

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Шебзухова Татьяна Александровна

Должность: Директор Северо-Кавказского филиала

федерального университета

Дата подписания: 21.05.2025 10:50:34

Уникальный программный ключ:

d74ce93cd40e39275c3ba2f58486412a1c8ef961

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания

по выполнению практических работ

по дисциплине «Конструкции из дерева и пластмасс»

для студентов направления подготовки 08.03.01 Строительство

направленность (профиль) «Строительство зданий и сооружений»

Пятигорск, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

Практическая работа № 1. Общие сведения о конструкциях из дерева и пластмасс

Практическая работа № 2. Порядок расчета элементов конструкций. Расчет центрально-растянутого элемента

Практическая работа № 3. Расчет центрально-сжатого элемента

Практическая работа № 4. Расчет изгибаемых элементов

Практическая работа № 5. Расчет соединений элементов деревянных конструкций.

Лобовые и конструктивные врубки

Практическая работа № 6. Расчет соединений элементов деревянных конструкций.

Нагельные соединения (цилиндрические нагели)

Практическая работа № 7. Расчет составных стоек

ВВЕДЕНИЕ

Практические работы как важная составная часть курса "Конструкции из дерева и пластмасс" способствуют более глубокому пониманию действительной работы как самого материала, так и конструкций из него, облегчают оценку прочности и деформативности этих конструкций и помогают развитию навыков в проведении экспериментальных научных исследований.

В процессе выполнения практических работ студенты должны:

- провести испытание статической кратковременной нагрузкой соединений на гвоздях, нагелях, клее, составной балки на податливых связях и клеедощатой балки;
- сопоставить результаты, полученные при выполнении эксперимента с данными теоретических расчетов;
- проанализировать результаты эксперимента и теоретических расчетов, а также проверить достоверность расчетных предпосылок.

Каждую из практических работ выполняют в строго определенной последовательности и по единому образцу. Необходимо отметить, что одной из целей выполнения практических работ, близких по своей тематике, например, № 1, 2 и 3 или № 4, 5 и 6, является привитие студентам учебно-исследовательских навыков. При их выполнении следует обратить особое внимание на принципиальное отличие в характере работы родственных соединений и конструкций, дать экономическую оценку их работы и определить степень соответствия существующих расчетных положений фактическому напряженно-деформированному состоянию.

При этом необязательно все работы выполнять студентами одной и той же группы. При анализе работы можно использовать данные испытаний, проведенных смежными группами, что, в свою очередь, позволит более индивидуализировать структуру и направленность практических работ, проводимых студентами каждой группы.

При выполнении практических работ № 1 и 2 рекомендуется использовать ПЭВМ, моделируя на экране ее монитора напряженные состояния конструкций и схемы их деформирования. По результатам проведенных практических работ студенты должны составить отчеты. Выполненные и оформленные практические работы подлежат защите до или во время сдачи зачета по курсу "Конструкции из дерева и пластмасс".

Активность студентов при выполнении практических работ оценивается соответствующим баллом по рейтингу оценки знаний студента. Поэтому студент заинтересован как в проявлении своей любознательности непосредственно при проведении практических работ, так и в своевременной защите отчета по каждой работе.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1.

Тема 1. Общие сведения о конструкциях из дерева и пластмасс

Введение

При проектировании деревянных конструкций, как новых, так и в реконструируемых зданиях и сооружениях должны соблюдаться нормы СП 64.13330.2017 «Свод правил. Деревянные конструкции.».

В этой главе Строительных Норм и Правил приводятся материалы, применяемые для изготовления конструкций из дерева, их расчетные характеристики и методики расчетов элементов деревянных конструкций (центрально-растянутые, центрально-сжатые, изгибаемые, сжато-изогнутые, растянуто-изогнутые), соединений деревянных конструкций (клеевые, на врубках, на цилиндрических и пластинчатых нагелях и т.д.), основные указания по проектированию деревянных конструкций (балок, прогонов, настилов, ферм, арок, сводов, рам).

Для изготовления ДК следует применять древесину преимущественно хвойных пород. Древесину твердых лиственных пород следует использовать для нагелей, подушек и других деталей.

В зависимости от температурно-влажностных условий эксплуатации (классов условий эксплуатации) следует предъявлять требования к максимальным значениям эксплуатационной влажности древесины и учитывать зависимость ее прочности от этих значений.

ДК должны удовлетворять требованиям расчета по несущей способности (1-я группа предельных состояний) и по деформациям, не препятствующим нормальной эксплуатации (2-я группа предельных состояний), с учетом характера и длительности действия нагрузок.

ДК следует проектировать с учетом особенностей изготовления, а также условий их эксплуатации, транспортирования и монтажа.

1.1. Порядок определения расчетного сопротивления древесины Расчетное сопротивление, принимаемое в расчет, определяется согласно п. 3.1 СНИП II-25-80. Различным напряженным состояниям соответствуют различные расчетные сопротивления. Они могут значительно отличаться, иногда на порядок. Например, расчетное сопротивление изгибу сосны 2-го сорта имеет значение 13 МПа, а расчетное сопротивление скалыванию вдоль волокон при изгибе неклеёных элементов сосны 2-го сорта имеет значение 1,6 МПа. Для сосны, ели и лиственницы (европейской и японской) расчетные сопротивления всех напряженных состояний и сортов древесины приведены в таблице 3 СНИПа. Как правило, в деревянных конструкциях используются три сорта древесины 1, 2, 3.

Расчетные сопротивления других пород устанавливаются путем умножения величин, приведенных в таблице 3 расчетных сопротивлений, на коэффициент, учитывающий породу древесины $m_{п}$, принимаемый по таблице 4. Кроме этого коэффициента при определении расчетного сопротивления необходимо учитывать и другие коэффициенты в зависимости от тех или иных условий:

m_e – коэффициент условий работы, учитывающий температурно-влажностные условия эксплуатации конструкции (таблица 5), предварительно определив группу по условиям эксплуатации (табл. 1);

m_t – коэффициент, учитывающий повышенную температуру эксплуатации конструкции (п.3.2.б);

m_d – коэффициент длительности воздействия нагрузок (п.3.2.в);

m_n – коэффициент, учитывающий кратковременность воздействия нагрузок (таблица 6);

m_6 – коэффициент, учитывающий высоту сечения клееных элементов (таблица 7);

$m_{сл}$ – коэффициент, учитывающий толщину слоев клееных элементов (таблица 8);

$m_{гн}$ – коэффициент, учитывающий относительную кривизну гнутого элемента (таблица 9);

m_o – коэффициент, учитывающий ослабление в расчетном сечении (п.3.2.и); m_a – коэффициент, учитывающий снижение расчетного сопротивления

древесины за счет глубокой пропитки антипиренами под давлением (п.3.2.к).

Расчетные сопротивления фанеры приведены в таблице 10. В необходимых случаях к ним также применяются описанные коэффициенты.

Окончательное значение расчетного сопротивления определяется с учетом всех имеющих место коэффициентов. Для каждого конкретного случая выбираются необходимые коэффициенты.

Пример

Определить расчетное сопротивление растяжению вдоль волокон бруса из березы 2-го сорта для конструкции, эксплуатирующейся на открытом воздухе во влажной зоне.

Решение

1) Учет температурно-влажностных условий эксплуатации конструкции.

По таблице 1 определяем температурно-влажностные условия эксплуатации конструкции. Наши исходные данные соответствуют температурно-влажностным условиям эксплуатации В3 (согласно СП 64.13330.2017).

Таблица 1

Температурно-влажностные условия эксплуатации	Характеристика условий эксплуатации конструкций	Максимальная влажность древесины для конструкций, %	
		из клееной древесины	из неклееной древесины
A1	Внутри отапливаемых помещений при температуре до 35°C, относительной влажности воздуха, %		
	До 60	9	20
	Св. 60 до 75	12	20
A2	" 75 " 95	15	20
B1	Внутри неотапливаемых помещений		
	В сухой зоне	9	20
	В нормальной зоне	12	20
B2	В сухой и нормальной зонах с постоянной влажностью в помещении более 75% и во влажной зоне	15	25
B3	На открытом воздухе		
	В сухой зоне	9	20
	В нормальной зоне	12	25
B3	Во влажной зоне	15	25
Г1	В частях зданий и сооружений		
	Соприкасающихся с грунтом или находящихся в грунте	-	25
	Постоянно увлажняемых	-	Не ограничивается
Г2	Находящихся в воде	-	То же
Г3			

Примечания: 1. Применение клееных деревянных конструкций в условиях эксплуатации А1 при относительной влажности воздуха ниже 45% не допускается.

2. В неклееных конструкциях, эксплуатируемых в условиях В2, В3, когда усушка древесины не вызывает расстройств или увеличения податливости соединений, допускается применять древесину с влажностью до 40% при условии ее защиты от гниения.

По таблице 5 для условий эксплуатации В3 определяем коэффициент $m_e = 0,85$.

Таблица 5

Условия эксплуатации (по табл.1)	Коэффициент m_B
A1, A2, B1, B2	1
A3, B3, B1	0,9
B2, B3, Г1	0,85
Г2, Г3	0,75

2) Учет породы древесины.

По таблице 4 для породы береза и для напряженного состояния - растяжение определяем коэффициент $m_{II}=1,1$.

3) По таблице 3 определяем расчетное сопротивление сосны, ели, лиственницы 2-го сорта (п. 2а) $R_p=7\text{МПа}$ (70 кг/см^2).

Таблица 4

Древесные породы	Коэффициент m_B для расчетных сопротивлений		
	растяжению, изгибу, сжатию и смятию вдоль волокон $R_p, R_{II}, R_c, R_{ок}$	сжатию и смятию поперек волокон $R_{сж}, R_{окж}$	скалыванию $R_{ок}$
Хвойные			
1. Лиственница, кроме европейской и японской	1,2	1,2	1
2. Кедр сибирский, кроме Красноярского края	0,9	0,9	0,9
3. Кедр Красноярского края, сосна веймутова	0,65	0,65	0,65
4. Пикта	0,8	0,8	0,8
Твердые лиственные			
5. Дуб	1,3	2	1,3
6. Ясень, клен, граб	1,3	2	1,6
7. Акация	1,5	2,2	1,8
8. Береза, бук	1,1	1,6	1,3
9. Вяз, ильм	1	1,6	1
Мягкие лиственные			
10. Ольха, липа, осина, тополь	0,8	1	0,8

Примечание. Значения коэффициента m_{II} , указанные в таблице для конструкций опор воздушных линий электропередачи, изготавливаемых из непропитанной антисептиками лиственницы (при влажности 25%), умножаются на коэффициент 0,85.

Таблица 3

Напряженное состояние и характеристики элементов	Обозначение	Расчетные сопротивления, $\frac{\text{МПа}}{\text{кгс/см}^2}$		
		для сортов древесины		
		1	2	3
1. Изгиб, сжатие и смятие вдоль волокон:				
а) элементы прямоугольного сечения (за исключением указанных в подпунктах "б"; "в") высотой до 50 см	$R_{II}, R_c, R_{ок}$	14 ----- 140	13 ----- 130	8,5 ----- 85
б) элементы прямоугольного сечения шириной св.11 до 13 см при высоте сечения св.11 до 50 см	$R_{II}, R_c, R_{ок}$	15 ----- 150	14 ----- 140	10 ----- 100
в) элементы прямоугольного сечения шириной св.13 см при высоте сечения св.13 до 50 см (см. табл.7)	$R_{II}, R_c, R_{ок}$	16 ----- 160	15 ----- 150	11 ----- 110
г) элементы из круглых лесоматериалов без врезок в расчетном сечении	$R_{II}, R_c, R_{ок}$	-	16 ----- 160	10 ----- 100
2. Растяжение вдоль волокон:				
а) клеенные элементы	R_p	10 ----- 100	7 ----- 70	-
б) клеенные элементы	R_p	12 ----- 120	9 ----- 90	-

Окончательно устанавливаем расчетное сопротивление соответствующее заданной

породе (береза), сорту (2-й) и условиям эксплуатации (на открытом воздухе во влажной зоне) используя найденные коэффициенты
 $R_p = 7 \cdot 0,85 \cdot 1,1 = 6,545 \text{ МПа}$ ($65,45 \text{ кг/см}^2$).

