более узкая. Зная наименование основной несущей конструкции покрытия (например, 3-шарнирная арка, ферма, сплошная рама и т.д.), студент должен по соответствующей литературе ознакомиться с разнообразием их конструктивных форм, назначением основных размеров, с нормами их проектирования.

После этого применительно для своего проекта он должен решить вопросы, связанные с выбором очертания, формы поперечных сечений, решетки, назначением конструкционных материалов, из которых будут выполняться будущие конструкции. При этом все эти вопросы должны решаться одновременно с выбором ограждающих конструкций стен и покрытия и во взаимной увязке их друг с другом.

Особо следует обратить внимание на способ передачи нагрузки от покрытия на несущую конструкцию и целесообразность такого способа передачи нагрузки для выбранной несущей конструкции. Например, необходимо учитывать, что для балок, арок, рам, сегментных ферм желательно, чтобы нагрузка передавалась по их длине более равномерно, в таких конструкциях необходимо избегать сосредоточенной передачи

нагрузки, и, наоборот, для некоторых типов ферм желательно, чтобы вся нагрузка от покрытия передавалась сосредоточенно в узлы.

Таблица 2

| N<br>п/п | Конструктивная схема | Реком.<br>пролет<br>l, м | h/l                           | KeR |
|----------|----------------------|--------------------------|-------------------------------|-----|
| 1        |                      | 6-18                     | $\frac{1}{10} + \frac{1}{12}$ | 4-6 |
| 2        |                      | 12-24                    | $\frac{1}{8} + \frac{1}{10}$  | 4-6 |
| 3        |                      | 12-24                    | $\frac{1}{7} + \frac{1}{9}$   | 4-6 |
| 4        |                      | 12-24                    | $\frac{1}{10} + \frac{1}{12}$ | 4-6 |
| 5        |                      | 12-24                    | $\frac{1}{10} + \frac{1}{12}$ | 4-6 |
| 6        |                      | 9-18                     | $\frac{1}{10} + \frac{1}{12}$ | 3-4 |
| 7        |                      | 9-18                     | $\frac{1}{8} + \frac{1}{10}$  | 3-4 |
| 8        |                      | 9-18                     | $\frac{1}{8} + \frac{1}{10}$  | 3-4 |
| 9        |                      | 6-9                      | $\frac{1}{10} + \frac{1}{12}$ | 3-4 |

Таблица 3





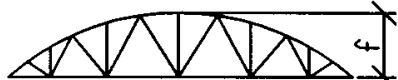

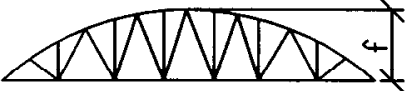

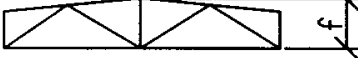
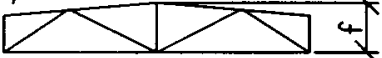


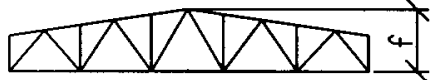
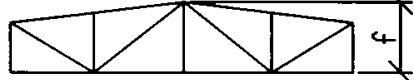
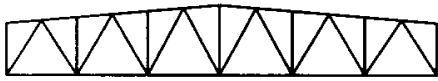
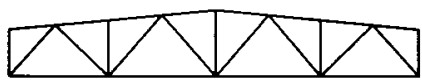
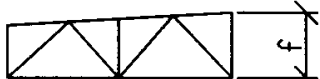

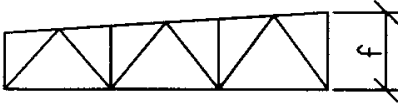
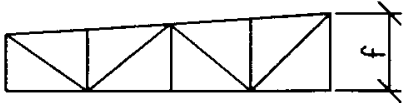
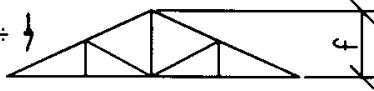
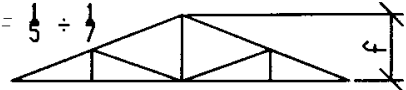
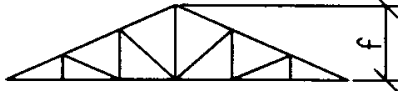
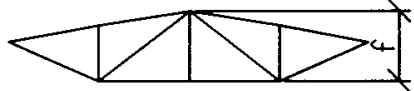
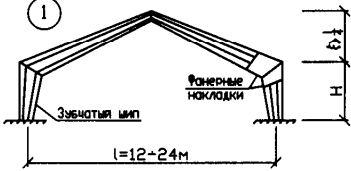
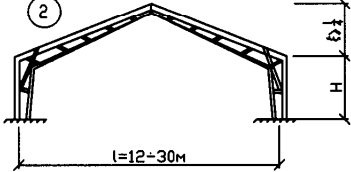
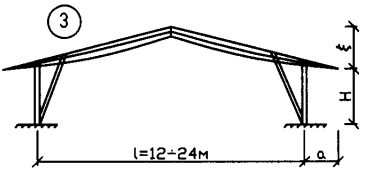
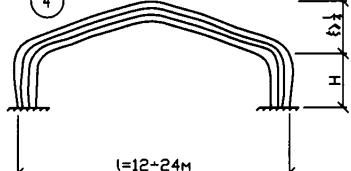
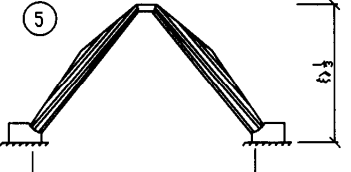
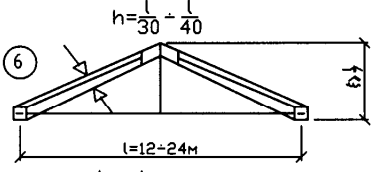
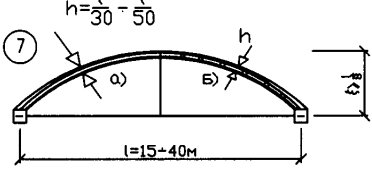
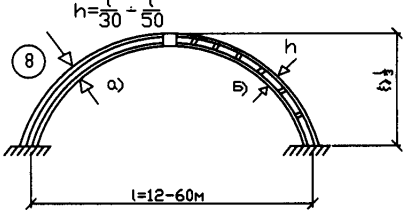
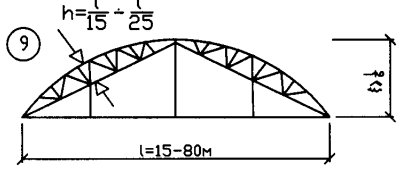
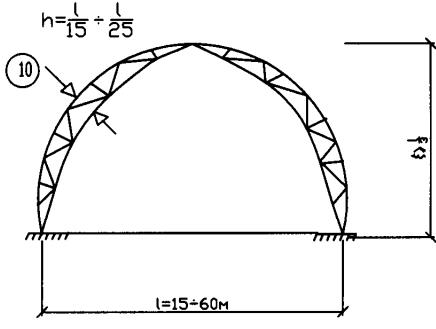
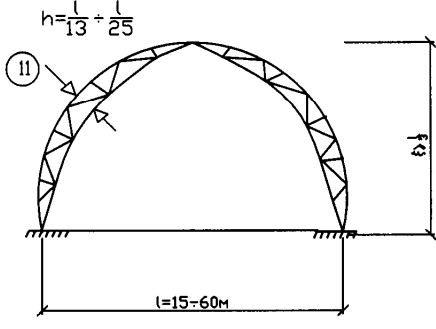
| N  | l, м           | Фермы с брусчатыми элементами   | N  | l, м           | Фермы с клееными элементами   |
|----|----------------|---|----|----------------|---|
| 1  | 12             | $f = \frac{1}{6} \div \frac{1}{2}$<br>   | 13 | 12             | $f = \frac{1}{6} \div \frac{1}{2}$<br>   |
| 2  | 15             |    | 14 | 18             |   |
| 3  | 18             |    | 15 | 24             |   |
| 4  | 21<br>24<br>36 |    | 16 | 36             |   |
| 5  | 9<br>12        | $f = \frac{1}{6} \div \frac{1}{2}$<br>   | 17 | 12<br>18       | $f = \frac{1}{6} \div \frac{1}{2}$<br>    |
| 6  | 12<br>15       |                                        | 18 | 24<br>36       |   |
| 7  | 18<br>21       |                                        | 19 | 24             |   |
| 8  | 36             |                                        | 20 | 30<br>36       |   |
| 9  | 9<br>12        | $f = \frac{1}{6} \div \frac{1}{2}$<br> | 21 | 12<br>15<br>18 | $f = \frac{1}{6} \div \frac{1}{2}$<br> |
| 10 | 15<br>18       |                                        | 22 | 12<br>15<br>18 |   |
| 11 | 12<br>15<br>18 | $f = \frac{1}{5} \div \frac{1}{2}$<br> | 23 | 12<br>18       | $f = \frac{1}{5} \div \frac{1}{2}$<br>  |
| 12 | 18<br>24       |                                        | 24 | 18<br>24       |   |



Таблица 4

| Рамные конструкции   | Арочные конструкции  |
|--|--|
|      |       |
| <p>1,3,4 - клеодощатые рамы; 2 - клефанерные рамы;<br/>                     5,6 - арки из клееных балок;<br/>                     7,8 - клееные (а) и клефанерные (б) арки;<br/>                     9,10,11 - сквозные арки;</p>  |  |

Обычно на этом этапе намечается, будут ли использоваться в качестве ограждающих конструкций покрытия только одни панели, уложенные непосредственно на основные несущие конструкции, или помимо них будут использовать еще и прогоны.

Применение прогонов в системе покрытия в большинстве случаев диктуется необходимостью передачи нагрузки от покрытия в узлы верхнего пояса ферм. Во всех других случаях желательно панели укладывать непосредственно на основные несущие конструкции, минуя дополнительные элементы покрытия (прогоны, стропильные ноги).

Конфигурация покрытия здания должна соответствовать требованиям производственного процесса, а также отвечать эстетическим требованиям к зданию.

На очертание несущей конструкции существенное влияние может оказать также материал ограждающей конструкции покрытия и, в зависимости от этого, вид кровли. Необходимо помнить, что если наружная обшивка панели покрытия выполнена из пластмасс, например, стеклопластика КАСТ-В, АГ-4С, полиэфирного, оргстекла и т.д., а также из волнистого асбоцемента или алюминия, то никакую дополнительную кровлю делать не следует. Предельные уклоны покрытия в зависимости от вида кровли приведены в табл. 1П (приложения). При окончательном выборе очертания покрытия необходимо также учитывать конструктивные требования, предъявляемые к самой несущей конструкции, такие как технологичность изготовления, обеспечение необходимой жесткости и т.д. С этими условиями студент должен ознакомиться в соответствующей литературе (некоторые из источников приводятся в разделе 4 настоящих указаний).

От правильного выбора очертаний несущей конструкции существенным образом зависит экономичность принятого решения, связанная как с расходом основных конструкционных материалов, так и с эффективным использованием внутреннего габарита в соответствии с технологическим режимом проектируемого здания.

Выбор и назначение решетки сквозных конструкций определяется целесообразностью сокращения свободных длин сжатых элементов.

При этом необходимо помнить, что гибкость верхних поясов, сжатых опорных раскосов и стоек ферм не должна превышать 120, а всех остальных элементов – 150. Количество панелей в фермах, кроме сегментных, рекомендуется принимать четное.

Шаг несущих конструкций в курсовом проекте может приниматься кратным 1 м в пределах от 3 до 6 м. Как правило, выбор шага несущих конструкций каркаса здания должен решаться совместно с назначением длины ограждающих панелей стен и покрытия.

В качестве вариантов, вместо указанных в задании несущих конструкций и приведенных в учебной литературе, студентам могут быть предложены прогрессивные конструкции, заимствованные из

отечественных и зарубежных журналов, а также предложенные самим студентом.

Выбрав основные несущие и ограждающие конструкции, наметив их генеральные размеры и очертания, производят компоновку конструктивного остова проектируемого здания. Для этого вычерчивают (желательно на миллиметровой бумаге) эскизы плана, продольного и поперечного разрезов здания со взаимной увязкой всех конструкций. Вычерчивание производится в масштабе 1:200—1:400. Эскизы обязательно согласовываются с консультантом. В дальнейшем эти эскизы должны быть перенесены на чертежи в виде технического проекта здания.

## 2.2. Проектирование каркаса здания

Конструкция каркаса в целом предназначается для восприятия вертикальных и горизонтальных нагрузок, действующих на здание в процессе эксплуатации и передачи их на фундамент. Обычно каркас здания состоит из поперечных рам, прогонов или кровельных панелей покрытия, вертикальных и горизонтальных связей, элементов стенового каркаса, продольного и торцевого фахверка.

Процесс проектирования каркаса здания состоит из нескольких этапов. Первым этапом проектирования является выбор основных несущих конструкций и одновременно с этим решение вопросов о размещении их в плане здания (назначение шага) и выбора ограждающих конструкций стен и покрытия. На этом этапе определяется схема каркаса.

Последующие этапы – расположение связей и выбор их схемы, размещение обвязок, торцевых и второстепенных стоек фахверка.

Примеры компоновки каркаса производственного здания показаны на рис. 1, 2, 3.

Температурные швы в каркасных деревянных зданиях не делают. При проектировании каркаса здания основное внимание должно быть уделено обеспечению устойчивости как всего здания в целом, так и отдельных его элементов. С этой целью ставятся связи жесткости. Назначение связей – создание жесткости каркаса, обеспечение устойчивости элементов конструкций, восприятие ветровых усилий, создание условий пространственной работы каркаса, обеспечение необходимых условий монтажа элементов здания.

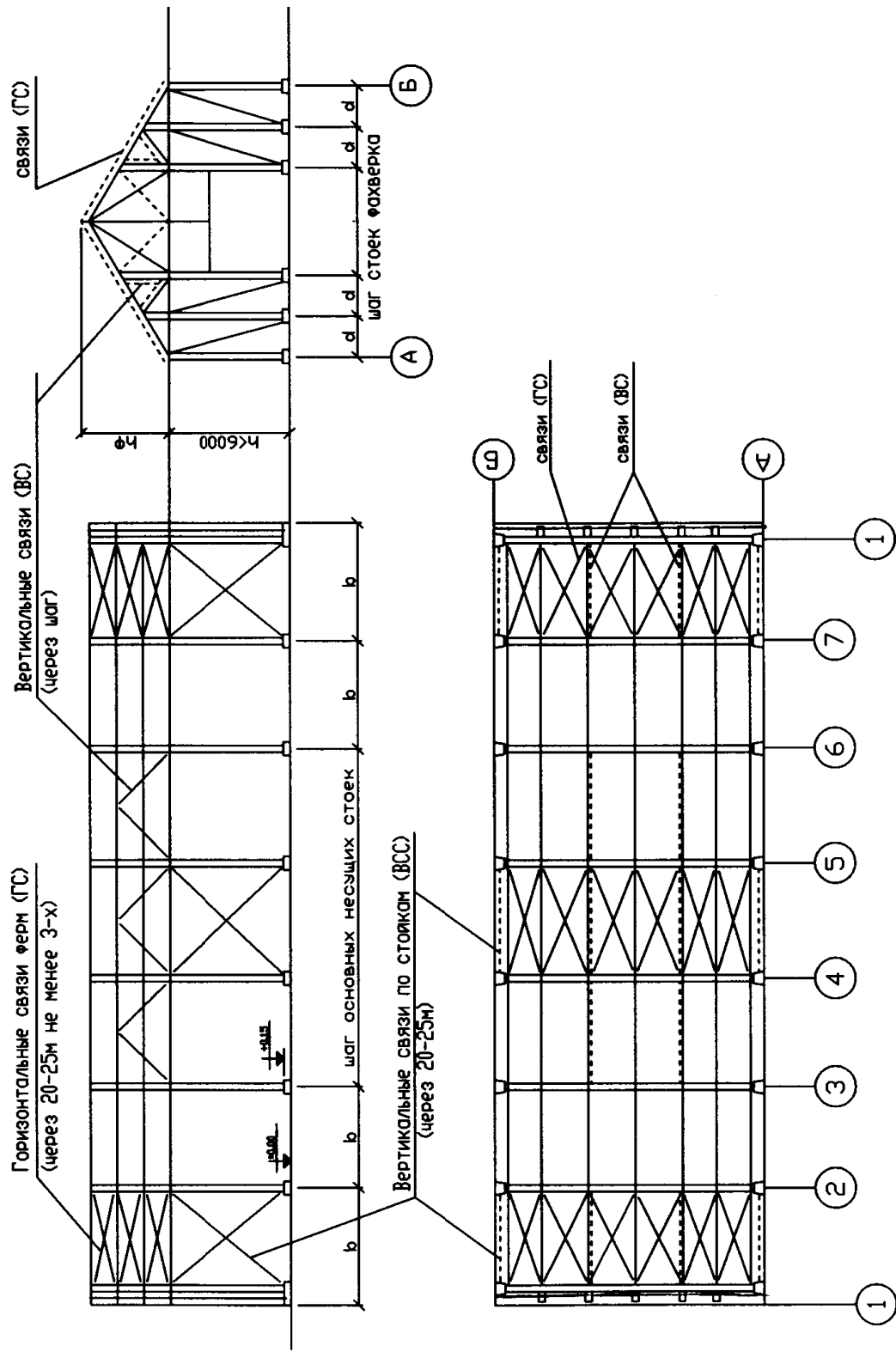


Рис. 1. Компоновка деревянного каркаса производственного здания при  $h < 6,0$  м