Далее самостоятельно определить расчетное сопротивление по варианту при следующих исходных данных:

Таблица 1

Исходные данные для самостоятельного решения по занятию №1

№ вар-та	Вид напряженного состояния, сечение (высота x ширина)	Древесина		Условия эксплуатации	
		порода	сорт		
1	Растяжение вдоль волокон неклееных элементов	сосна	1	Внутри отапливаемых помещений при температуре до 35 ⁰ С, относительной влажности воздуха	до 60 %
2		ель	2		свыше 60% до 75%
3		Кедр сибирский	1		свыше 75% до 95%
4	Изгиб, брус (125x100)	Пихта	1	Внутри неотапливаемых помещений	В сухой зоне
5		Дуб	2		в нормальной зоне
6		Ясень	3		во влажной зоне
7	Сжатие, брус (100x75)	Клен	1	На открытом воздухе	В сухой зоне
8		Граб	2		в нормальной зоне
9		Акация	3		во влажной зоне
10	Скалывание влоь волокон при изгибе неклееныхэлементов	Береза	1	Внутри отапливаемых помещений при температуре до 35 ⁰ С, относительной влажности воздуха	до 60 %
11		Бук	2		свыше 60% до 75%
12		Вяз	3		свыше 75% до 95%
13	Растяжение вдоль волокон неклееных элементов	Ольха	1	Внутри неотапливаемых помещений	в сухой зоне
14		Липа	2		в нормальной зоне
15		Осина	1		во влажной зоне
16	Изгиб, брус (125x100)	сосна	1	На открытом воздухе	в сухой зоне
17		ель	2		в нормальной зоне
18		Кедр сибирский	3		во влажной зоне
19	Сжатие, брус (100x75)	Пихта	1	Внутри отапливаемых помещений при температуре до 35 ⁰ С, относительной влажности воздуха	до 60 %
20		Дуб	2		свыше 60% до 75%
21		Ясень	3		свыше 75% до 95%
22	Растяжение вдоль волокон неклееных элементов	Клен	1	Внутри неотапливаемых помещений	В сухой зоне
23		Граб	2		В нормальной зоне
24		Акация	2		во влажной зоне
25	Изгиб, брус (125x100)	Береза	1	На открытом воздухе	В сухой зоне
26		Бук	2		В нормальной зоне
27		Вяз	3		во влажной зоне
28	Сжатие, брус (100x75)	Ольха	1	Внутри отапливаемых помещений при температуре до 35 ⁰ С, относительной влажности воздуха	до 60 %
29		Липа	2		свыше 60% до 75%
30		Осина	3		свыше 75% до 95%

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

Тема 2. Работа и расчет элементов деревянных и пластмассовых конструкций

В практике проектирования встречаются два вида задач:

- задача подбора сечения;
- задача проверки сечения.

Решение обоих видов задач можно описать следующим алгоритмом.

Подбор сечения	Проверка сечения
1. Сбор нагрузок	
2. Статический расчет и определение действующих усилий в элементах	
3. Определение всех необходимых коэффициентов и расчетных сопротивлений	
4. Определение требуемых характеристик сечения	
5. Выбор сечения по сортаменту и уточнение размеров сечения	
6. Вычисление геометрических характеристик для заданного или выбранного сечения элемента	
7. Проверка сечения элемента по двум предельным состояниям - по несущей способности (прочность, устойчивость и т.д.) - по деформациям	
8. При недостаточности несущей способности или жесткости изменение сечения и повторное выполнение алгоритма с п.6	8. Вывод о соответствии предельным состояниям (достаточности несущей способности, жесткости) проверяемого элемента

Использование этого алгоритма рассматривается далее на примерах расчетов. Основные особенности расчетов описываются в начале каждого занятия, далее приводится пример решения той или иной задачи по вышеописанному алгоритму.

2.1. Расчет центрально-растянутого элемента.

Проверка несущей способности растянутого элемента согласно п. 4.1

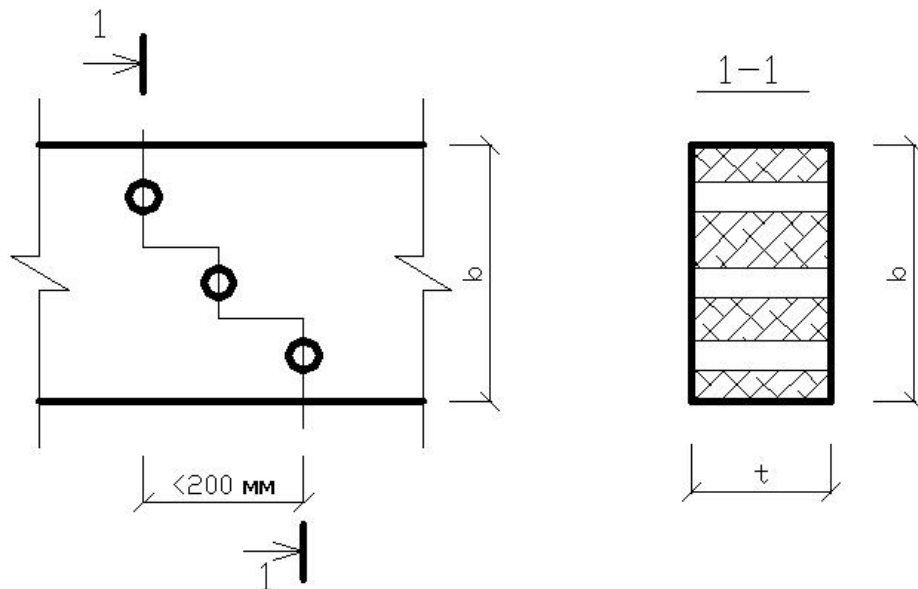
СНиП II-25-80 производится по формуле

$$\sigma = N / F_{нт} \leq R_p, \quad (1)$$

где N - действующее усилие растяжения в элементе,

$F_{нт}$ – площадь сечения нетто (площадь сечения за вычетом ослаблений). Для центрально-растянутых элементов ослабления, расположенные на участке длиной до 200 мм совмещают в одном сечении (рис.1).

Рис. 1. Совмещение ослаблений в сечении растянутого элемента.



Пример

Подобрать сечение стержня, в котором действует растягивающее усилие $N=12000$ кг. Стержень имеет одно ослабление отверстием диаметром 10 мм просверленное в широкой пласти (большой размер сечения). Материал – пихта 2-го сорта. Конструкция эксплуатируется на открытом воздухе во влажной зоне.

Решение

По условию задачи действующее усилие в рассчитываемом элементе задано, следовательно, первые два пункта (сбор нагрузок и статический расчет и определение действующих усилий в элементах) алгоритма опускаем.

3. Определение всех необходимых коэффициентов и расчетных сопротивлений Учет температурно-влажностных условий эксплуатации конструкции.

По таблице 1 определяем температурно-влажностные условия эксплуатации конструкции. Наши исходные данные соответствуют температурно-влажностным условиям эксплуатации В3. По таблице 5 для условий эксплуатации В3 определяем коэффициент $m_e = 0,85$.

Учет породы древесины.

По таблице 4 для породы пихта и для напряженного состояния - растяжение определяем коэффициент $m_{п}=0,8$.

По таблице 3 определяем расчетное сопротивление сосны, ели, лиственницы 2-го сорта (п. 2а) $R_p=7\text{МПа}$ (70 кг/см^2).

По пункту 3.2 (и) СНиП II-25-80 для растянутых элементов с ослаблением в расчетном сечении учитываем коэффициент $m_0=0,8$.

и) для растянутых элементов с ослаблением в расчетном сечении и изгибаемых элементов из круглых лесоматериалов с подрезкой в расчетном сечении - на коэффициент $m_0=0,8$.

Окончательно устанавливаем расчетное сопротивление соответствующее заданной породе (пихта), сорту (2-й сорт), растянутый элемент с ослаблением в расчетном сечении и условиям эксплуатации (на открытом воздухе во влажной зоне), используя найденные коэффициенты:

$$R_p = 7 \cdot 0,85 \cdot 0,8 \cdot 0,8 = 3,808 \text{ МПа (38,08 кг/см}^2\text{)}.$$

4. Определение требуемых характеристик сечения

Преобразуя формулу проверки несущей способности (1) относительно $F_{нт}$, получаем соотношение для нахождения требуемой площади сечения

$$F_{нт} = N/R_p.$$

Подставляя известные значения, получаем $F_{нт} = 12000/38,08 = 315,1 \text{ см}^2$. Для выбора из сортамента пиломатериалов (см. приложение 1) необходимого сечения находим длину стороны квадратного сечения с площадью $315,1 \text{ см}^2$.

$$a = \sqrt{315,1} = 17,75 \text{ см.}$$

Теперь можно выбрать ширину бруса исходя из рекомендованных значений сортаментом, например 17,5 см. Затем минимальную высоту сечения бруса $315,1/17,5 = 18 \text{ см}$. В сортаменте наибольшее ближайшее значение 20 см. Принимаем сечение бруса $20 \times 17,5 \text{ см}$.

Для облегчения выбора в таблице 1 приложения приведены площади стандартных сечений пиломатериалов по ГОСТ 24454-80*. В таблице необходимо найти значение равного или несколько большего значения требуемой площади и записать толщину и ширину пиломатериала. В нашем случае по значению площади $315,1 \text{ см}^2$ можно выбрать брус сечением $150 \times 225 (337,5 \text{ см}^2)$ или сечением $200 \times 175 \text{ мм (350 см}^2\text{)}$.

6. Вычисление геометрических характеристик для выбранного сечения элемента.

Необходимые геометрические характеристики в данном случае - это площадь $F_{нт} = F_{бр} - F_{осл}$.

$$F_{бр} = 20 \times 17,5 = 350 \text{ см}^2; F_{осл} = 1 \times 17,5 = 17,5 \text{ см}^2; F_{нт} = 350 - 17,5 = 332,5 \text{ см}^2.$$

7. Проверка несущей способности сечения элемента.

$$\sigma = N/F_{нт} = 12000/332,5 = 36,09 \text{ кг/см}^2 < 38,08 \text{ кг/см}^2 = R_p$$

8. Вывод: Принимаем сечение $200 \times 175 \text{ мм}$.

Подобрать сечение стержня, в котором действует растягивающее усилие

N. Сечение имеет ослабление отверстиями в более широких пластьях.

Таблица 2

Исходные данные для самостоятельного решения по занятию №2

Номер вар-та	№ (кг)	Ослабления		Материал		Условия эксплуатации	
		число	диаметр (см)	порода	сорт		
1	8000	2	1.2	пихта	1	на открытом воздухе	в сухой зоне
2	10000	2	1.4	пихта	2		в сухой зоне
3	12000	2	1.6	пихта	1		в сухой зоне
4	14000	2	1.8	лиственница	2		в сухой зоне
5	15000	1	2	лиственница	1		в нормальной зоне
6	18000	1	1.2	лиственница	2		в нормальной зоне
7	20000	1	1.4	лиственница	1		в нормальной зоне
8	9000	2	1.2	ель	2		во влажной зоне
9	11000	1	1.6	ель	1		во влажной зоне
10	13000	0		ель	2		во влажной зоне
11	15000	1	1.2	сосна	1	Внутри не отопливаемых помещений	в сухой зоне
12	17000	1	1.2	сосна	2		в сухой зоне
13	19000	0		сосна	1		в сухой зоне
14	21000	0		сосна	2		в сухой зоне
15	7000	2	2.2	осина	1		во влажной зоне
16	8000	2	2	осина	2		во влажной зоне
17	9000	2	1.8	осина	2		во влажной зоне
18	10000	2	1.6	осина	1		во влажной зоне
19	11000	2	1.4	липа	2		в нормальной зоне
20	12000	1	1.2	липа	1		в нормальной зоне
21	13000	1	1.8	тополь	2	Внутри отапливаемых помещений при температуре до 35 ⁰ С, относительной влажности воздуха	свыше 75 до 95%
22	14000	1	1.6	тополь	1		свыше 75 до 95%
23	15000	1	1.4	береза	2		свыше 75 до 95%
24	16000	1	1.2	береза	1		свыше 60 до 75%
25	17000	1	1.2	береза	2		свыше 60 до 75%
26	18000	0		береза	1		свыше 60 до 75%
27	19000	0		дуб	2		свыше 60 до 75%
28	20000	0		дуб	1		до 60%
29	21000	0		дуб	2		до 60%
30	22000	0		дуб	1		до 60%

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

Тема 3. Расчет центрально-сжатого элемента

Проверка несущей способности центрально-сжатого элемента (постоянного и цельного сечения) согласно п. 4.2 СНиП II-25-80 производится по формулам:

По прочности:

$$\sigma = N/F_{нт} R_c . \quad (2)$$

$$\sigma = N/(j F_{расч}) R_c , \quad (3)$$

где N - действующее усилие сжатия в элементе,

$F_{нт}$ - площадь сечения нетто (площадь сечения за вычетом ослаблений),

$F_{расч}$ - расчетная площадь сечения,

j - коэффициент продольного изгиба.