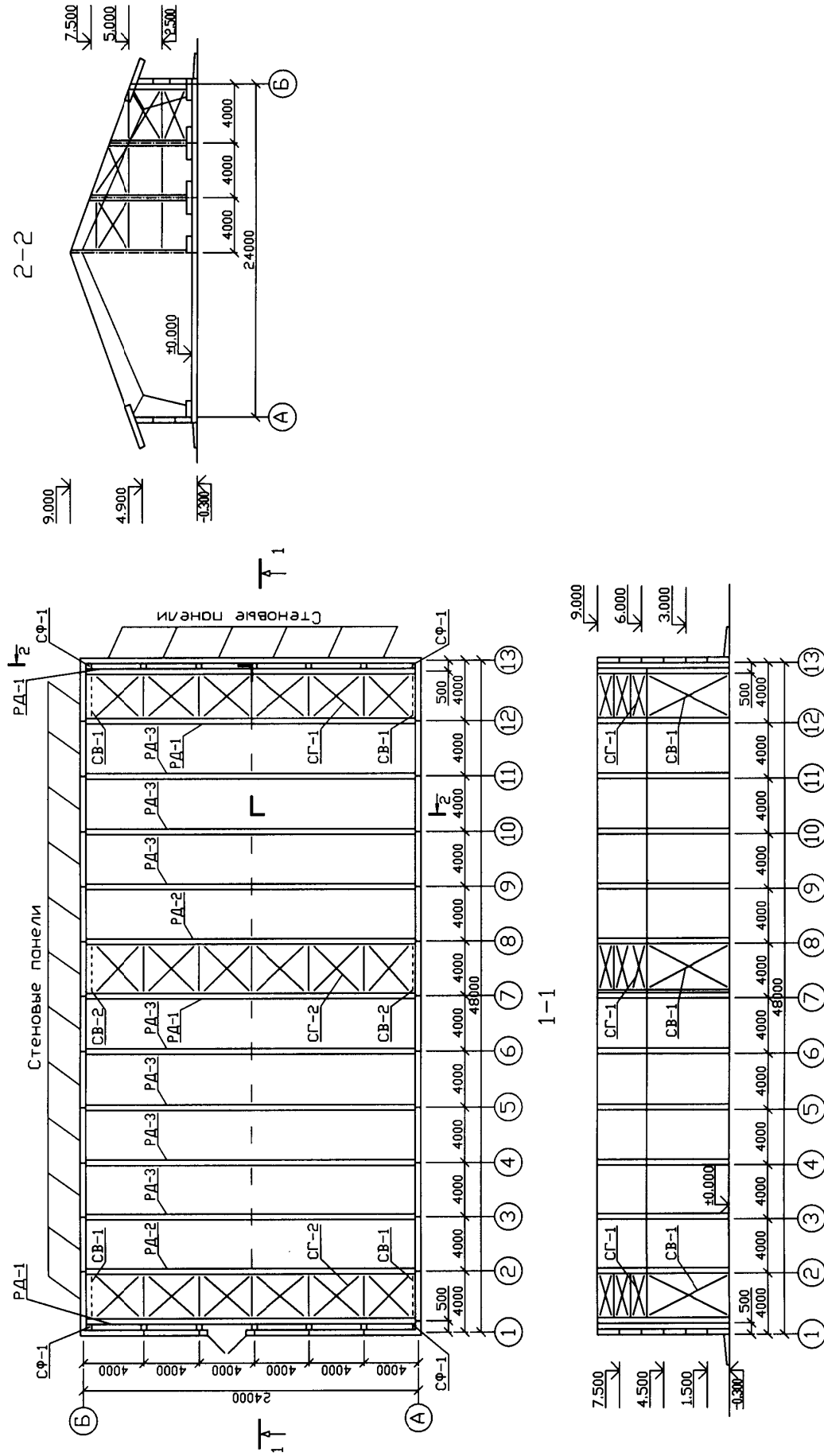


Рис. 3. Компоновка деревянного каркаса здания с несущими рамами

Связи (Г.С.), расположенные в плоскости верхних поясов, обеспечивают устойчивость верхних сжатых поясов в горизонтальной плоскости. Они обычно ставятся в первых пролетах от торца здания, но не более 20-25 м друг от друга по длине здания. В любом случае их должно быть поставлено по длине здания не менее 3-х. При беспрогонном решении покрытия с помощью жестких кровельных щитов, прикрепленных к верхним поясам несущей конструкции, горизонтальные связи в плоскости ската не ставятся.

Горизонтальные связи (Г.С.Н.) по нижним поясам ферм устраивают в пролетах, примыкающих к торцам, и предназначаются для восприятия ветровой нагрузки со стороны торца здания в том случае, когда верх торцевых стоек (фахверка) примыкает к нижним поясам ферм. Если торцевые стойки проходят до узлов верхнего пояса ферм, то связи по нижнему поясу могут не ставиться, и передача усилий от ветровой нагрузки осуществляется на горизонтальные связи по верхнему поясу или непосредственно на жесткий настил.

В деревянных каркасных зданиях высотой до 6-8 м горизонтальные связи устанавливаются, как правило, только в плоскости верхних поясов несущих конструкций (рис. 1, 2). В зданиях большей высоты, а также при значительных воротных проемах (в ангарах) горизонтальные связи располагают также в плоскости нижних поясов.

Вертикальные связи (В.С.) связывают между собой фермы или другие несущие конструкции попарно в продольном направлении и служат для удержания конструкции в вертикальном проектном положении как в период монтажа, так и во время эксплуатации. Вертикальные связи могут быть крестовые (рис. 2) и полу-раскосные (рис. 1) и ставятся через шаг по длине здания.

Вертикальные связи (В.С.С.) между стойками в плоскости продольных стен предназначаются для восприятия давления ветра на торец здания и обеспечения жесткости каркаса в продольном направлении. Кроме того, эти связи обеспечивают устойчивость стоек из плоскости рамы. Они ставятся в первых пролетах от торца здания и далее через 20-25 м по длине здания. Как правило, место расположения связей В.С.С. и связей В.С. совпадают.

Устойчивость здания в продольном направлении может быть обеспечена также установкой жестких стеновых панелей.

Завершающей частью проектирования каркаса здания на стадии технического проекта является решение торца здания.

Торец здания (фахверк) выполняется при помощи самостоятельных стоек и ригелей. Расстояние между стояками фахверка определяются длиной панели ограждения и размерами проемов в стенах. Кроме того, стойки торцевого фахверка обычно имеют расстановку, совпадающую с узлами верхнего пояса ферм, если они по высоте доходят до крыши.

Основные стойки фахверка торца здания имеют собственный фундамент, верх стойки должен быть раскреплен так, чтобы нагрузка передавалась на

прогоны, жесткие панели покрытия или в узлы ветровой горизонтальной фермы. Элементы торцевого фахверка, включая и ветровую ферму, в курсовом проекте не рассчитываются, а принимаются конструктивно.

Устойчивость торцевых стоек в плоскости торца здания обеспечивается постановкой ригелей или, в случае решетчатой стойки, постановкой горизонтальных решетчатых связей между торцевыми стойками.

Конструкции фахверка должна представить собой жесткую неизменяемую систему в своей плоскости. Этого можно достигнуть постановкой подкосов в пролетах между торцевыми стойками.

Принципиальные схемы продольного и торцевого фахверка представлены на рис. 1, 2, 3.

Все связи подбираются по предельной гибкости  $[\lambda] = 200$ , гибкость основных торцевых стоек фахверка не должна превышать  $[\lambda] = 120$ .

К элементам продольного и торцевого каркасов здания примыкают конструкции стенового ограждения. Стены каркасного здания следует проектировать в виде стеновых панелей, полной заводской готовности.

Разработка эскизного решения всех перечисленных вопросов дает возможность студенту приступить к выполнению технического проекта. Следует еще раз напомнить, что к дальнейшей работе над курсовым проектом можно приступить только после согласования эскизных разработок с консультантом.

В техническом проекте должны быть показаны: план здания с расположением ферм (рам), прогонов (панелей), связей, торцевых стоек. Панели покрытия должны быть показаны на участке длиной в два-четыре шага ферм, с изображением послойно элементов: часть фасада, продольный разрез здания с изображением основных стоек, ригелей и других элементов фахверка.

На этом же разрезе должны быть показаны торцевые стойки и фундаменты под все основные стойки, а также системы вертикальных и горизонтальных связей (связи, перпендикулярные плоскости чертежа показываются пунктирными линиями), поперечный разрез по зданию, продольный и поперечный (торцевой) фахверки.

При разработке технического проекта необходимо соблюдать известные из курса архитектуры условия привязки основных несущих конструкций к осям здания. ОпираНИЕ деревянных стоек должно производиться на фундаменты, выступающие над отметкой пола на 10-15 см.

### 3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Ограждающие конструкции стен и покрытий могут быть выполнены в основном в виде трех конструктивных решений:



1) в виде различных настилов, уложенных по прогонам покрытия или ригелям фахверка;

2) в виде сборных укрупненных щитов или панелей, в которых рабочие элементы (ребра, настил) соединены с помощью гвоздей или шурупов (вследствие податливости соединений настил и ребра в таких панелях работают независимо друг от друга);

3) в виде промышленных панелей, которые, благодаря жесткому соединению элементов (ребер, обшивок), работают как единое целое.

Ограждения типа 2 и 3 являются промышленными, в большей степени отвечают требованиям современного строительства и поэтому рекомендуются к более широкому применению в курсовых проектах.

### 3.1. Проектирование настилов

Настилы проектируются сплошными – из досок, фанеры, плоских или волнистых листов стеклопластика и разреженными (обрешетка) – из брусков или досок.

Проектирование и расчет деревянных настилов, как правило, не вызывает затруднений у студентов, так как с этими вопросами можно ознакомиться почти в любой литературе по деревянным конструкциям, например, [9, 12].

При расчете деревянных настилов необходимо руководствоваться положениями СНиП [1]. Окончательные размеры настила устанавливаются с учетом сортамента пиломатериалов, который в сокращенном виде приводится в [8,11] и в табл. 2П (приложения).

В некоторых случаях настил целесообразно проектировать из стеклопластиковых волнистых листов. В этом случае настил может выполнять и функции кровли. Основные геометрические характеристики некоторых стеклопластиковых листов можно взять из табл. 4.

Т а б л и ц а 4

Геометрические характеристики волнистых листов

| Размер волн, мм | Толщина, мм | $I_b, \text{см}^4$ | $W_b, \text{см}^3$ | $A_b, \text{см}^2$ | Размер волн, мм | Толщина, мм | $I_b, \text{см}^4$ | $W_b, \text{см}^3$ | $A_b, \text{см}^2$ |
|-----------------|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 1               | 2           | 3                  | 4                  | 5                  | 6               | 7           | 8                  | 9                  | 10                 |
| 200/54          | 1.5         | 11.84              | 4.27               | 3.7                | 115/28          | 1.5         | 1.82               | 1.23               | 2.08               |
|                 | 2.0         | 15.8               | 5.65               | 4.95               |                 | 2.0         | 2.42               | 1.61               | 2.78               |
|                 | 2.5         | 19.73              | 7.0                | 6.18               |                 | 2.5         | 3.03               | 1.99               | 3.48               |
| 167/50          | 1.5         | 8.6                | 3.34               | 3.17               | 93/30           | 1.5         | 1.69               | 1.07               | 1.74               |
|                 | 2.0         | 11.74              | 4.41               | 4.22               |                 | 2.0         | 2.25               | 1.47               | 2.32               |
|                 | 2.5         | 17.32              | 5.46               | 5.28               |                 | 2.5         | 2.81               | 1.73               | 2.90               |
| 125/35          | 1.5         | 3.13               | 1.71               | 2.32               | 78/18           | 1.5         | 0.51               | 0.52               | 0.42               |
|                 | 2.0         | 4.17               | 2.26               | 3.10               |                 | 2.0         | 0.68               | 0.68               | 1.88               |
|                 | 2.5         | 5.22               | 2.78               | 3.88               |                 | 2.5         | 0.85               | 0.83               | 2.35               |

Расчет волнистых листов можно производить по балочной схеме с фактическим количеством опор. Для расчета может быть выделена полоса единичной ширины или равная длине одной волны. Проверка прочности одной волны производится по формуле

$$\sigma = M_B / W_B \leq R_u.$$

При этом эти напряжения по условию местной устойчивости не должны превышать величины

$$\sigma = 1,92E\delta h_B / (4h_B^2 + l_B^2).$$

Проверка на скалывание производится по формуле

$$\tau = 0,75Q \sin \alpha_0 / \delta h_B \leq R_{ck},$$

где  $h_B$  – высота волны, см;

$l_B$  – длина волны, см;

$\delta$  – толщина листа;

$\alpha_0$  – определяется из условия  $\operatorname{tg} \alpha_0 = \pi h_B / l_B$ .