Определение расчетной площади поперечного сечения элемента $F_{расч}$.

$F_{расч}=F_{бр}$	$F_{расч}=4/3F_{нт}$	$F_{расч}=F_{нт}$	Расчет как внецентренно- сжатого элемента
- если нет ослаблений; - если ослабления не выходят на кромку и $F_{осл} \leq 0,25F_{бр}$	- если ослабления не выходят на кромку и $F_{осл} > 0,25F_{бр}$	- если ослабления симметричные и выходят на кромку	- если ослабления не симметричные и выходят на кромку

Определение коэффициента продольного изгиба для элементов из древесины:

- при гибкости элемента $l \leq 70$ $j = 1 - 0,8(l/100)^2$;
- при гибкости элемента $l > 70$ $j = 3000/(l)^2$.

Гибкость элементов цельного сечения определяется по формуле $l = l_0/r$, и не должна превышать предельно допустимого по СНиП значения $[\lambda] = 120$,

где: l_0 - расчетная длина элемента, равная $l_0 = l \cdot m$ (геометрической длине элемента на коэффициент приведения длины, при шарнирном закреплении, $m=1$, при других вариантах закрепления концов стержня см. п.4.21 СНиП II-25- 80);

r - радиус инерции сечения элемента.

Радиус инерции - это геометрическая характеристика сечения, равная

$$r = \sqrt{J/F}$$

Для прямоугольного сечения, высотой h , радиус инерции приближенно равен $r = 0,289 \cdot h$, круглого сечения радиусом R - $r = 0,25 \cdot R$.

Пример

Проверить сечение 15х20 см брусчатой стойки длиной $l = 4$ м с шарнирно закрепленными концами, не имеющее ослаблений. В стойке действует сжимающая сила $N = 12000$ кг. Материал – клен 3-го сорта. Условия эксплуатации - на открытом воздухе во влажной зоне.

Решение

По условию задачи действующее усилие в рассчитываемом элементе задано, следовательно, первые два пункта (сбор нагрузок и статический расчет, т.е. определение действующих усилий в элементах) алгоритма опускаем.

3. Определение всех необходимых коэффициентов и расчетных сопротивлений Учет температурно-влажностных условий эксплуатации конструкции.

По таблице 1 определяем температурно-влажностные условия эксплуатации конструкции. Наши исходные данные соответствуют температурно-влажностным условиям эксплуатации В3. По таблице 5 для условий эксплуатации В3 определяем коэффициент $m_b = 0,85$.

Учет породы древесины.

По таблице 4 для клена и для напряженного состояния - сжатие определяем коэффициент $m_n = 1,3$.

По таблице 3 определяем расчетное сопротивление сжатию сосны, ели, лиственницы 3-го сорта (п. 1в) $R_c = 11 \text{ МПа}$ (110 кг/см^2).

Окончательно устанавливаем расчетное сопротивление соответствующее заданной породе (клен), сорту (3-й) и условиям эксплуатации (на открытом воздухе во влажной зоне) используя найденные коэффициенты:

$$R_c = 11 \cdot 0,85 \cdot 1,3 = 12,155 \text{ МПа} \text{ (} 121,55 \text{ кг/см}^2 \text{)}.$$

4-й и 5-й пункты алгоритма расчета при проверке сечения отсутствуют.

6. Вычисление геометрических характеристик для проверяемого сечения элемента.

Необходимые геометрические характеристики в данном случае - это площадь $F_{\text{ср}} = 15 \cdot 20 = 300 \text{ см}^2$ и минимальный радиус инерции $r = 0,289 \cdot 15 = 4,335 \text{ см}$., принимаемый по меньшей из сторон рассматриваемого сечения.

7. Проверка несущей способности сечения элемента.

Вычисляем максимальную гибкость $l = l_0/r = 400/4,335 = 92,3 < 120 = [l]$ и коэффициент продольного изгиба $j = 3000/l^2 = 3000/(92,3)^2 = 0,35$. Далее несущую способность по формуле $N/(j \cdot F_{\text{расч}}) \cdot R_c$,

$$\sigma = N/(j \cdot F_{\text{расч}}) = 12000/(0,35 \cdot 300) = 114,3 \text{ (кг/см}^2 \text{)} < 121,55 \text{ (кг/см}^2 \text{)} = R_c.$$

8. Вывод: Проверяемое сечение 15х20 см обладает достаточной несущей способностью.

Данные для самостоятельного решения.

Проверить сечение стойки из бруса размерами $b \cdot h$ или бревна диаметром d (если указан диаметр d - бревно, если указаны размеры b и h - брус) длиной L загруженной сжимающей силой N . Стойка шарнирно-закрепленна с обеих сторон. Ослабления - отверстия соответствующего диаметра, просверлены в более широких пластьях.

Таблица 3

Исходные данные для самостоятельного решения по занятию №3

Номер вар-та	N (кг)	Ослабления		L (м)	сечение (см)			Материал		Условия эксплуатации	
		число	диаметр (см)		b	h	d	порода	сорт		
1	800	0		5	10	10		сосна	3	На открытом воздухе	в сухой зоне
2	1500	1	2.8	4.5	10	12		сосна	2		в сухой зоне
3	2500	0		4	10	14		сосна	1		в нормальной зоне
4	2500	1	2.6	3.5	10	16		сосна	3		в нормальной зоне
5	7000	0		3	12	14		сосна	2		во влажной зоне
6	3000	1	2	5	12	16		ель	1		во влажной зоне
7	3000	0		4.5	12	18		ель	3	В частях зданий и сооружений	соприкасающихся с грунтом
8	8500	2	1.8	4	15	15		ель	2		соприкасающихся с грунтом
9	8500	0		3.5	14	14		ель	1		постоянно увлажняемых
10	7500	1	3.2	3	14	16		ель	3		находящихся в воде
11	5000	0		5	14	18		осина	2	Внутри неотапливаемых помещений	в сухой зоне
12	6500	2	2.4	4.5	14	20		осина	1		в сухой зоне
13	6500	0		4	16	16		осина	3		в сухой зоне
14	16000	2	1.6	3.5	16	18		осина	2		в сухой зоне
15	8000	0		5	16	20		осина	1		во влажной зоне
16	9000	2	2.4	4.5			20	береза	3		во влажной зоне
17	28000	1	1.4	4			22	береза	2		во влажной зоне
18	40000	2	3.2	3.5			24	береза	1		во влажной зоне
19	35000	1	1.6	3			24	береза	3		в нормальной зоне
20	8500	2	1.2	5			18	береза	2		в нормальной зоне
21	4000	2	2.6	5	12	16		дуб	1	На открытом воздухе	в сухой зоне
22	4000	1	1.2	4.5	12	18		дуб	3		в сухой зоне
23	10000	2	2.4	4	15	15		дуб	2		во влажной зоне
24	12000	1	1.4	3.5	14	14		дуб	1		во влажной зоне
25	12000	2	1.8	3	14	16		дуб	3		в сухой зоне
26	14000	1	2.6	5			20	клен	2		в сухой зоне
27	25000	2	2.6	4.5			22	клен	1		в нормальной зоне
28	25000	1	3.2	4			24	клен	3		в нормальной зоне
29	47000	2	2.4	3.5			24	клен	2		во влажной зоне
30	25000	1	2	3			18	клен	1		во влажной зоне

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

Тема 4. Расчет изгибаемых элементов (изгибаемых, сжато-изогнутых и внецентренно-сжатых, растянуто-изгибаемых и внецентренно-изгибаемых)

Расчет изгибаемого элемента по предельному состоянию первой группы производится по формулам:

на прочность по нормальным напряжениям (согласно п. 4.9 СНиП II-25-80)

$$\sigma = M/W_{расч} R_u, \quad (4)$$

на прочность по касательным напряжениям (согласно п. 4.10 СНиП II-25-80)

$$\tau = (QS_{бр})/(J_{бр}b_{расч}) R_{ск}, \quad (5)$$

где: M - расчетный изгибающий момент в элементе,

$W_{нт}$ - площадь сечения нетто (площадь сечения за вычетом ослаблений),

$W_{расч}$ - расчетный момент сопротивления поперечного сечения (для цельного сечения, $W_{расч} = W_{нт}$);

$W_{нт}$ - площадь сечения нетто (ослабления сечения, расположенные на участке до 200 мм, должны совмещаться в одном сечении);

Q - расчетная перерезывающая сила в элементе;

S - статический момент сечения; $J_{бр}$ -

момент инерции сечения; $b_{расч}$ -

расчетная ширина сечения;

R_u - расчетное сопротивление изгибу;

$R_{ск}$ - расчетное сопротивление скалыванию.

Расчет изгибаемого элемента по второй группе предельных состояний производится по формуле:

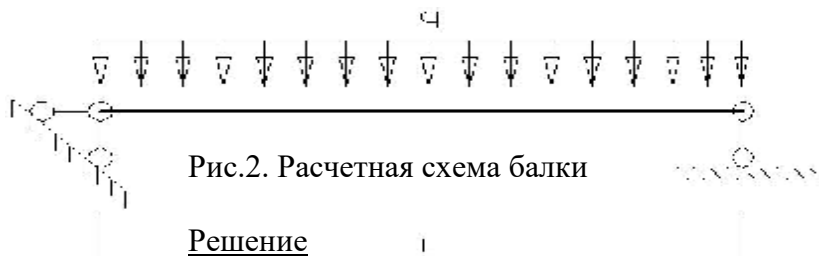
$$f/l \leq [f/l], \quad (6)$$

где f/l относительный прогиб элемента, определяемый по параметрам поперечного сечения,

$[f/l]$ допускаемый относительный прогиб, принимаемый по таблице 16 СНиП II-25-80.

4.1 Пример

Проверить прочность и жесткость брусчатой балки пролетом 2,25 м сечением 7,5 х 10,0 см, без ослаблений изгибаемой в направлении большего размера расчетной равномерной погонной нагрузкой $q = 125 \text{ кН/м}$ (нормативная нагрузка 0,75 от расчетной), с шарнирно закрепленными концами. Материал – пихта 2-го сорта. Условия эксплуатации - на открытом воздухе во влажной зоне.



1. Пункт сбор нагрузок для нашей задачи опускаем, т.к. эти нагрузки заданы.

2. Статический расчет.

По условию задачи имеем расчетную схему однопролетной шарнирно опертой балки, загруженной равномерно распределенной нагрузкой. Для такой расчетной схемы максимальный момент в середине балки и равен $M = ql^2/8$, перерезывающая сила максимальна на опоре и равна $Q = ql/2$, максимальный

относительный прогиб в середине балки и равен $f/l = (5q^H l^3)/(384EJ)$. Численные значения этих величин равны:

$$M = ql^2/8 = 125 \cdot 2,25^2/8 = 79,1016 \text{ кг} \cdot \text{м} = 7910,16 \text{ кг} \cdot \text{см},$$

$$Q = ql/2 = 125 \cdot 2,25/2 = 140,625 \text{ кг},$$

3. Определение всех необходимых коэффициентов и расчетных сопротивлений Учет температурно-влажностных условий эксплуатации конструкции.

По таблице 1 определяем температурно-влажностные условия эксплуатации конструкции. Наши исходные данные соответствуют температурно-влажностным условиям эксплуатации В3. По таблице 5 для условий эксплуатации В3 определяем коэффициент $m_b = 0,85$.

Учет породы древесины.

По таблице 4 для пихты и для напряженного состояния – изгиб определяем коэффициент $m_n = 0,8$, для скалывания $m_n = 0,8$.

По таблице 3 определяем расчетное сопротивление сжатию сосны, ели, лиственницы 2-го сорта (п. 1а) $R_u = 13 \text{ МПа}$ (130 кг/см^2) и расчетное сопротивление скалыванию вдоль волокон (п. 5а) $R_{ск} = 1,6 \text{ МПа}$ (16 кг/см^2).

Окончательно устанавливаем расчетное сопротивление, соответствующее заданной породе (пихта), сорту (2) и условиям эксплуатации (на открытом воздухе во влажной зоне), используя найденные коэффициенты:

$$R_u = 13 \cdot 0,85 \cdot 0,8 = 8,84 \text{ МПа} (88,4 \text{ кг/см}^2),$$

$$R_{ск} = 1,6 \cdot 0,85 \cdot 0,8 = 1,088 \text{ МПа} (10,88 \text{ кг/см}^2).$$

4-й и 5-й пункты алгоритма расчета при проверке сечения отсутствуют.