С примерами расчета волнистых листов из стеклопластика можно ознакомиться в [9] или [11].

## 3.2. Проектирование прогонов

Прогоны покрытия могут быть разрезными, спаренными неразрезными, консольно-балочными. В целях экономии материала предпочтение необходимо отдавать спаренным неразрезным (из досок на ребро) или консольно-балочным (из брусьев) прогонам.

Расчет прогонов производится обычно на действие равномерно распределенной нагрузки во всех пролетах. Расчетные схемы прогонов, максимальные величины изгибающих моментов и прогибов показаны на рис. 10 [9].

Размером  $X$  на схемах обозначено расстояние от опоры до места расположения стыка прогона.

Прогоны проверяются на прочность и жесткость от действия постоянных и временных нагрузок. Количество гвоздей в стыке неразрезных дощатых прогонов определяется расчетом.

Размеры поперечных сечений прогонов следует назначать в соответствии с сортаментом пиломатериалов (см. табл. 2П приложения).

## 3.3. Проектирование панелей

В наилучшей степени требованиям современного индустриального строительства отвечают ограждающие конструкции, выполняемые в виде панелей. Панели из древесины и с применением пластмасс могут быть запроектированы утепленными и не утепленными, светопроницаемыми и светонепроницаемыми, плоскими и криволинейными. Кроме того, они

могут быть изготовлены либо полностью из пластмасс, либо из дерева и фанеры, либо в сочетании этих материалов с другими (асбоцемент, сталь, алюминий и др.).

С основными конструктивными схемами панелей можно ознакомиться в [7, 9].

Важным этапом при проектировании панелей является выбор рациональных материалов для элементов панели и назначение ее основных размеров. Для решения этих вопросов можно воспользоваться рекомендациями, изложенными в [7, 9]. Там же можно ознакомиться с особенностями конструирования и с методикой расчета различных типов панелей. С примерами проектирования панелей ограждающих конструкций можно ознакомиться в [9].

## 4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ КАРКАСА ЗДАНИЯ

### 4.1. Особенности статического расчета

Каркас здания обычно представляет собой поперечную раму, состоящую из двух стоек и ригеля или двух полурам. Для некоторых зданий (например, склады, спортивные залы, ангары и т.п.) каркас может быть выполнен в виде трехшарнирной арки с передачей распора непосредственно на фундамент.

В зависимости от способов сопряжения стоек с ригелем и с фундаментами или полурам между собой поперечный каркас деревянных зданий чаще всего выполняется в виде двух- или трехшарнирной рамы. Бесшарнирные и одношарнирные рамы в каркасах производственных и общественных зданий не применяются.

На поперечную раму обычно действуют следующие нагрузки :

- 1) собственный вес конструкций;
- 2) снеговая нагрузка;
- 3) эксплуатационная нагрузка (от тельфера, крана и т.д.);
- 4) ветровая нагрузка.

Постоянные нагрузки от покрытия (панели, прогоны, щиты, утеплители) подсчитываются, исходя из фактически затраченного материала и объемного веса этих материалов. Величины их можно взять также (с некоторым уточнением) из предшествующего расчета ограждающих конструкций.

Собственный вес ригеля рамы можно определить по формуле

$$g_{с.в}^H = \frac{g^H + p^H}{\left(\frac{1000}{K_{с.в}L} - 1\right)},$$

где  $g^H$  и  $p^H$  – постоянная и временная нормативные нагрузки;  
 $K_{с.в}$  – коэффициент собственной массы, принимается по табл. учебника [5];  
 $L$  – пролет конструкции, м.

Снеговая и ветровая нагрузки принимаются по СНиП 2-01-07-85 "Нагрузки и воздействия" в зависимости от заданного района строительства. При этом особое внимание необходимо обратить на характер действия этих нагрузок, рекомендуемый СНиПом в зависимости от очертания поперечника здания.

Эксплуатационные нагрузки, действующие на здание, приводятся в задании или могут быть уточнены консультантом во время консультаций.

Все нагрузки желательно записывать в табличной форме в соответствии с табл. 5. Подсчет нагрузок желательно вести в  $\text{Кн/м}^2$ .

Расчет рамы производится методами строительной механики на постоянную и временную нагрузки. При этом необходимо учесть действие снеговой нагрузки на половине пролета – слева, справа и по всему пролету, а ветровой нагрузки – слева направо и справа налево.

Трехшарнирная рама (арка) является внешне статически определимой системой, и, как правило, расчет ее не представляет особого труда. Если рама или арка представляет собой сплошную конструкцию, то статический расчет ее заключается в определении внутренних усилий – изгибающего момента  $M$ , продольной силы  $N$  и поперечной силы  $Q$ . Эти усилия определяются в нескольких поперечных сечениях рамы, как правило, не менее чем в 6 сечениях.

Т а б л и ц а 5

Подсчет нагрузок

| Элемент конструкции | Вид нагрузки  | Нормативная нагрузка $q^H$ , $\text{Кн/м}^2$ | Коэффициент надежности по нагрузке | Расчетная нагрузка $q$ , $\text{Кн/м}^2$ |
|---------------------|---|--|------------------------------------|--|
| 1                   | 2   | 4  | 5                                  | 6  |
| Ригель              | Постоянная нагрузка от крыши:<br>1) вес кровли<br>2) вес настила<br>3) собственный вес ригеля<br>4) снеговая нагрузка<br>5) ветровая нагрузка |  |                                    |  |
| Стойки              | Опорное давление ригеля:<br>а) от постоянной нагрузки<br>б) от снеговой нагрузки  |  |                                    |  |

Усилия  $M$ ,  $N$ ,  $Q$  определяются для каждого вида нагрузки. Подсчитанные усилия записываются в таблицу (рекомендуется табл. 6).

Т а б л и ц а 6

Определение расчетных усилий  $M, N, Q$  в арке (раме)

| Номер сечения | Вид усилий | При действии нагрузки $q=1$ |        |                  | При действии постоянной нагрузки $q$ , кгс | При снеговой нагрузке $R$ , кг/м |        |                  | При действии ветровой нагрузки $q_{в}$ , кг/м |        | Расчетные усилия                 |                                    |
|---------------|------------|-----------------------------|--------|------------------|--|----------------------------------|--------|------------------|---|--------|----------------------------------|------------------------------------|
|               |            | на половине пролета         |        | по всему пролету |  | слева                            | справа | по всему пролету | слева   | справа | основные с $\psi=1$<br>$M_{max}$ | основные с $\psi=0,9$<br>$M_{max}$ |
|               |            | слева                       | справа |                  |  |                                  |        |                  |   |        |                                  |                                    |
| 1             | 2          | 3                           | 4      | 5                | 6  | 7                                | 8      | 9                | 10  | 11     | 13                               | 16                                 |
| 0             | $M$        |                             |        |                  |  |                                  |        |                  |   |        |                                  |                                    |
|               | $N$        |                             |        |                  |  |                                  |        |                  |   |        |                                  |                                    |
|               | $Q$        |                             |        |                  |  |                                  |        |                  |   |        |                                  |                                    |
| 1             | $M$        |                             |        |                  |  |                                  |        |                  |   |        |                                  |                                    |
|               | $N$        |                             |        |                  |  |                                  |        |                  |   |        |                                  |                                    |
|               | $Q$        |                             |        |                  |  |                                  |        |                  |   |        |                                  |                                    |
| 2             | $M$        |                             |        |                  |  |                                  |        |                  |   |        |                                  |                                    |
|               | $N$        |                             |        |                  |  |                                  |        |                  |   |        |                                  |                                    |
|               | $Q$        |                             |        |                  |  |                                  |        |                  |   |        |                                  |                                    |

В целях сокращения вычислений в ряде случаев рекомендуется вначале определить  $M', N', Q'$  во всех сечениях рамы (арки) от действия нагрузки  $q = 1$ , равномерно распределенной на половине пролета (например слева). Усилий  $M'', N'', Q''$  во всех сечениях рамы, когда нагрузка  $q = 1$  будет действовать на другой половине пролета (правой), находить не придется, т.к. они получаются из найденных путем использования симметрии системы. Усилия  $M, N, Q$  от нагрузки  $q = 1$ , действующей по всему пролету, равны алгебраической сумме усилий  $M', N', Q'$  и  $M'', N'', Q''$  в соответствующих сечениях рамы (арки). Умножая затем единичные значения  $M, N$  и  $Q$  на интенсивность внешних нагрузок (постоянных, от снега), получают величины  $M, N, Q$  при действии постоянной нагрузки, нагрузок от снега справа, слева, по всему пролету.

Результатом статического расчета сплошной рамы (арки) должно явиться определение расчетных усилий  $M, N, Q$  с учетом основного сочетаний нагрузок с коэффициентами  $\psi = 1$  и  $\psi = 0,9$ .

При этом может оказаться, что для одного и того же сечения получатся две комбинации расчетных усилий  $M_{\max}, N_{\text{соот}}, N_{\max}, M_{\text{соот}}$ , которые в одинаковой степени могут быть решающими при проверке несущей способности рамы (арки), поэтому в столбце (табл. 6) "расчетные усилия" должны быть подсчитаны обе эти комбинации. Для арок опасным является сочетание с  $M_{\max}$ .

Если трехшарнирная рама (арка) принята сквозной (решетчатой), то результатом статического расчета ее должно явиться определение усилий во всех стержнях рамы (арки). Усилия в стержнях такой рамы (арки) могут быть определены графическим методом путем построения диаграммы Кремона. При этом необходимо определить реакции во всех трех шарнирах и, приняв их за внешние силы, затем строить диаграмму усилий от каждой нагрузки отдельно.

С целью облегчения статического расчета студенты могут воспользоваться для расчета подобных конструкций готовыми программами, имеющимися в вычислительном центре. В этом случае студент готовит необходимый материал (величины узловых нагрузок, матрицу нагрузок, матрицу геометрических координат и т.п.), при использовании которого весь статический расчет на ЭВМ занимает непродолжительный период времени.

Двухшарнирная рама, состоящая из двух стоек, защемленных в фундаментах и шарнирно соединенных с ригелем, является однажды статически неопределимой. За лишнее неизвестное принимают продольное усилие  $X$  (см. рис. 4) на уровне верха стойки по оси нижнего пояса ригеля.

От действия ветровой нагрузки усилие  $X$  можно определять по следующему выражением:

$$X_q = \frac{3}{16} H(q_1 - q_2);$$

$$X_w = (w_1 - w_2) / 2;$$

$$X = X_q + X_w,$$

где  $q_1$  и  $q_2$  – равномерно распределенная ветровая нагрузка (активное давление  $q_1$  и отсос  $q_2$ ),

$w_1, w_2$  – сосредоточенные ветровые нагрузки на уровне верха стойки.

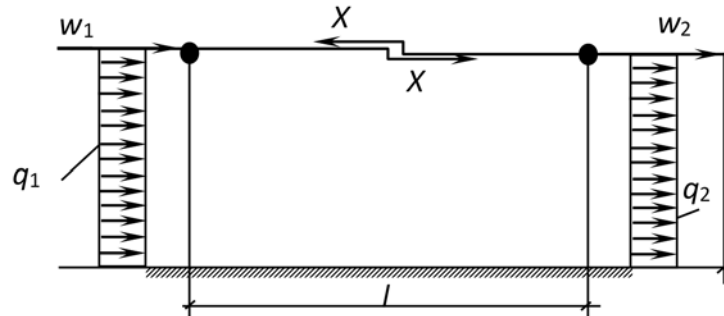


Рис. 4. Расчетная схема поперечника при действии ветровой нагрузки

Усилие  $X$  не учитывается при расчете ригеля, т.к. в большинстве случаев приводит к снижению растягивавшего усилия в нижнем поясе, но учитывается при расчете стойки рамы.

Зная величину усилия  $X$ , стойка рамы рассчитывается как статически определимый стержень, защемленный с одного конца в фундаменте и свободный на другом конце.

При расчете 2-шарнирной рамы на действие вертикальных нагрузок (постоянных и временных) ригель рамы можно рассматривать как свободнолежащую балку (или ферму). Если ригель выполнен в виде сплошной конструкции (балки), то внутренние усилия (момент, поперечная сила, продольная сила) определяются, как минимум, в трех сечениях: опорном, в середине пролета и на расстоянии  $x$ .

Величину  $x$  – расстояние от опоры до опасного сечения – для односкатных (переменной высоты) и двухскатных балок, имеющих сплошное прямоугольное сечение, можно определять по формуле

$$x = \frac{lh_0}{2h_{cp}},$$

а для балок, имеющих симметричное двутавровое сечение, по формуле

$$x = \left( \frac{h_0^1}{\operatorname{tg}\alpha} \right) \cdot \left( \sqrt{1 + \left( l \cdot \frac{\operatorname{tg}\alpha}{h_0'} \right)^2} - 1 \right).$$

Здесь  $l$  – пролет балки,  $h_0$  – высота балки в опорном сечении,  $h_{cp}$  – высота балки в середине пролета,  $h_0'$  – расстояние между осями поясов на опоре,  $\alpha$  – угол наклона верхнего пояса.

Если ригель представляет собой решетчатую конструкцию (ферму), то он рассчитывается как стержневая конструкция. При определении усилий в

элементах решетчатых конструкций нагрузка должна быть собрана в узлы и, считая, что все элементы прямолинейны и центрированы в узлах, строится диаграмма усилий.

Результаты определения усилий помещаются в таблицу (табл. 7).

Т а б л и ц а 7

Таблица подсчета усилий в элементах ферм

| Обозначение элементов | Усилия от единичной узловой нагрузки $P=1$ |        |                  | Усилия от постоянной узловой нагрузки | Усилия от снеговой нагрузки |        |                  | Расчетные усилия  |                |
|-----------------------|--|--------|------------------|---------------------------------------|-----------------------------|--------|------------------|-------------------|----------------|
|                       | на половине пролета                        |        | по всему пролету |                                       | слева                       | справа | по всему пролету | плюс (растяжение) | минус (сжатие) |
|                       | слева                                      | справа |                  |                                       |                             |        |                  |                   |                |
| Верхний пояс          |  |        |                  |                                       |                             |        |                  |                   |                |
| Решетка               |  |        |                  |                                       |                             |        |                  |                   |                |
| Нижний пояс           |  |        |                  |                                       |                             |        |                  |                   |                |

Для симметричных решетчатых конструкций желательно также использовать симметрию системы и вначале определить усилия в элементах от действия единичной узловой нагрузки  $P=1$  на полупролете.

Результатом статического расчета сквозного ригеля рамы на действие вертикальных нагрузок является определение расчетных усилий во всех его элементах, причем усилия должны быть определены и сжимающие, и растягивающие (если таковые возникают), независимо от абсолютных их значений.

После определения расчетных усилий приступают к детальному расчету и конструированию основной несущей конструкции – сначала ригеля, а затем стойки (колонны).

## 4.2. Конструктивный расчет

Конструктивный расчет начинают с назначения ориентировочных размеров поперечных сечений элементов. Точный подбор поперечных сечений по известным расчетным усилиям весьма затруднителен, так как при желании иметь минимальные размеры сечения с максимальной степенью использования его несущей способности необходимо побеспокоиться и о надежности узловых сопряжений, как правило, связанных с некоторыми ослаблениями примыкаемых к узлу элементов и конструктивными особенностями решения узлов. Поэтому в первом приближении целесообразно назначать ориентировочные размеры поперечных сечений, а затем их уточнять. Ориентировочные размеры поперечных сечений могут



быть назначены, исходя из имеющихся практических расчетов аналогичных конструкций или проверочных формул, но с введением в них вероятных значений коэффициентов снижения несущей способности:

|                                   |                     |
|-----------------------------------|---------------------|
| в центрально сжатых элементах     | $\varphi = 0,7;$    |
| в центрально растянутых элементах | $m_{осл} = 0,8;$    |
| в сжатоизогнутых элементах        | $\xi = 0,8;$        |
| в клееных гнутых элементах        | $m_{гн} = 0,9;$     |
| в клееных изгибаемых элементах    | $m_{\delta} = 1,0.$ |

При назначении высоты поперечных сечений необходимо также учитывать конструктивные требования, согласно которым высота  $h$  должна быть в пределах:

- для арок –  $(I/30 + I/50)l$ ;
- для балок –  $(I/8 + I/12)l$ ;
- для рам —  $(I/30 + I/40)l$ ;
- для шарнирных сплошных стоек –  $(I/10 + I/12)l$ ;
- для защемленных стоек –  $(I/6 + I/8)l$ .

Ширина поперечного сечения  $b$  обычно назначается, исходя из размеров сортамента материалов. Кроме того, ширину  $b$  желательно назначать меньше самой широкой стандартной доски (25 см), чтобы исключить склеивание досок по ширине сечения и не менее 125 мм.

При назначении размеров  $h$  и  $b$  поперечного сечения необходимо учитывать стандартные размеры сортамента лесопиломатериалов и уменьшение их размеров в клееных элементах за счет строжки перед процессом склеивания.

Например: требуется назначить ориентировочные размеры прямоугольного поперечного сечения для клееной балки пролетом  $l = 12$  м.

По конструктивным требованиям ориентировочную высоту назначаем

$$h^1 \approx (I / 11) \cdot l = 12000 / 11 = 1100 \text{ мм};$$

ширина сечения из предельного соотношения  $h / b \leq 6$  получается равной:  $b^1 = h^1 / 6 = 1100 / 6 = 200$  мм. Для клееной балки используем (по сортаменту) доски размером 50×200 мм (толщина × ширина), или, после строжки, 44×192 мм. На всю высоту балки потребуется  $n = 1100 / 44 = 23,9$  досок. Принимаем 24 доски ( $24 \times 44 = 1104$  мм), тогда окончательные размеры поперечного сечения балки получатся равными: 192×1104 мм,  $h / b = 1104 / 192 = 5,023 < 6,0$ .

Расчет и конструирование фермы начинают с подбора сечений верхнего и нижнего поясов, а затем раскосов и стоек.

При отсутствии внеузловой нагрузки и начальной кривизны верхний пояс фермы рассчитывается как центрально сжатый элемент. Если же верхний пояс имеет начальную кривизну (в сегментных фермах) или несет на себе внеузловую нагрузку, то он рассчитывается как сжато изогнутый

элемент. При этом с целью уменьшения изгибающих моментов в прямолинейных поясах прибегают к искусственному конструктивному приему, благодаря которому получается разгружающий момент (создание искусственного эксцентриситета приложения нормальной силы).

После назначения размеров поперечных сечений всех элементов фермы приступают к конструированию и расчету основных и промежуточных узлов.

Начинают конструирование и расчет с опорного узла, т.к. здесь, как правило, сопрягаются наиболее нагруженные элементы и от решения этого узла часто зависят окончательные размеры элементов. После этого переходят к конструированию и расчету менее нагруженных узлов.