6. Вычисление геометрических характеристик для проверяемого сечения элемента.

Необходимые геометрические характеристики в данном случае это:

$$W_{расч} = bh^2/6 = 7,5 \cdot 100/6 = 125 \text{ см}^3, J_{бр} = bh^3/12 = 7,5 \cdot 1000/12 = 625 \text{ см}^3,$$

$$S = bh^2/8 = 7,5 \cdot 100/8 = 93,75 \text{ см}^3.$$

7. Проверки двух предельных состояний изгибаемого элемента. Проверяем

нормальные напряжения по формуле $S_u = M/W_{расч} R_u$,
 $S_u = 7910,16/125 = 63,28 \text{ (кг/см}^2\text{)} < 88,4 \text{ (кг/см}^2\text{)} = R_u$.

Проверяем касательные напряжения по формуле $t_{ск} = (QS)/(J_{бр} b_{расч}) R_{ск}$,
 $t_{ск} = (140,625 \cdot 93,75)/(625 \cdot 7,5) = 2,81 \text{ (кг/см}^2\text{)} < 10,88 \text{ (кг/см}^2\text{)} = R_{ск}$.

Проверяем жесткость (второе предельное состояние) по формуле

$$\frac{f/l}{[f/l]} = \frac{(5q^H l^3)/(384EJ)}{[f/l]} = \frac{(5 \cdot 125 \cdot 2,25^3 \cdot 10^4)/(384 \cdot 100000 \cdot 625)}{[f/l]} = \frac{71191406,25/24000000000}{[f/l]} = 1/337.$$

$f/l = 1/337 < 1/200 = [f/l]$. Здесь $[f/l] = 1/200$ (для прогонов и стропильных ног покрытия, таблица 16 п. 3а).

8. Вывод: Проверяемое сечение 7,5х10,0 см обладает достаточной несущей способностью и жесткостью.

Данные для самостоятельного решения.

Проверить прочность брусчатого стержня пролетом L, сечением bхh, (круглого диаметром d) без ослаблений. Брус изгибается в направлении большего размера сечения равномерной нагрузкой q (см. рис. 2.).

Таблица 4

Исходные данные для самостоятельного решения по занятию №4

Номер вар-та	q (кг/м)	L (м)	сечение (см)			Материал		Условия эксплуатации	
			b	h	d	порода	сорт		
1	200	2	10	12		сосна	1	внутри отапливаемых помещений при температуре 30°С, относительной влажности воздуха	до 60%
2	250	2.5	10	14		сосна	2		до 60%
3	300	3	10	16		сосна	3		до 60%
4	350	3.5	10	18		ель	1		свыше 60 до 75%
5	400	4	10	20		ель	2		свыше 60 до 75%

6	50	4.5	10	22		ель	3		свыше 60 до 75%
7	100	5	12	12		лиственница	1		свыше 75 до 95%
8	150	5.5	12	14		лиственница	2		свыше 75 до 95%
9	200	6	12	16		лиственница	3		свыше 75 до 95%
10	250	5.5	12	18		береза	1		свыше 75 до 95%
11	100	5	12	20		береза	2	Внутри не отапливаемых помещений	в сухой зоне
12	200	4.5	12	22		береза	3		в сухой зоне
13	250	4	14	10		пихта	1		в сухой зоне
14	300	3.5	14	12		пихта	2		в нормальной зоне
15	350	3	14	14		пихта	3		в нормальной зоне
16	400	2.5	14	16		дуб	1		в нормальной зоне
17	450	2	14	18		дуб	2		во влажной зоне
18	200	2.5	14	20		дуб	3		во влажной зоне
19	100	3	14	22		осина	1		во влажной зоне
20	150	3.5	16	12		осина	2	на открытом воздухе	в сухой зоне
21	100	4	16	14		осина	3		в сухой зоне
22	200	4.5	16	16		липа	2		в сухой зоне
23	250	5		22		липа	2		в нормальной зоне
24	300	5.5		24		липа	3		в нормальной зоне
25	150	6		28		клен	2		в нормальной зоне
26	50	3	10	12		клен	2		во влажной зоне
27	100	3.5	10	14		клен	3		во влажной зоне
28	150	4	10	16		сосна	2		во влажной зоне
29	200	4.5	10	18		сосна	2		во влажной зоне
30	250	5	10	20		сосна	3		во влажной зоне

Расчет внецентренно-растянутого и растянуто-изгибаемого элемента по предельному состоянию первой группы производится по формуле (согласно п. 4.16 СНиП II-25-80):

$$\sigma = N/F_{расч} + (MR_p)/(W_{расч}R_u) R_p , \quad (7)$$

где: N - действующее усилие растяжения в элементе;

M - расчетный изгибающий момент в элементе;

$F_{расч}$ - площадь расчетного сечения нетто;

$W_{нт}$ - площадь сечения нетто (площадь сечения за вычетом ослаблений);

$W_{расч}$ - расчетный момент сопротивления поперечного сечения (для цельного сечения ,

$W_{расч} = W_{нт}$;

$W_{нт}$ - площадь сечения нетто (ослабления сечения, расположенные на участке до 200 мм, должны совмещаться в одном сечении);

R_u - расчетное сопротивление изгибу;

R_p - расчетное сопротивление растяжению.

4.2 Пример

Проверить прочность брусчатого стержня пролетом 2,25 м сечением 7,5 х 10,0 см без ослаблений, изгибаемого в направлении большего размера расчетной равномерной погонной нагрузкой $q = 125$ кг/м и растягиваемого усилием $N_p = 1000$ кг (стержень шарнирно закреплен по концам). Материал – пихта 2-го сорта. Условия эксплуатации - на открытом воздухе во влажной зоне.

Решение

1. Пункт сбор нагрузок для нашей задачи опускаем, т.к. эти нагрузки заданы.

2. Статический расчет.

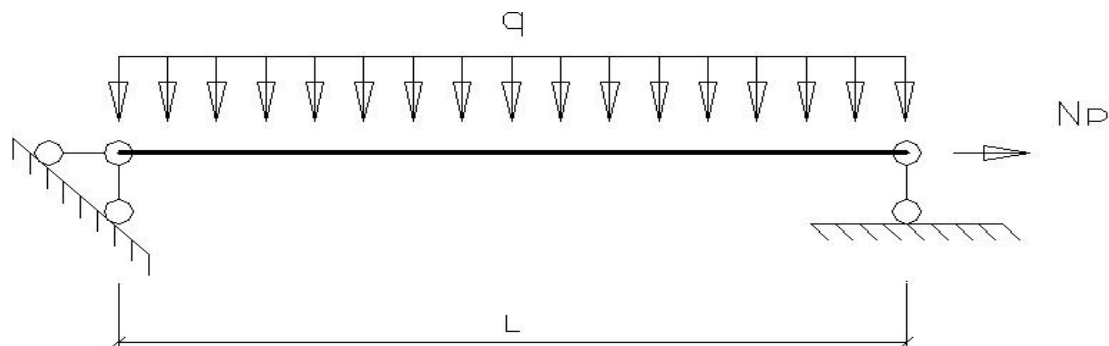


Рис.3. Расчетная схема балки

По условию задачи имеем расчетную схему однопролетной шарнирноопертой балки, нагруженной равномерно распределенной нагрузкой q и продольной силой N_p (см. рис. 3). Для такой расчетной схемы максимальный момент - в середине балки и равен $M = ql^2/8$. Численное значение его равно $M = ql^2/8 = 125 \cdot 2,25^2/8 = 79,1016 \text{ кг} \cdot \text{м} = 7910,16 \text{ кг} \cdot \text{см}$.

3. Определение всех необходимых коэффициентов и расчетных сопротивлений

Учет температурно-влажностных условий эксплуатации конструкции.

По таблице 1 определяем температурно-влажностные условия эксплуатации конструкции. Наши исходные данные соответствуют температурно-влажностным условиям эксплуатации В3. По таблице 5 для условий эксплуатации В3 определяем коэффициент $m_e = 0,85$.

Учет породы древесины.

По таблице 4 для пихты и для напряженного состояния – изгиб определяем коэффициент $m_n = 0,8$, для скалывания $m_n = 0,8$.

По таблице 3 определяем расчетное сопротивление растяжению сосны, ели, лиственницы 2-го сорта (п. 2а) $R_p = 7 \text{ МПа}$ (70 кг/см^2) и расчетное сопротивление изгибу (п. 1а) $R_u = 13 \text{ МПа}$ (130 кг/см^2).

Окончательно устанавливаем расчетное сопротивление, соответствующее заданной породе (пихта), сорту (2-й) и условиям эксплуатации (на открытом воздухе во влажной зоне), используя найденные коэффициенты:

$$R_u = 13 \cdot 0,85 \cdot 0,8 = 8,84 \text{ МПа} (88,4 \text{ кг/см}^2),$$

$$R_p = 7 \cdot 0,85 \cdot 0,8 = 4,76 \text{ МПа} (47,6 \text{ кг/см}^2).$$

4-й и 5-й пункты алгоритма расчета при проверке сечения отсутствуют.

6. Вычисление геометрических характеристик для проверяемого сечения элемента.

Необходимые геометрические характеристики в данном случае это $W_{расч} = bh^2/6 = 7,5 \cdot 100^2/6 = 125 \text{ см}^3$, $F_{расч} = bh = 7,5 \cdot 10 = 75 \text{ см}^2$.

7. Проверка первого предельного состояния растянуто-изгибаемого элемента.

Проверяем первое предельное состояние по формуле

$$\sigma = N/F_{расч} + (MR_p)/(W_{расч}R_u) \quad R_p. \quad 1000/75 + (7910,16 \cdot 47,6)/(125 \cdot 88,4) =$$
$$= 13,33 + 34,07 = 47,40 \text{ (кг/см}^2\text{)} < 47,6 \text{ (кг/см}^2\text{)} = R_p.$$

8. Вывод: Проверяемое сечение 75x100 мм обладает достаточной несущей способностью.

Исходные данные для самостоятельного решения

Проверить прочность брусчатого стержня пролетом L , сечением $b \times h$ (круглого диаметром d), без ослаблений. Брус изгибается в направлении большего размера сечения равномерной погонной нагрузкой q (см. рис. 3.).

Таблица 5

Исходные данные для самостоятельного решения по занятию №4

Номер варианта	Np (кг)	q (кг/м)	L (м)	сечение (см)			Материал		Условия эксплуатации	
				b	h	d	порода	сорт		
1	5000	200	2	10	12		сосна	1	внутри отапливаемых помещений при температуре 30°C, относительной влажности воздуха	до 60%
2	4500	250	2.5	10	14		сосна	2		до 60%
3	4000	300	3	10	16		сосна	3		до 60%
4	3000	350	3.5	10	18		ель	1		свыше 60 до 75%
5	2500	400	4	10	20		ель	2		свыше 60 до 75%
6	2000	50	4.5	10	22		ель	3		свыше 60 до 75%
7	1500	100	5	12	12		лиственница	1		свыше 75 до 95%
8	100	150	5.5	12	14		лиственница	2		свыше 75 до 95%
9	800	200	6	12	16		лиственница	3		свыше 75 до 95%
10	600	250	5.5	12	18		береза	1		свыше 75 до 95%
11	900	100	5	12	20		береза	2	Внутри неотапливаемых помещений	в сухой зоне
12	800	200	4.5	12	22		береза	3		в сухой зоне
13	1200	250	4	14	10		пихта	1		в сухой зоне
14	1300	300	3.5	14	12		пихта	2		в нормальной зоне
15	1500	350	3	14	14		пихта	3		в нормальной зоне
16	2000	400	2.5	14	16		дуб	1		в нормальной зоне
17	2500	450	2	14	18		дуб	2		во влажной зоне
18	3000	200	2.5	14	20		дуб	3		во влажной зоне
19	3500	100	3	14	22		осина	1		во влажной зоне
20	4000	150	3.5	16	12		осина	2	на открытом воздухе	в сухой зоне
21	4500	100	4	16	14		осина	3		в сухой зоне
22	2000	200	4.5	16	16		липа	2		в сухой зоне
23	1500	250	5			22	липа	2		в нормальной зоне
24	2000	300	5.5			24	липа	3		в нормальной зоне
25	1000	150	6			28	клен	2		в нормальной зоне
26	5000	50	3	10	12		клен	2		во влажной зоне
27	4500	100	3.5	10	14		клен	3		во влажной зоне
28	4000	150	4	10	16		сосна	2		во влажной зоне
29	3000	200	4.5	10	18		сосна	2		во влажной зоне
30	2500	250	5	10	20		сосна	3		во влажной зоне

Расчет внецентренно-сжатого и сжато-изгибаемого элемента по предельному состоянию первой группы производится по формуле

$$\sigma = N/F_{расч} + (M_d)/(W_{расч}) R_c, \quad (\text{согласно п. 4.17 СНиП II-25-80}).$$

где: N - действующее усилие растяжения в элементе;

M_d - изгибающий момент в элементе от действия поперечных и продольных нагрузок определенный по деформированной схеме $M_d = M/x$,

где: $x = 1 - N/(f R_c F_{\delta p})$,

$F_{\delta p}$ - площадь сечения брутто;

$F_{расч}$ - площадь расчетного сечения нетто (площадь сечения за вычетом ослаблений);

$W_{расч}$ - расчетный момент сопротивления поперечного сечения (для цельного сечения, $W_{расч} = W_{нт}$;

$W_{нт}$ - площадь сечения нетто (ослабления сечения, расположенные на участке до 200 мм должны совмещаться в одном сечении);

j - коэффициент продольного изгиба; R_u -

расчетное сопротивление изгибу; R_c -

расчетное сопротивление сжатию.