В качестве основных средств соединений элементов необходимо использовать цилиндрические нагели и болты, клеестальные шайбы. Для сопряжения сжатых элементов желательно использовать лобовой упор и лобовые врубки.

Узловые сопряжения элементов решетчатых конструкций (ферм) желательно решать с помощью металлических или стеклопластиковых деталей и вкладышей.

Опорные и коньковые узлы сплошных клееных и клеефанерных рам (арок) следует выполнять также с применением металлических сварных башмаков (см., например, [8]).

Наибольшую трудность при проектировании и изготовлении сплошных клееных рам представляют карнизные узлы, как наиболее нагруженные и наиболее ответственные. Эти узлы желательно предусматривать заводскими, выполненными с применением "зубчатого шипа, вкладыша, фанерных накладок, или сборно-разборными с применением заанкеренных в стойку и ригель металлических деталей (см. рис. 7, 8 [8]). В гнутоклееных рамах этот узел выполняется путем гнутья по определенному радиусу склеиваемой заготовки в месте предполагаемого карнизного узла.

Стойки поперечной рамы здания целесообразно принимать сплошного поперечного сечения, клееными или клеефанерными. Гибкость стоек не должна превышать  $[\lambda] = 120$ . Стойки проверяются на прочность и устойчивость. При расчете стоек можно воспользоваться учебником [7] и примерами расчета, изложенными в [8]. Особое внимание следует обратить на конструирование узлов прикрепления верха стоек к ригелю и нижней части стойки к фундаменту. Как правило, это наиболее ответственные узлы поперечной рамы. Решая узел опирания ригеля на стойку, необходимо точно фиксировать проектное положение ригеля, используя для этих целей подферменный (или подбалочный) брус с необходимыми подрезками и надежно прикрепленными опорными подушками, которые ставятся между стойкой и фермой (балкой) и рассчитываются на смятие по максимальному опорному давлению.

Прикрепление стойки к фундаменту обычно производится при помощи металлических анкеров. Некоторые конструкции этих узлов приведены на рис. 10 [8].

Расчет опорного узла производится на невыгодное нагружение для опирания стойки, т.е. только на постоянные нагрузки и действие ветра. Для определения усилий в [8] приводятся расчетные формулы.

Если получится, что растягивающие усилия от действия изгибающего момента в заделке погашаются собственным весом конструкций, т.е. получаются сжимающие усилия в анкере, то анкер ставят конструктивно диаметром не менее 16 мм.

Глубина заделки анкера в фундамент должна быть не менее 25 диаметров анкера.

Усилия анкеров передаются на накладки и другие элементы узла. Все конструктивные размеры их должны быть определены расчетом.

При расчете и конструировании основных несущих конструкции каркаса здания студенты могут воспользоваться практическими примерами, изложенными в учебных пособиях [8, 10] и др.

При использовании практических пособий студенты должны помнить, что примеры даются с целью изложения последовательности расчета того или иного вида конструкций с практическим использованием основных расчетных и конструктивных положений для частного конкретного случая. Границы применимости основных расчетных положений могут существенно не совпадать с изменением заданных условий на проектирование тех или иных конструкций. Поэтому разобранный в книге аналогичный пример проектирования и расчета конструкций не должен подменять консультацию с преподавателем, ведущим курсовое проектирование.

## 5. УИРС В КУРСОВОМ ПРОЕКТЕ

Учебно-исследовательская работа студентов (УИРС) в процессе общего обучения особенно ярко и наглядно должна проявляться при выполнении ими курсовых проектов, поскольку курсовое проектирование является исключительно самостоятельным и творческим делом.

Перед выдачей задания на курсовое проектирование преподавателями кафедры разрабатываются тематика и направления, по которым студент или группа студентов будет работать в течение отведенного для проектирования времени над углубленным изучением отдельных вопросов УИРС. Исследовательскими направлениями при этом могут быть следующие:

- а) вариантное проектирование с технико-экономическим обоснованием оптимального решения;
- б) разработка новых, не типовых, конструкций и конструктивных решений зданий;

- в) выбор эффективных материалов и профилей;
- г) анализ действительной работы стыков, узлов и сопряжений конструкций и их элементов;

д) отыскание рациональных конструктивных схем зданий и возможностей к их натурному осуществлению (изготовление моделей, макетов и т.п.).

При включении исследовательских вопросов в задание на курсовое проектирование обращается внимание на то, чтобы общий объем курсового проекта не увеличивался. Это достигается либо частичным сохранением смежных, не имеющих весомого значения, частей проекта, либо путем выдачи группе студентов комплексных, взаимосвязанных заданий, объединенных между собой единством целей и параметров. Предпочтительней последнее, так как в этом случае студент фактически выполняет проект в полном объеме без увеличения трудозатрат на УИРС. Сущность такого подхода заключается в том, что группа студентов (примерно 5 человек) выполняет идентичное задание с измененным только одним параметром (например, пролета, шага, стрелы, подъема, уклона, типа решетки и т.д.). Это приводит к тому, что студенты, выполняя фактически индивидуальные задания, в итоге могут сделать технико-экономический анализ влияния изменяемого параметра на расход материалов или стоимость конструкции.

На рис. 1 показана принципиальная схема выдачи заданий студентам группы с элементами УИРС.

Анализ полученных результатов проводится студентами под руководством преподавателя. На основе этого анализа дается обобщение и делаются выводы, отражаемые в пояснительной записке или чертежах. Примерные графики по анализу результатов УИРС приведены на рис. 2.

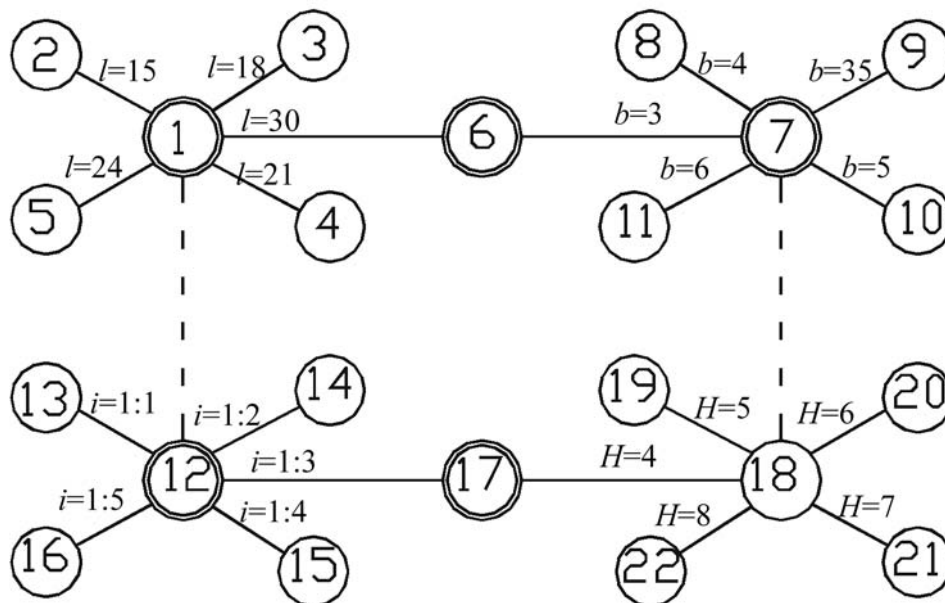


Рис.1. Принципиальная схема увязки заданий УИРС (изменение пролета  $l$ , шага  $b$ , уклона ригеля  $i$ , высоты  $H$  стойки несущей конструкции)

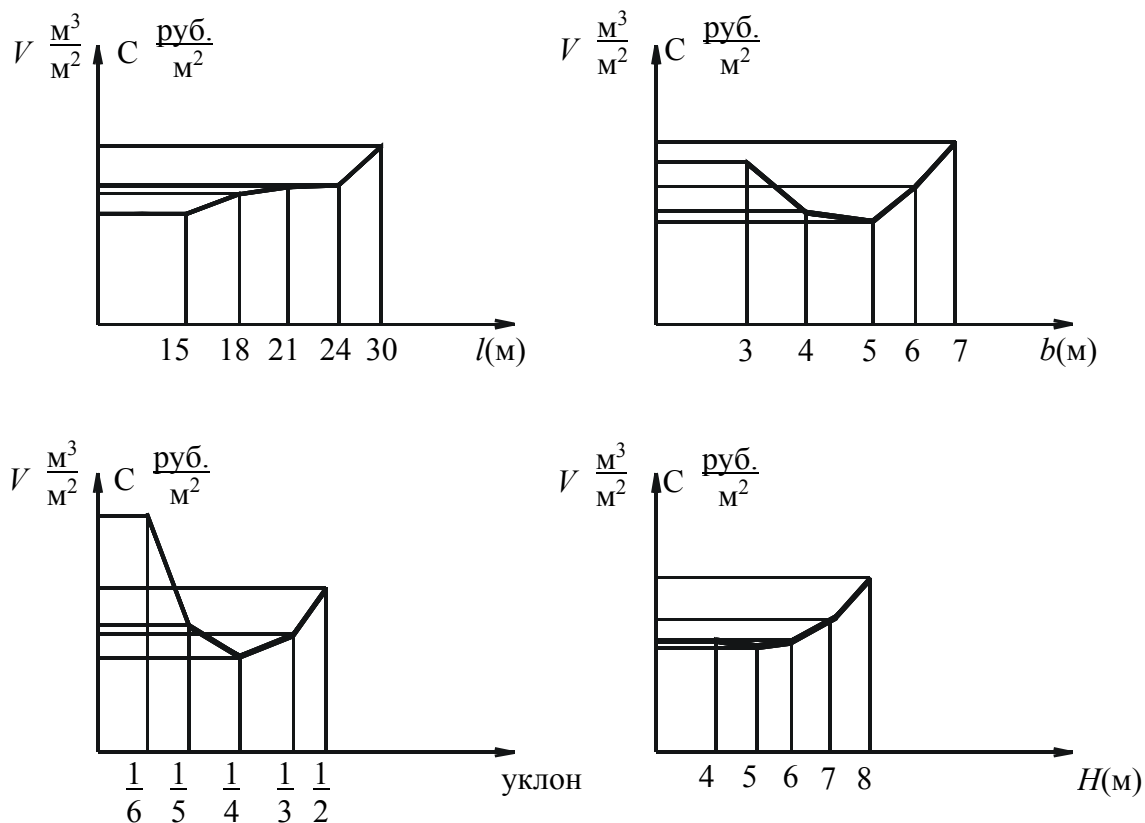


Рис. 2. Примерные графики, отражающие результаты УИРС

Следует еще отметить то, что студенты каждой подгруппы выполняют различные конструктивные решения ограждающих конструкций (покрытия), а для расчета основной несущей конструкции принимают один и тот же тип покрытия. Это делается, с одной стороны, с целью индивидуализации проектных решений покрытия (исключить повторяемость), а с другой стороны – с целью принятия правильного подхода к вопросу оценки технико-экономического сравнения вариантов несущих конструкций. Наконец, это дает возможность студентам одной и той же подгруппы сделать технико-экономическую оценку различных проектных решений ограждающих конструкций без выполнения конструктивных расчетов.