4.3 Пример

Проверить прочность брусчатого стержня пролетом 2,25 м сечением 7,5 х 10,0 см без ослаблений изгибаемого в направлении большего размера расчетной равномерной нагрузкой $q = 125 \text{ кг/м}$ и сжимаемого усилием $N_p = 1000 \text{ кг}$ (стержень шарнирно закреплен по концам). Материал – пихта 2-го сорта. Условия эксплуатации - на открытом воздухе во влажной зоне.

Решение

1. Пункт сбор нагрузок для нашей задачи опускаем, т.к. эти нагрузки заданы.
2. Статический расчет.

По условию задачи имеем расчетную схему однопролетной шарнирноопертой балки, загруженной равномерно распределенной погонной нагрузкой q и продольной силой N_p (см. рис. 4). Для такой расчетной схемы максимальный

момент в середине балки и равен $M = ql^2/8$. Численное значение его равно $M = ql^2/8 = 125 \cdot 2,25^2/8 = 79,1016 \text{ кг} \cdot \text{м} = 7910,16 \text{ кг} \cdot \text{см}$.

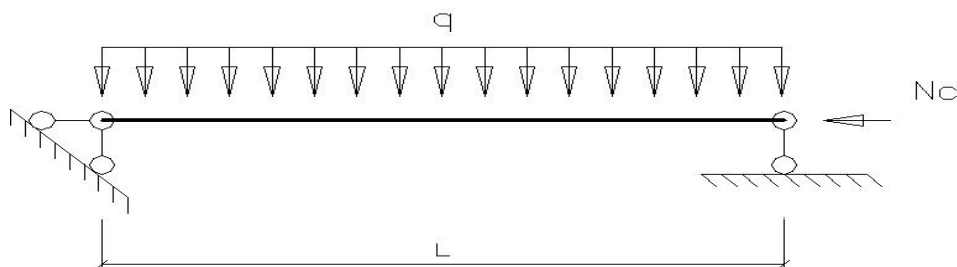


Рис.4. Расчетная схема балки

3. Определение всех необходимых коэффициентов и расчетных сопротивлений
Учет температурно-влажностных условий эксплуатации конструкции.

По таблице 1 определяем температурно-влажностные условия эксплуатации конструкции. Наши исходные данные соответствуют температурно-влажностным условиям эксплуатации В3. По таблице 5 для условий эксплуатации В3 определяем коэффициент $m_e = 0,85$.

Учет породы древесины.

По таблице 4 для пихты и для напряженного состояния – изгиб определяем коэффициент $m_n = 0,8$, для скалывания $m_n = 0,8$.

По таблице 3 определяем расчетное сопротивление сжатию и изгибу сосны, ели 2-го сорта (п. 1а) $R_c = R_u = 13 \text{ МПа}$ (130 кг/см^2).

Окончательно устанавливаем расчетное сопротивление, соответствующее заданной породе (пихта), сорту (2-й) и условиям эксплуатации (на открытом воздухе во влажной зоне) используя найденные коэффициенты:

$$R_u = R_c = 13 \cdot 0,85 \cdot 0,8 = 8,84 \text{ МПа} \text{ (} 88,4 \text{ кг/см}^2 \text{)}.$$

4-й и 5-й пункты алгоритма расчета при проверке сечения отсутствуют.

6. Вычисление геометрических характеристик для проверяемого сечения элемента.

Необходимые геометрические характеристики в данном случае это:

$$W_{расч} = bh^2/6 = 7,5 \cdot 10,0^2/6 = 125 \text{ см}^3, F_{расч} = bh = 7,5 \cdot 10 = 75 \text{ см}^2, \\ i = 0,289h = 0,289 \cdot 10 = 2,89 \text{ см}.$$

7. Проверка первого предельного состояния сжато-изгибаемого элемента.

$$l = l/i = 225/2,89 = 77,59. \quad f = 3000/l^2 = 3000/77,59^2 = 0,498.$$

$$\chi = 1 - N/(f R_c F_{оп}) = 1 - 1000/(0,498 \cdot 88,4 \cdot 75) = 1 - 0,3029 = 0,697.$$

$$M_d = M/\chi = 7910,16/0,697 = 11348,87 \text{ кг} \cdot \text{см}.$$

Проверяем первое предельное состояние по формуле

$$\sigma = N/F_{расч} + M_d/W_{расч} R_p. \\ 1000/75 + 11348,87/0,697 = 13,33 + 90,79 =$$

$$= 104,12 \text{ (кг/см}^2\text{)} > 88,4 \text{ (кг/см}^2\text{)} = R_c.$$

8. Вывод: Проверяемое сечение 7,5х10,0 см не обладает достаточной несущей способностью.

Исходные данные для самостоятельного решения

Проверить прочность стержня длиной L, сечением bхh (круглого диаметром d), без ослаблений с шарнирно-закрепленными концами. На стержень действуют продольная сжимающая сила Nс и равномерная поперечная, нагрузкой q, в направлении большего размера сечения (см. рис. 4.).

Таблица 6

Исходные данные для самостоятельного решения по занятию №4

Номер вар-та	Nс (кг)	q (кг/м)	L (м)	сечение (см)			Материал		Условия эксплуатации	
				b	h	d	порода	сорт		
1	10000	200	2	12	12		сосна	1	внутри отапливаемых помещений при температуре 30°С, относительной влажности воздуха	до 60%
2	9000	250	3.5	12	14		сосна	2		до 60%
3	8000	300	3	12	16		сосна	3		до 60%
4	7000	350	3.5	12	18		ель	1		свыше 60 до 75%
5	6000	400	4	12	20		ель	2		свыше 60 до 75%
6	5000	100	4.5	12	22		ель	3		свыше 60 до 75%
7	4000	150	5	14	10		лиственница	1		свыше 75 до 95%
8	13000	200	2	14	12		лиственница	2		свыше 75 до 95%
9	12000	250	2.5	14	14		лиственница	3		свыше 75 до 95%
10	11000	300	3	14	16		береза	1		свыше 75 до 95%
11	10000	100	3.5	14	18		береза	2	Внутри не отапливаемых помещений	в сухой зоне
12	9000	150	4	14	20		береза	3		в сухой зоне
13	8000	200	4.5	16	10		пихта	1		в сухой зоне
14	7000	250	5	16	12		пихта	2		в нормальной зоне
15	6000	300	5.5	16	14		пихта	3		в нормальной зоне
16	5000	350	6	16	16		дуб	1		в нормальной зоне
17	4000	400	5.5	16	18		дуб	2		во влажной зоне
18	3000	450	5	16	20		дуб	3		во влажной зоне
19	4500	250	4.5	18	10		осина	1		во влажной зоне
20	5000	300	4	18	12		осина	2		в сухой зоне
21	5500	200	3.5	18	14		осина	3	На открытом воздухе	в сухой зоне
22	6000	150	3			20	липа	2		в сухой зоне
23	6500	100	2.5			14	липа	2		в сухой зоне
24	7000	50	3			16	липа	3		в нормальной зоне
25	7500	100	3.5			18	липа	3		в нормальной зоне
26	4000	150	4			20	липа	2		в нормальной зоне
27	4500	200	4.5			22	липа	2		во влажной зоне
28	5000	210	5			24	липа	2		во влажной зоне
29	6000	100	5.5			26	липа	2		во влажной зоне
30	6500	100	6			28	липа	2		во влажной зоне

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

Тема 5. Расчет соединений элементов деревянных конструкций.

Лобовые и конструктивные врубки.

Врубкой называется соединение, преимущественно работающее на смятие и скалывание.

Расчет врубок производят из условий прочности:

- на смятие вдоль волокон;
- на смятие поперек волокон;
- на смятие под углом α ;
- на скалывание вдоль волокон.

Расчетная несущая способность соединения определяется по формулам (п.5.2. СНиП II-25-80):

- из условия смятия древесины $T_{см} = R_{см} F_{см}$;

- из условия скалывания древесины $T_{ск} = R_{ск}^{cp} F_{ск}$,

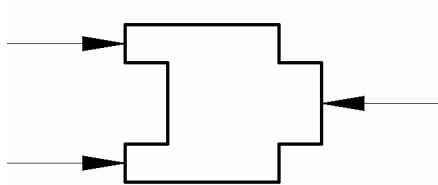
где $F_{см}$ – расчетная площадь смятия, $F_{ск}$ – расчетная площадь скалывания, $R_{см}$ – расчетное сопротивление древесины смятию (табл. 3 СНиП), $R_{ск}^{cp}$ – расчетное сопротивление древесины среднее по площадке скалывания определяемое по формуле

$$R_{ск}^{cp} = \frac{R_{ск}}{1 + \beta \frac{l_{ск}}{e}}$$

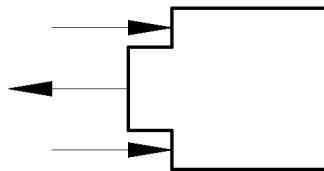
где β – коэффициент, принимаемый равным 0,25 при приложении нагрузки на площадку скалывания с противоположных сторон (рис. 5.а), и равное 0,125 при односторонней нагрузке (рис. 5.б) (п. 5.3. СНиП II-25-80), $R_{ск}$ – расчетное сопротивление древесины скалыванию вдоль волокон (табл. 3 СНиП), $l_{ск}$ – расчетная длина скалывания (принимается не более 10 глубин врезки $h_{вр}$ в элемент), e – плечо сил скалывания (имеет значения 0,5h для односторонней врубки (рис. 6.а) и 0,25h для двухсторонней врубки (рис. 6.б), h – высота сечения).

Расчетное сопротивление древесины смятию под углом α определяется согласно примечанию 2 к таблице 3 СНиП II-25-80 по формуле:

$$R_{см,\alpha} = \frac{R_{см}}{1 + \frac{R_{см}}{R_{см,90}} \sin^3 \alpha}$$

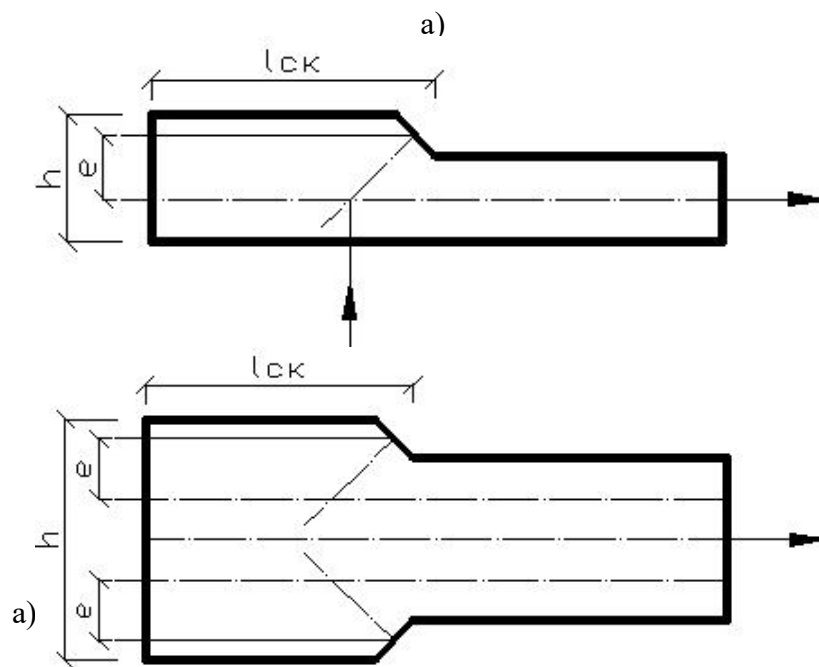


а) схема расположения сил для случая $\beta=0,25$



б) схема расположения сил для случая $\beta=0,125$

Рис. 5. К определению коэффициента β



Пример 1 (поперечный лобовой упор)

Проверить прочность поперечного лобового упора при смятии балки, опертой на стойку, сечения которых равны $b \times h = 10,0 \times 15,0$ см (см. рис. 7.). В стойке действует сжимающая сила $N_c = 3000$ кг. Материал – береза 2-го сорта. Условия эксплуатации – внутри неотапливаемого помещения (чердак) в нормальной зоне.