Индивидуальные задания на УИРС по другим исследовательским направлениям студенты получают непосредственно от консультанта по курсовому проектированию или от ведущего преподавателя по дисциплине "Конструкции из дерева и пластмасс".

## 6. ГРАФИЧЕСКОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ПРОЕКТА

На основании проделанной работы по конструированию и расчету элементов и узлов конструкций проект оформляется в виде чертежей на 1-2 листах формата А-1.

На чертежах следует показывать :

1. На стадии технического проекта:

а) план здания со схематическим изображением расположения основных несущих и ограждающих конструкций (поперечных рам, прогонов, панелей или щитов покрытия, стен здания), а на другой – поперечных рам и связей жесткости;

б) поперечный и продольный разрезы со схематическим изображением основных несущих конструкций и связей жесткости;

в) торцевой фахверк с указанием стоек, ригелей фахверка и необходимых связей по ним, а также раскладкой стеновых панелей.

В основе графической части технического проекта здания лежат эскизные материалы, представленные студентам при разработке п. 2 (см. с. 5 настоящих указаний). Чертежи этой части выполняются в мелком масштабе (1:200–1:400), несущие конструкции, прогоны и связи на этих чертежах могут быть показаны одной линией.

2. На стадии рабочих чертежей:

а) основные несущие конструкции (фермы, арки, рамы, балки, стойки и т.п.) каркаса здания в масштабе 1:20–1:50 (при симметричных конструкциях разрешается помещать не всю конструкцию, а половину ее);

б) узлы и детали конструкции (узловые и опорные части, стыки и составные элементы) в масштабе 1:5–1:10;

в) ограждающие конструкции стен и покрытия (панели, прогоны, щиты) и их детали;

г) прикрепления ограждающих конструкций к основным несущим конструкциям (ригелю или стойкам) каркаса здания;

д) спецификацию материалов на несущие и ограждающие конструкции;

е) схему монтажа несущих конструкций здания;

ж) элементы творческих разработок по программе учебно-исследовательских заданий.

Кроме того, желательно на листе показать расчетную схему конструкции с указанием геометрических длин элементов и расчетных усилий в них.

На чертеже должны быть указаны сорт древесины элементов несущих конструкций и характер их обработки, порода древесины, максимальная влажность древесины, марки для стальных элементов и связей, а также части конструкций, защищаемые, от возгорания и гниения, марки клеев и способы склеивания и т.п. (указанные вопросы должны быть отмечены в примечании, наличие которого на листе должно быть обязательным).

В правом нижнем углу дается штамп, где отмечается наименование вуза, специальность, курс, наименование работы, фамилия и инициалы студента и консультанта, дата окончания работы и номер листа. Чертежи могут быть оформлены в карандаше, все размеры даются в мм. Допускается оформление чертежей на компьютере.

Примеры графического оформления чертежей можно найти в альбомах и студенческих проектах на кафедре, а также в рекомендуемой литературе и в электронной литературе кафедры.

## 7. ОФОРМЛЕНИЕ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Пояснительная записка, включающая все расчеты и обоснования проектных решений, указанные в пп. 2, 4, 3, должна быть написана чернилами (допускается оформление ПЗ на компьютере). Желательно наиболее важные положения пояснительной записки (например, название глав и параграфов, нормативные и расчетные характеристики материалов, результаты подбора сечений, технико-экономические показатели и т.п.) подчеркнуть цветными карандашами.

В пояснительной записке в соответствующих разделах должны помещаться расчетные схемы конструкций, эпюры усилий, эскизы сечений элементов, сопряжений в узлах и стыках и т.п. Эскизы желательно выполнять карандашом. Кроме того, в пояснительной записке должны быть освещены вопросы защиты конструкции от гниения и возгорания, а также основные требования к их эксплуатации. В заключительной части пояснительной записки должны быть кратко освещены вопросы сборки, монтажа и изготовления основной конструкции с иллюстрацией их схематическими чертежами и указанием наиболее характерных размеров собираемых элементов и их весовых показателей.

К записке должно быть приложено задание, выданное руководителем.

Технико-экономические показатели основных несущих и ограждающих конструкций (расход древесины, фанеры, металла, клея и др. материалов) с ориентировочной стоимостью в укрупненных измерениях подсчитываются на основе спецификации материалов, составленной по чертежам и анализу принятых решений.

Пояснительная записка должна быть составлена четко и ясно, без лишних исправлений и грамматически правильно. Вся записка должна быть сшита, страницы пронумерованы, первая страница снабжается титульным листом, последняя должна быть подписана студентом.

В пояснительной записке могут быть помещены дополнительные сведения, которые найдет нужным добавить студент (например,

обоснование методов защиты от возгорания и гниения, специальные указания по эксплуатации, вид клея и т.п.).

Желательна самостоятельная исследовательская работа по углубленной разработке отдельных узлов, конструкций или их расчету, а также разработка вопросов, связанных с технико-экономическим обоснованием применения конструкций из дерева и пластмасс в современном строительстве. Указанные вопросы являются важными элементами учебно-исследовательской работы студентов (УИРС) и знакомят студентов с научным подходом при решении инженерных задач.



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СНиП II-25-80. Деревянные конструкции. Нормы проектирования [Текст]. – М.: Стройиздат, 1982.– 66 с.
2. Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80. СП 64.13330.2011 [Текст]. – М. 2011., 87 с.
3. СНиП II-23-81\*. Стальные конструкции. Нормы проектирования [Текст]. – М.: Стройиздат, 1981.
4. СНиП II-01-07-85. Нагрузки и воздействия [Текст]. – М.: Стройиздат, 1985. – 35 с.
5. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85. СП 20.13330.2011 [Текст]. – М. – 2011, 79 с.
6. Пособие по проектированию деревянных конструкций (к СНиП II-25-80) [Текст]. – М.: Стройиздат, 1986.– 215 с
7. Конструкции из дерева и пластмасс [Текст] / Э.В. Филимонов [и др.]– М.: Изд-во АСВ, 2004. – 438 с.
8. Вдовин, В.М. Проектирование клеёнощитых и клеёфанерных конструкций [Текст]: учеб. пособие / В.М. Вдовин. – Пенза: ПГУАС, 2007. – 204 с.
9. Вдовин, В.М. Проектирование ограждающих конструкций из дерева и пластмасс [Текст]: учеб. пособие / В.М. Вдовин. – 3-е изд. – Пенза: ПГУАС, 2009. – 175 с.
10. Вдовин, В.М. Проектирование промышленных деревянных ферм [Текст]: учеб. пособие / В.М. Вдовин. – Пенза: ПГУАС.
11. Вдовин, В.М. Сборник задач, практические методы их решения и контрольные вопросы для самоподготовки по курсу «Конструкции из дерева и пластмасс» [Текст]: учеб. пособие / В.М. Вдовин, В.Н. Карпов. – Пенза: ПГУАС.
12. Вдовин, В.М. Конструкции из дерева и пластмасс [Текст]: учебник / В.М. Вдовин. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 345 с.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1  
Таблица 1 П

### Вес и предельные уклоны кровли

| № п/п | Наименование кровли  | Вес, кг/м <sup>2</sup> | Предельные уклоны |        | Основание кровли |
|-------|--|------------------------|-------------------|--------|------------------|
|       |  |                        | мин.              | макс.  |                  |
| 1.    | Пароизоляция   | 2                      | -                 | -      | Сплошной настил  |
| 2.    | Трехслойная рубероидно-пергаминовая                            | 12                     | 1/14              | 1/4    | -«-              |
| 3.    | Плиты асбоцементные плоские, $\gamma = 1900 \text{ кгс/м}^3$   | 12                     | 1/12              | неогр. | Обрешетка        |
| 4.    | Плиты асбоцементные волнистые, $\gamma = 1900 \text{ кгс/м}^3$ | 15                     | 1/3               |        | -«-              |
| 5.    | Плиты асбоцементные волнистые усиленного профиля               | 22                     | 1/4               |        | Прогоны          |
| 6.    | Волнистая кровельная сталь                                     | 6                      | 1/6               | неогр. | Обрешетка        |
| 7.    | Волнистый стеклопластик, $\gamma = 1600 \text{ кгс/м}^3$       | в зависимости от       | 1/100             | - « -  | - « -            |
| 8.    | Плоский стеклопластик, $\gamma = 1600 \text{ кгс/м}^3$         | толщины листа          | 1/100             | - « -  | Обрешетка        |

Приложение 2

Таблица 2 П

Рекомендуемый сортамент пиломатериалов  
для несущих деревянных конструкций  
(применительно к ГОСТ 8486-66\*)

| Толщина, мм | Ширина, мм |     |     |     |     |     |     |
|-------------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|             | 100        | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 |
| 16          | 100        | 125 | 150 | -   | -   | -   | -   |
| 19          | 100        | 125 | 150 | 175 | -   | -   | -   |
| 25          | 100        | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 |
| 32          | 100        | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 |
| 40          | 100        | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 |
| 50          | 100        | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 |
| 60          | 100        | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 |
| 75          | 100        | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 |
| 100         | 100        | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 |
| 125         | -          | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 |
| 150         | -          | -   | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 |
| 175         | -          | -   | -   | 175 | 200 | 225 | 250 |
| 200         | -          | -   | -   | -   | 200 | 225 | 250 |

Примечание: размеры пиломатериалов хвойных пород дерева по длине установлены с градацией 0,25 м от 1 до 6,5 м.