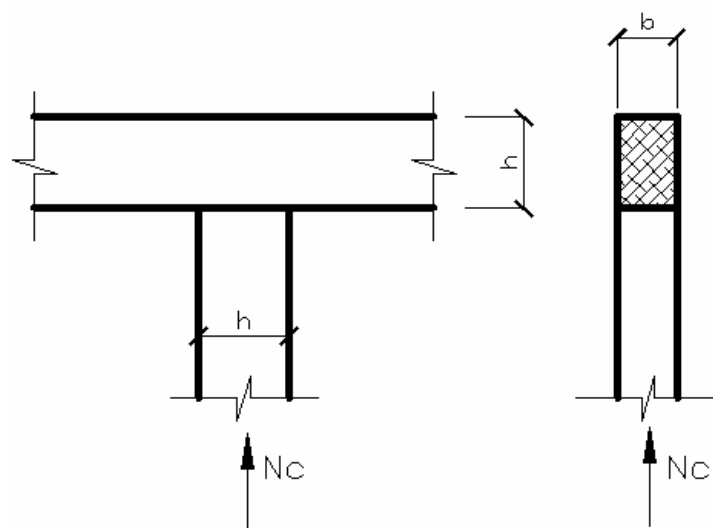


Рис.7. Поперечный лобовой упор

Решение

1. Пункт сбор нагрузок для нашей задачи опускаем, т.к. эти нагрузки заданы.
2. Статический расчет не производим – усилия заданы.
3. Определение всех необходимых коэффициентов и несущих способностей.

Учет температурно-влажностных условий эксплуатации конструкции.

По таблице 1 определяем температурно-влажностные условия эксплуатации конструкции. Наши исходные данные соответствуют температурно-влажностным условиям эксплуатации Б2. По таблице 5 для условий эксплуатации Б2 определяем коэффициент $m_e = 1,0$.

Учет породы древесины.

По таблице 4 для березы и для напряженного состояния – смятие вдоль волокон определяем коэффициент $m_{\parallel}=1,1$, смятие поперек волокон $m_{\perp}=1,6$.

По таблице 3 определяем расчетное сопротивление смятию вдоль волокон сосны, ели 2-го сорта (п. 1а) $R_{см}=13 \text{ МПа}$ (130 кг/см^2). Расчетное сопротивление смятию поперек волокон сосны, ели 2-го сорта (п. 4а) $R_{см,90}=3 \text{ МПа}$ (30 кг/см^2)

Окончательно устанавливаем расчетное сопротивление соответствующее заданной породе (береза), сорту (2-й) и условиям эксплуатации (внутри не отапливаемого помещения в нормальной зоне), используя найденные коэффициенты

$$R_{см}=13*1,0*1,1 = 14,3 \text{ МПа} (143 \text{ кг/см}^2), R_{см,90}=3*1,0*1,6 = 4,8 \text{ МПа} (48 \text{ кг/см}^2).$$

4. Определение геометрических характеристик сечения. Находим площадь смятия $F_{см}=b*h = 10*15 = 150 \text{ см}^2$.

5. Проверка несущей способности.

Несущая способность на смятие вдоль волокон (проверка стойки)

$$N_{см} = N_c = 3000 \text{ кг}, T_{см} = R_{см} * F_{см} = 143*150 = 21450 \text{ кг}, \\ N_{см} = N_c = 3000 \text{ кг} < 21450 \text{ кг} = T_{см}.$$

Условие выполняется, прочность на смятие стойки обеспечена. Несущая способность на смятие поперек волокон (проверка балки)

$$N_{см} = N_c = 3000 \text{ кг}, T_{см,90} = R_{см,90} * F_{см} = 48*150 = 7200 \text{ кг}, \\ N_{см} = N_c = 3000 \text{ кг} < 7200 \text{ кг} = T_{см,90}.$$

Условие выполняется, прочность на смятие балки обеспечена.

6. Вывод: Прочность поперечного лобового упора обеспечена.

Исходные данные для самостоятельного решения

Проверить прочность поперечного лобового упора при смятии балки, опертой на стойку, сечения которых имеют размеры $b \times h$ (или круглое диаметром d). В стойке действует предельная сжимающая сила N_c (см. рис. 7.).

Таблица 7

Исходные данные для самостоятельного решения по занятию №5

Номер вар-та	Nc (кг)	сечение (см)			Материал		Условия эксплуатации	
		b	h	d	порода	сорт		
1	8000	20	20		сосна	1	внутри неотапливаемых помещений	в сухой зоне
2	9000	20	18		сосна	2		в сухой зоне
3	10000	20	16		сосна	3		в сухой зоне
4	6000	16	20		сосна	1		в сухой зоне
5	7000	18	20		сосна	2		в сухой зоне
6	5000	18	18		лиственница	1	внутри отапливаемых помещений при температуре до 35°С, относительной влажности воздуха	до 60%
7	5500	18	22		лиственница	2		до 60%
8	10000	22	22		лиственница	3		до 60%
9	11000	20	22		лиственница	1		до 60%
10	12000	18	24		лиственница	2		до 60%
11	5000	18	18		пихта	1		от 60% до 75%
12	5500	18	22		пихта	2		от 60% до 75%
13	10000	22	22		пихта	3		от 60% до 75%
14	11000	20	22		пихта	1		от 60% до 75%
15	12000	18	24		пихта	2		от 60% до 75%
16	14000			30	ель	1	внутри неотапливаемых помещений	в нормальной зоне
17	11000			20	ель	2		в нормальной зоне
18	12000			22	ель	3		в нормальной зоне
19	13000			25	ель	1		в нормальной зоне
20	10000			28	ель	2		в нормальной зоне
21	14000			32	береза	1		во влажной зоне
22	15000			36	береза	2		во влажной зоне
23	13000			27	береза	3		во влажной зоне
24	10000	22	22		береза	1		во влажной зоне
25	8000	18	22		береза	2		во влажной зоне
26	6000	18	18		осина	1		в сухой зоне
27	5000	16	20		осина	2		в сухой зоне
28	4000	16	24		осина	1		в сухой зоне
29	7000	18	24		осина	2		в сухой зоне
30	3500	18	20		осина	1		в сухой зоне

Пример 2 (наклонный лобовой упор)

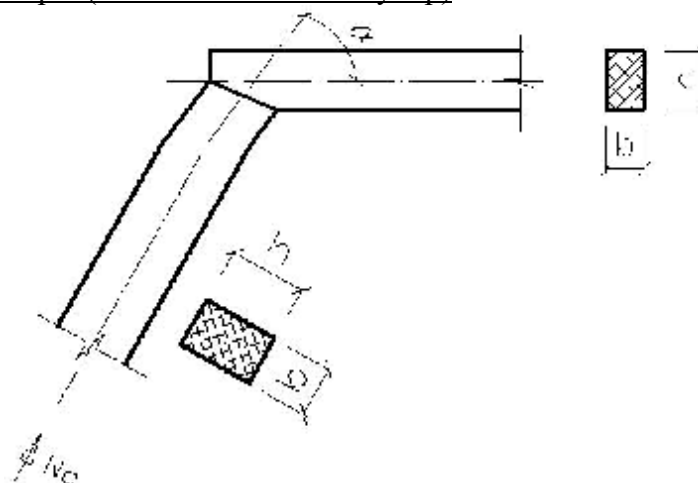


Рис.8. Наклонный лобовой упор

Проверить прочность при смятии наклонного лобового упора торцовподвеса и ригеля из брусьев сечением $b \times h = 10,0 \times 15,0$ см, соединенных под

углом $\alpha=30^\circ$ (см. рис. 8.). Конец подвеса обрезан под прямым углом к оси и в нем действует продольная сжимающая сила $N_c = 12000$ кг. Опорный конец ригеля обрезан под углом в $\alpha=30^\circ$ к его оси. Материал – береза 2-го сорта. Условия эксплуатации – внутри неотапливаемого помещения (чердак) в нормальной зоне.

Решение

1. Пункт сбор нагрузок для нашей задачи опускаем, т.к. эти нагрузки заданы.
2. Статический расчет не производим – усилия заданы.
3. Определение всех необходимых коэффициентов и несущих способностей.

Учет температурно-влажностных условий эксплуатации конструкции.

По таблице 1 определяем температурно-влажностные условия эксплуатации конструкции. Наши исходные данные соответствуют температурно-влажностным условиям эксплуатации Б2. По таблице 5 для условий эксплуатации Б2 определяем коэффициент $m_e = 1,0$.

Учет породы древесины.

По таблице 4 для березы и для напряженного состояния – смятие вдоль волокон определяем коэффициент $m_{\parallel}=1,1$, смятие поперек волокон $m_{\perp}=1,6$.

По таблице 3 определяем расчетное сопротивление смятию вдоль волокон сосны, ели 2-го сорта (п. 1а) $R_{см}=13 \text{ МПа}$ (130 кг/см^2). Расчетное сопротивление смятию поперек волокон сосны, ели, лиственницы 2-го сорта (п.4а) $R_{см,90}=3 \text{ МПа}$ (30 кг/см^2).

Окончательно устанавливаем расчетное сопротивление, соответствующее заданной породе (береза), сорту (2-й) и условиям эксплуатации (внутри не отапливаемого помещения в нормальной зоне) используя найденные коэффициенты

$$R_{см}=13*1,0*1,1 = 14,3 \text{ МПа} (143 \text{ кг/см}^2), R_{см,90}=3*1,0*1,6 = 4,8 \text{ МПа} (48 \text{ кг/см}^2).$$

Расчетное сопротивление древесины смятию под углом $\alpha=30^\circ$ определяется по формуле

$$R_{см,\alpha} = \frac{R_{см} \left(1 + \frac{R_{см}}{R_{см,90}} \sin^3 \alpha \right)}{1 + \frac{R_{см}}{48} \sin \alpha} = \frac{143}{1,247} = 114,64 \text{ кг/см}^2$$

4. Определение геометрических характеристик сечения. Находим площадь смятия $F_{см}=b*h = 10*15 = 150 \text{ см}^2$.

5. Проверка несущей способности.

Несущая способность на смятие вдоль волокон (проверка подвеса)

$$N_{см} = N_c = 12000 \text{ кг}, T_{см} = R_{см} * F_{см} = 143*150 = 21450 \text{ кг},$$

$$N_{см} = N_c = 12000 \text{ кг} < 21450 \text{ кг} = T_{см}$$

Условие выполняется, прочность на смятие стойки обеспечена.

Несущая способность на смятие поперек волокон (проверка опорной части ригеля)

$$N_{см} = N_c = 12000 \text{ кг}, T_{см,30} = R_{см,30} * F_{см} = 114,64 * 150 = 17195 \text{ кг},$$

$$N_{см} = N_c = 12000 \text{ кг} < 17195 \text{ кг} = T_{см,30}$$

Условие выполняется, прочность на смятие опорной части ригеля обеспечена.

6. Вывод: Прочность наклонного лобового упора обеспечена.

Далее самостоятельно решаем задачу с исходными данными, значения которых указаны в таблице 8 в соответствии с номером варианта студента.

Проверить прочность при смятии наклонного лобового упора торцов подвеса и ригеля из брусев сечением $b \times h$ (или круглого диаметром d), соединенных под углом α . Конец подвеса обрезан под прямым углом к оси и в нем действует продольная сжимающая сила N_c . Опорный конец ригеля обрезан под углом α к его оси (см. рис.8.).