Форма бланка задания

ФГБОУ ВПО

"ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ АРХИТЕКТУРНЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА"  
Кафедра "Строительные конструкции"

ЗАДАНИЕ

на курсовой проект по дисциплине "Конструкции из дерева и пластмасс"

Студенту \_\_\_\_\_ группы \_\_\_\_\_

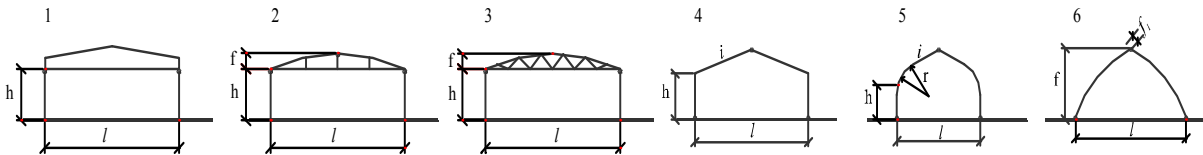
ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Разработать проект одноэтажного каркасного здания из деревянных конструкций (надземная часть)

**Назначение здания:** спортивный корпус, павильон (рынок, выставочный зал), ангар, производственное сооружение, склад (условия эксплуатации А1, А2, А3, Б1, Б2)

**Место строительства:** \_\_\_\_\_ снеговой район; \_\_\_\_\_ ветровой район.

**Схема здания:** 1, 2, 3, 4, 5, 6.



**Ширина здания в осях:** 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 36, 42, 48, 54, 60.

**Длина здания (количество шагов):** 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17.

**Шаг поперечных рам:** 3, 4, 5, 6.

**Полезная высота:** 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15.

**Тип покрытия:** холодное (без утеплителя), утепленное (тип и толщину утеплителя принимать самостоятельно без расчета)

**Тип кровли:** рулонная, металлическая плоская, металлическая профилированная, черепица, резино-битумная плитка, асбестоцементная, стеклопластиковая.

**Материалы конструктивные:** древесина: сосна, ель, лиственница, пихта сорт: 1, 2. фанера марки ФСФ, сорт В/ВВ, стеклопластик (КАСТ-В, АГ-4С, полиэфирный). ДСП, ПС.

**Конструкция поперечной рамы:** двухшарнирная рама состоящая из деревянных колонн и ригеля в виде клеёдощитой или клеёфанерной балки, арки, фермы (треугольной, трапециевидной, многоугольной, сегментной); трехшарнирная рама – клеёдощитая или клеёфанерная; трехшарнирная стрельчатая арка – клеёдощитая или клеёфанерная.

**Ограждающие конструкции покрытия:** плита ребристая с обшивками из \_\_\_\_\_, плита 3-слойная с заполнителем из пенопласта и обшивками из \_\_\_\_\_, прогон неразрезной, прогон разрезной, настил дощатый

Конструкция стен и другие данные (металл, тип фундамента и т.п.) принимаются самостоятельно без расчета

Состав расчетно-пояснительной записки

1. Компоновка конструктивной схемы и описание основных частей здания и его каркаса (связи и т.п.).
2. Расчет ограждающих конструкций.
3. Расчет основных несущих элементов поперечной рамы:
  - 3.1. Ригель;
  - 3.2. Стойки;
  - 3.3. Узлы опорные, коньковые, промежуточные монтажные.
4. Защита конструкций от воздействия окружающей среды.
5. Спецификации и ведомости расхода материалов (допускается их расположение в записке).

Расчетная часть (статические и конструктивные расчеты) выполняется вручную с последующей проверкой и подбором более эффективным методом при помощи компьютера.

## Окончание прил. 3

### Состав графической части

Объем: 1 - 1,5 листа формата А1 (допускается использование других форматов: А2 - А4)  
 Масштабы подбираются самостоятельно согласно действующих ГОСТов и с учетом наглядности чертежа и рационального заполнения листа.

Обязательный состав чертежей:

1. Схема расположения основных элементов каркаса и ограждающих конструкций (включая связи, фахверк и т.п.) с их маркировкой, привязками к разбивочным осям (план, поперечный разрез с фахверком, развертки по продольным осям). Допускается совмещение видов и схем на одном изображении
2. Расчетная схема поперечного каркаса (рамы) с указанием нагрузок, расчетных длин и усилий
3. Рабочие чертежи основных (рассчитанных) конструкций (ограждающих и несущих), их деталей и узлов
4. Рабочие чертежи узлов сопряжения и опирания несущих и ограждающих конструкций (в т.ч. – крепления связей)
5. Схемы монтажа

### ГРАФИК ВЫПОЛНЕНИЯ И ОБЪЕМ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ПРОЕКТА

| Наименование этапа                                      | Недели со дня выдачи |   |   |   |   |    |    |    |    | % от общего объема работ |
|---|----------------------|---|---|---|---|----|----|----|----|--------------------------|
|   | 1                    | 3 | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 17 |                          |
| 1.Выбор варианта конструкций и компоновка остова здания |                      |   |   |   |   |    |    |    |    | 10                       |
| 2.Проектирование ограждающих конструкций покрытия       |                      |   |   |   |   |    |    |    |    | 15                       |
| 3.Проектирование несущих конструкций каркаса здания     |                      |   |   |   |   |    |    |    |    | 30                       |
| 4.Графическое оформление проекта                        |                      |   |   |   |   |    |    |    |    | 40                       |
| 5.Оформление пояснительной записки                      |                      |   |   |   |   |    |    |    |    | 5                        |

### ЛИТЕРАТУРА

1. М.М. Гаппоев, И.М. Гуськов, Л.К. Ермоленко, В.И. Линьков, Е.Т. Серова, Б.А. Степанов, Э.В. Филимонов. Конструкции из дерева и пластмасс. Учебник. - М.: АСВ, 2004, - 440 с.
2. Конструкции из дерева и пластмасс: Методические указания к выполнению курсового проекта для студентов специальности «Промышленное и гражданское строительство» / В.М. Вдовин. - 2-е изд. – Пенза: ПГАСА, 2003. – 40 с.
3. СНиП II-25-80. Деревянные конструкции. Нормы проектирования. М.: Стройиздат, 1982. – 66 с.
4. Пособие по проектированию деревянных конструкций (к СНиП II-25-80) / ЦНИИСК им. Кучеренко. - М.: Стройиздат 1986. – 216 с.
5. СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия / Госстрой СССР. – М., ЦИТП Госстроя СССР, 1988.–36с.
6. Вдовин В.М. Проектирование клеодощатых и клефанерных конструкций: Учебное пособие. - 2-е изд., испр. – Пенза: ПГУАС, 2007. - 214 с.
7. Вдовин В.М. Проектирование ограждающих конструкций из дерева и пластмасс: Учебное пособие. – 2-е изд., доп. – Пенза: ПГАСА, 2001. - 137 с
8. Индустриальные деревянные конструкции. Примеры проектирования: Учеб. Пособие для вузов / Ю.В. Слицкоухов, И.М. Гуськов, Л.К. Ермоленко и др.; Под ред. Ю.В. Слицкоухова. - М.: Стройиздат, 1991. – 256 с.

ДАТА ВЫДАЧИ \_\_\_\_\_ РУКОВОДИТЕЛЬ ПРОЕКТА \_\_\_\_\_

## О Г Л А В Л Е Н И Е

|   |    |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ .....  | 3  |
| 1. ТЕМАТИКА, СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ КУРСОВОГО ПРОЕКТА.....                              | 4  |
| 2. ВЫБОР ТИПА ОСНОВНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И КОМПОНОВКА<br>КОНСТРУКТИВНОЙ СХЕМЫ ЗДАНИЯ..... | 5  |
| 2.1. Выбор несущих и ограждающих конструкций .....                                  | 5  |
| 2.2. проектирование каркаса здания.....   | 11 |
| 3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ .....                                     | 16 |
| 3.1. Проектирование настилов .....  | 17 |
| 3.2. Проектирование прогонов.....   | 18 |
| 3.3. Проектирование панелей.....  | 18 |
| 4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ НЕСУЩИХ<br>КОНСТРУКЦИЙ КАРКАСА ЗДАНИЯ.....      | 19 |
| 4.1. Особенности статического расчета .....   | 19 |
| 4.2. Конструктивный расчет.....   | 24 |
| 5. УИРС В КУРСОВОМ ПРОЕКТЕ.....   | 27 |
| 6. ГРАФИЧЕСКОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ПРОЕКТА .....   | 30 |
| 7. ОФОРМЛЕНИЕ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ .....                                  | 31 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....   | 33 |
| ПРИЛОЖЕНИЯ .....  | 34 |



Учебное издание

Вдовин Вячеслав Михайлович

## КОНСТРУКЦИИ ИЗ ДЕРЕВА И ПЛАСТМАСС

Методические указания к выполнению курсового проекта  
по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство»

Под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. Ю.П. Скачкова

В авторской редакции  
Верстка Н.В. Кучина

---

Подписано в печать 20.11.15. Формат 60×84/16.  
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.  
Усл. печ. л. 2,325. Уч.-изд. л. 2,5. Тираж 80 экз.  
Заказ № 409.

---

Издательство ПГУАС.  
440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28.