Таблица 8

Исходные данные для самостоятельного решения по занятию №5

Номер вар-та	Nc (кг)	сечение (см)			Угол α (в °)	Материал		Условия эксплуатации	
		b	h	d		порода	сорт		
1	8000	20	20		30	сосна	1	внутри не отапливаемых помещений	в сухой зоне
2	9000	20	18		35	сосна	2		в сухой зоне
3	10000	20	16		40	сосна	3		в сухой зоне
4	6000	16	20		45	сосна	1		в сухой зоне
5	7000	18	20		25	сосна	2		в сухой зоне
6	5000	18	18		30	лиственница	1	внутри отапливаемых помещений при температуре до 35°C, относительной влажности воздуха	до 60%
7	5500	18	22		35	лиственница	2		до 60%
8	10000	22	22		41	лиственница	3		до 60%
9	11000	20	22		26	лиственница	1		до 60%
10	12000	18	24		31	лиственница	2		до 60%
11	5000	18	18		30	пихта	1		от 60% до 75%
12	5500	18	22		35	пихта	2		от 60% до 75%
13	10000	22	22		40	пихта	3		от 60% до 75%
14	11000	20	22		45	пихта	1		от 60% до 75%
15	12000	18	24		25	пихта	2		от 60% до 75%
16	14000			30	25	ель	1	внутри не отапливаемых помещений	в нормальной зоне
17	11000			20	28	ель	2		в нормальной зоне
18	12000			22	30	ель	3		в нормальной зоне
19	13000			25	32	ель	1		в нормальной зоне
20	10000			28	34	ель	2		в нормальной зоне
21	14000			32	25	береза	1		во влажной зоне
22	15000			36	28	береза	2		во влажной зоне
23	13000			27	30	береза	3		во влажной зоне
24	10000	22	22		31	береза	1		во влажной зоне
25	8000	18	22		33	береза	2		во влажной зоне
26	6000	18	18		42	осина	1		в сухой зоне
27	5000	16	20		38	осина	2		в сухой зоне
28	4000	16	24		35	осина	1		в сухой зоне
29	7000	18	24		32	осина	2		в сухой зоне
30	3500	18	20		30	осина	1		в сухой зоне

Пример 3 (лобовая врубка)

Проверить несущую способность лобовой врубки с одним зубом опорного узла фермы. Стержни верхнего и нижнего пояса имеют сечения $b \times h = 10,0 \times 15,0$ см. Усилие в верхнем поясе $N_c = 3000$ кг. Стержень верхнего пояса расположен под углом $\alpha = 40^\circ$ к стержню нижнего пояса (см. рис. 9.). Глубина врубки $h_{вр} = 5,0$ см. Расстояние от нижней точки врубки до конца пояса $L_{ск} = 30,0$ см. Материал – береза 2-го сорта. Условия эксплуатации – внутри неотапливаемого помещения (чердак) в нормальной зоне.

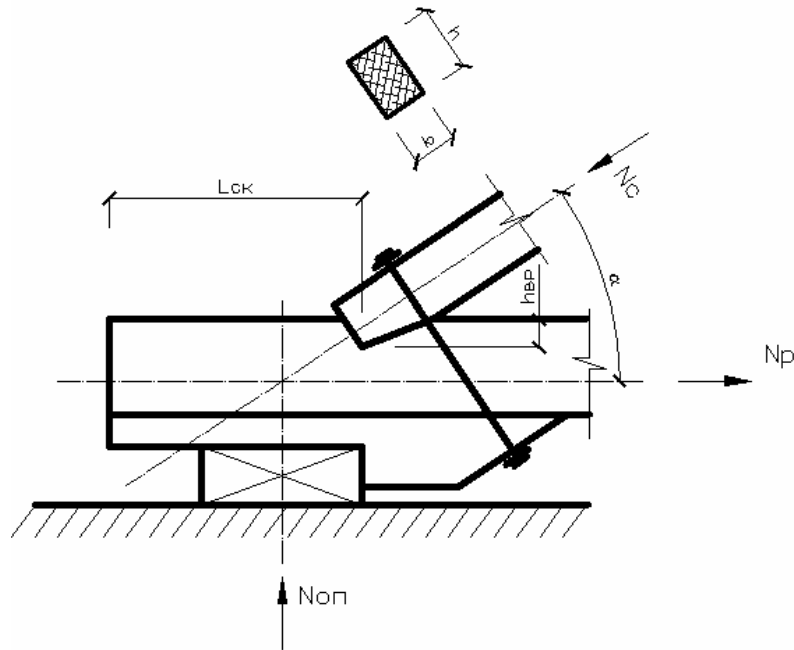


Рис.9. Лобовая врубка

Решение

1. Пункт сбор нагрузок для нашей задачи опускаем, т.к. эти нагрузки заданы.
2. Статический расчет не производим – усилия заданы.
3. Определение всех необходимых коэффициентов и несущих способностей.

Учет температурно-влажностных условий эксплуатации конструкции.

По таблице 1 определяем температурно-влажностные условия эксплуатации конструкции. Наши исходные данные соответствуют температурно-влажностным условиям эксплуатации Б2. По таблице 5 для условий эксплуатации Б2 определяем коэффициент $m_\epsilon = 1,0$.

Учет породы древесины.

По таблице 4 для березы и для напряженного состояния – смятие вдоль волокон определяем коэффициент $m_{\parallel} = 1,1$, смятие поперек волокон $m_{\perp} = 1,6$, скалывание $m_{\pi} = 1,3$.

По таблице 3 определяем расчетное сопротивление смятию вдоль волокон сосны, ели 2-го сорта (п. 1а) $R_{см} = 13 \text{ МПа}$ (130 кг/см^2). Расчетное сопротивление смятию поперек волокон сосны, ели 2-го сорта (п. 4а) $R_{см,90} = 3 \text{ МПа}$ (30 кг/см^2). Расчетное сопротивление скалыванию вдоль волокон сосны, ели 2-го сорта (п. 5в) $R_{ск} = 2,1 \text{ МПа}$ (21 кг/см^2).

Окончательно устанавливаем расчетное сопротивление, соответствующее заданной породе (береза), сорту (2-й) и условиям эксплуатации (внутри не отапливаемого помещения в нормальной зоне), используя найденные коэффициенты:

$$R_{см} = 13 * 1,0 * 1,1 = 14,3 \text{ МПа} \text{ (} 143 \text{ кг/см}^2 \text{)}, R_{см,90} = 3 * 1,0 * 1,6 = 4,8 \text{ МПа} \text{ (} 48 \text{ кг/см}^2 \text{)},$$

$$R_{ск} = 2,1 * 1,0 * 1,3 = 2,73 \text{ МПа} \text{ (} 27,3 \text{ кг/см}^2 \text{)}.$$

Расчетное сопротивление древесины смятию под углом $\alpha=40^0$ определяется по формуле

$$R = \frac{143}{R_{CM}} = 143 = 93,73 \text{ КГ/СМ}^2$$

$$\begin{array}{ccc} \overline{c_{M,a}} & \overline{143} & \overline{1,5256} \\ \left(\begin{array}{c} R \\ 1 + \frac{c_M}{-1} \sin^3 a \end{array} \right) & \left(\begin{array}{c} 143 \\ 1 + \frac{-1}{48} \sin 40 \end{array} \right) & \\ \left(\begin{array}{c} R_{c_M,90} \end{array} \right) & \left(\begin{array}{c} \end{array} \right) & \end{array}$$

Расчетное сопротивление древесины скалыванию среднее по площадке скалывания определяется по формуле

$$R^{cp} = \frac{R_{CK}}{1 + b \frac{l_{CK}}{e}} = \frac{27,3}{1 + 0,25 \frac{30}{1 + 4}} = 5,46 \text{ К/см}^2$$

Здесь $l_{CK} = L = 30 \text{ см}$, $e = 0,5 * h$, $\beta = 0,25$.

4. Определение геометрических характеристик сечения. Находим площадь скалывания $F_{ск} = l_{ск} * b = 30 * 10 = 300 \text{ см}^2$

$$F_{CK} = l_{CK} * b = 30 * 10 = 300 \text{ cm}^2,$$

Находим площадь смятия $F_{см} = (b * h_{гр}) / \cos 40^0 = (10 * 5) / 0,76665,27 \text{ см}^2$.

$$F_{CM} = (b * h_{gp}) / \cos 40^\circ = (10 * 5) / 0,766 \text{ } 65,27 \text{ cm}^2.$$

5. Проверка несущей способности.

Несущая способность на скалывание вдоль волокон:

$$N_{CK} = N_C * \cos(\alpha) = 3000 * \cos(40^0) = 2298,13 \text{ KZ}, T_{CK} =$$

$$R_{CK} * F_{CK} = 5,46 * 300 = 1638 \text{ кг},$$

$$N_{CK} = 3000 \text{ KZ} > 1638 \text{ KZ} = T_{CK}.$$

Условие не выполняется, прочность на скалывание не обеспечена. Несущая способность на смятие под углом 40^0

$$N_{cm} = N_c = 3000 \text{ } \kappa\text{Z}, T_{cm,40} = R_{cm,40} * F_{cm} = 93,73 * 65,27 = 6117,85 \text{ } \kappa\text{Z},$$

$$N_{cm} = 3000 \text{ кг} < 6117,85 \text{ кг} = T_{cm,40}.$$

Условие выполняется, прочность на смятие под углом 40^0 обеспечена.

6. Вывод: Прочность лобовой врубки не обеспечена.

Исходные данные для самостоятельного решения

Проверить прочность лобовой врубки с одним зубом опорного узла фермы. Стержни верхнего и нижнего пояса имеют сечения $b \times h$ и в них действуют усилия сжатия N_c . Сжатый стержень наклонен под углом α к растянутому. Глубина врубки $h_{вр}$. Расстояние от нижней точки врубки до конца пояса $L_{ск}$ (см. рис.9).

Таблица 9

Исходные данные для самостоятельного решения по занятию №5

Номер вар-та	N_c (кг)	сечение (см)		Угол α ($^\circ$)	$h_{вр}$ (см)	$L_{ск}$ (см)	Материал		Условия эксплуатации	
		b	h				порода	сорт		
1	8000	20	20	30	5	50	сосна	1	внутри не отапливаемых помещений в сухой зоне	в сухой зоне
2	7000	20	18	35	4.3	43	сосна	2		в сухой зоне
3	6500	20	16	40	4	40	сосна	3		в сухой зоне
4	6000	16	20	45	5	50	сосна	1		в сухой зоне
5	7000	18	20	25	5	50	сосна	2		в сухой зоне
6	5000	18	14	25	8	90	береза	1		во влажной зоне
7	5500	16	16	28	9	90	береза	2		во влажной зоне
8	9000	20	18	30	6.5	70	береза	3		во влажной зоне
9	10000	22	22	31	5.5	60	береза	1		во влажной зоне
10	8000	18	22	33	5	55	береза	2		во влажной зоне
11	5000	18	18	30	4.5	45	дуб	1	внутри отапливаемых помещений при температуре до 35°C , относительной влажности воздуха	до 60%
12	5500	18	22	35	5.5	60	дуб	2		до 60%
13	10000	22	22	41	5	60	дуб	3		до 60%
14	11000	20	22	26	5.5	60	дуб	1		до 60%
15	12000	20	24	31	6	60	дуб	2		до 60%
16	7000	18	14	25	7.5	80	ель	1		свыше 60 до 75%
17	9000	20	16	28	5	50	ель	2		свыше 60 до 75%
18	7000	20	18	30	5.5	55	ель	3		свыше 60 до 75%
19	6000	18	12	32	6	60	ель	1		свыше 60 до 75%
20	7000	18	16	34	7	70	ель	2		свыше 60 до 75%
21	6000	18	18	42	4.5	50	осина	1	на открытом воздухе	в сухой зоне
22	5000	16	20	38	5	50	осина	2		в сухой зоне
23	4000	16	24	35	6	65	осина	1		в сухой зоне
24	7000	18	24	32	6	70	осина	2		в сухой зоне
25	3500	18	20	30	5	60	осина	1		в сухой зоне
26	6000	20	18	42	4.5	50	осина	1		в нормальной зоне
27	5000	20	20	38	5	50	осина	2		в нормальной зоне
28	4000	18	20	35	6	65	осина	1		в нормальной зоне
29	7000	18	18	32	6	70	осина	2		в нормальной зоне
30	5000	18	16	30	5	60	осина	1		в нормальной зоне

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6.

Тема 6. Расчет соединений элементов деревянных конструкций. Нагельные соединения (цилиндрические нагели).

Расчет нагельных соединений производят из условий:

- изгиба нагеля;

- смятия элементов соединения. Расчетная несущая способность (T^0 , T^0

один шов сплавляемых элементов из сосны и ели при направлении действия усилий, передаваемых нагелями вдоль волокон, определяется по таблице 17 СНиП II-25-80. Порода древесины, другие температурно-влажностные условия эксплуатации, угол приложения усилий и т.п. учитываются соответствующими коэффициентами:

- для изгиба нагеля $T_u = T^0 * \sqrt{m_n * m_{\beta n} * k_{\alpha n} * k_{\alpha n}}$;
- для смятия древесины $T_{cm} = T^0$

Расчетная несущая способность нагеля в соединении принимается наименьшему из значений T_u , T_{cm} .

Расстановка нагелей должна удовлетворять нормам расстановки, указанным в пп. 5.18 - 5.21 СНиП II-25-80.

Число нагелей в соединении определяется по формуле
$$n_H \geq \frac{N}{T * n_{uu}}$$

где N – расчетное усилие, T – наименьшая расчетная несущая способность одного нагеля в соединении, n_{uu} – число расчетных швов одного нагеля.

Для гвоздей определяется расчетная длина защемления конца гвоздя (толщина крайнего элемента). Вначале необходимо определить общую толщину пробиваемого пакета, учитывая зазор между элементами равного 2мм (п. 5.20 СНиП II-25-80). Затем эта величина сравнивается с длиной принимаемого гвоздя. При выходе гвоздя из крайней доски (длина гвоздя больше толщины пробиваемого пакета) толщина этой доски должна быть уменьшена на 1,5d из-за повреждения наружных волокон (требование п. 5.20 СНиП II-25-80). Если длина гвоздя меньше толщины пробиваемого пакета, определяется величина защемления гвоздя в крайнем элементе, при этом заостренная часть гвоздя не учитывается в защемлении, т.е расчетная длина защемления становится меньше на 1,5d (требование п. 5.20 СНиП II-25-80). Если расчетная длина защемления конца гвоздя меньше 4d, то количество рассчитываемых швов уменьшается на единицу.

Нормы расстановки нагелей

СНиП II-25-80 рекомендует использовать следующую расстановку нагелей (рис. 10).

Для стальных цилиндрических нагелей (болтов) $S_1=7d$; $S_2=3,5d$; $S_3=3d$.

Для гвоздей $S_1=15d$; $S_2=4d$; $S_3=4d$.

Рекомендуется использовать следующие диаметры болтов: 8, 10, 12, 16, 20, 24, 27, 30, 36 мм.

Рекомендуемые размеры принимаемых гвоздей

d – диаметр, мм	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
L – длина, мм	70; 80	80; 90	100; 110	125	150	175	200

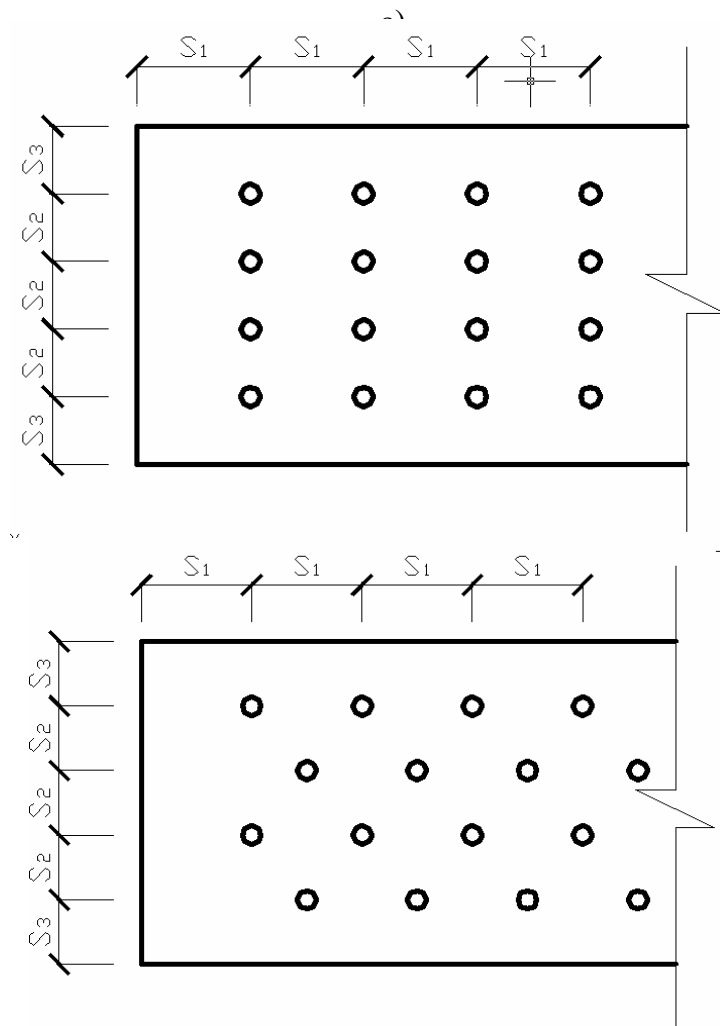


Рис. 10. Расстановка нагелей:
а) прямая расстановка нагелей; б) расстановка в шахматном порядке

Пример 1

Подобрать сечение и определить необходимое количество болтов в стыке двух брусьев сечением $b \times h = 15,0 \times 20,0$ см с двухсторонними накладками сечением $b_1 \times h = 8,0 \times 20,0$ мм.

Болты располагаются в два ряда (см. рис. 11.). В соединении действует продольное растягивающее усилие $N = 160$ кН. Материал – береза. Условия эксплуатации - на открытом воздухе в нормальной зоне.

Решение

1. Пункт сбор нагрузок для нашей задачи опускаем, т.к. эти нагрузки заданы.
2. Статический расчет не производим – усилия заданы.
3. Определение всех необходимых коэффициентов и несущих способностей.

Учет температурно-влажностных условий эксплуатации конструкции.

По таблице 1 определяем температурно-влажностные условия эксплуатации конструкции. Наши исходные данные соответствуют

температурно-влажностным условиям эксплуатации В2. По таблице 5 для условий эксплуатации В2 определяем коэффициент $m_b = 0,85$.

Учет породы древесины.

По таблице 4 для березы и для напряженного состояния – смятие вдоль волокон определяем коэффициент $m_n = 1,1$.

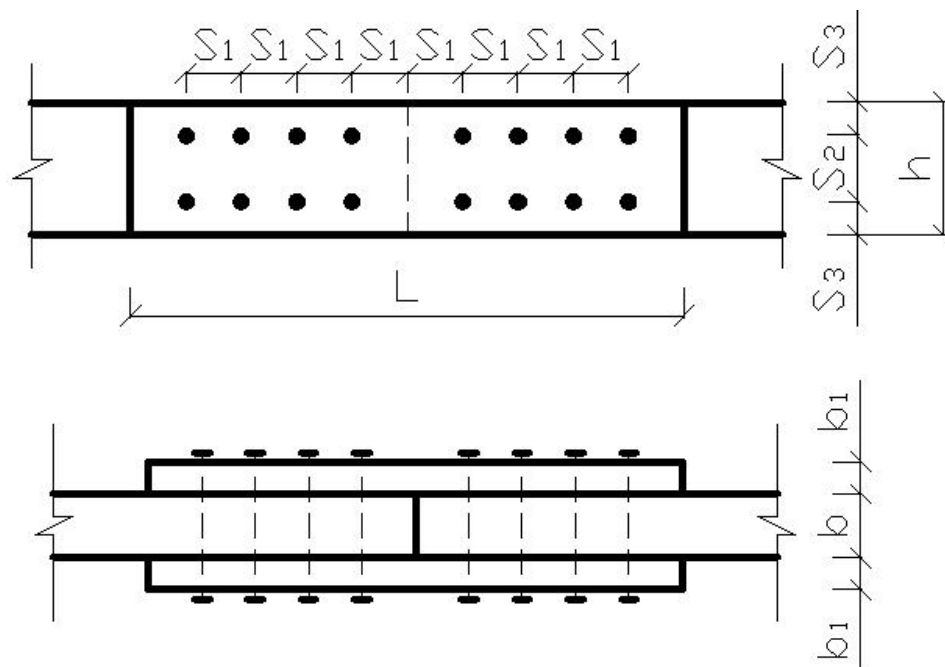


Рис.11. Нагельное соединение двух брусьев накладками

4. Определение требуемых характеристик.

Определяем максимально допустимый диаметр болтов по нормам расстановки. При расстановке болтов в два ряда на широкой пласти размером h должно разместиться два ряда болтов. По нормам расстановки расстояния между ними не менее S_2 , а расстояния между кромкой и осью ближайшего болта S_3 . Следовательно (см. рис. 3.), $h = S_3 + S_2 + S_3$. Для стальных цилиндрических нагелей $S_2 = 3,5d$, $S_3 = 3d$. Следовательно $h = S_3 + S_2 + S_3 = 3d + 3,5d + 3d = 9,5d$. Отсюда максимальный диаметр болта не должен быть больше $d = h/9,5 = 200/9,5 = 21$ мм.

Ближайший меньший диаметр болта 20 мм. Принимаем болт диаметром 20 мм ($d = 2$ см, т.к. в таблице 17 СНиП II-25-80 подставляемые величины толщин и диаметров должны быть выражены в см).

Соединение классифицируется как симметричное, с двумя швами сплачивания ($n_{ш} = 2$), усилие действует вдоль волокон ($k_a = 1$). Толщина среднего элемента $b = 15,0$ см (в таблице 17 СНиП II-25-80 обозначение толщины среднего слоя принято за «с»), следовательно $c = 15$ см. Толщина крайнего элемента (накладка) $b_1 = 8,0$ см (в таблице 17 СНиП II-25-80 обозначение толщины крайнего слоя принято за «а»), следовательно $a = 8$ см.

Несущая способность одного шва болта равна (таблица 17 СНиП II-25-80):

- по изгибу болта $T^0 = 1,8*d^2 + 0,02*a^2 = 1,8*2^2 + 0,02*8^2 = 8,48 \text{ кН}$; но не более $2,5*d^2 = 2,5*2^2 = 10 \text{ кН}$.

- по смятию крайнего элемента $T_{см}^{0кр} = 0,8*a*d = 0,8*8*2 = 12,8 \text{ кН}$;

- по смятию среднего элемента $T_{см}^{0ср} = 0,5*c*d = 0,5*15*2 = 15 \text{ кН}$.

Несущая способность одного шва болта равна с учетом породы древесины (береза) и температурно-влажностных условий (эксплуатация на открытом воздухе во нормальной зоне):

- по изгибу болта $T_u = T_u^0 * \sqrt{m_n * m_b} = 8,48 * \sqrt{1,1 * 0,85} = 8,2 \text{ кН}$;

- по смятию крайнего элемента $T_{см}^{кр} = T_{см}^{0кр} * m_n * m_b = 12,8 * 1,1 * 0,85 = 11,97 \text{ кН}$;

- по смятию среднего элемента $T_{см}^{ср} = T_{см}^{0ср} * m_n * m_b = 15 * 1,1 * 0,85 = 14,03 \text{ кН}$.

Расчетная несущая способность – наименьшее значение из приведенных трех

$$T = T_{мин} = 8,2 \text{ кН}.$$

Требуемое количество болтов в половине стыка

$$n = N/(T*n_{ш}) = 160 \text{ кН} / (8,2 \text{ кН} * 2) = 9,756 \text{ шт.}$$

Принимаем 10 болтов на половине стыка диаметром 20 мм. Длина половины накладки определяется по нормам расстановки нагелей. Расстояние между нагелями вдоль волокон S_1 . Таких участков на половине накладки будет $10/2 + 1$ (т.к. болты размещаются в два ряда). Следовательно, длина половины накладки равна $(10/2+1)*S_1 = 6*7*d = 6*7*20 = 840 \text{ мм}$ (здесь учтено, что $S_1=7*d$). Всего в стыке будет 20 болтов расположенных в два ряда и длина всей накладки $L=2*840 = 1680 \text{ мм}$.

5. Вывод: Принимаем диаметр болтов 20 мм, количество болтов в стыке 20 шт, длина накладки 1680 мм.

Исходные данные для самостоятельного решения

Подобрать сечение болтов и определить необходимое их количество в стыке двух брусьев сечением $b \times h$ с двухсторонними накладками сечением $b_1 \times h$, в котором действует продольное растягивающее усилие N_p . В соответствии с нормами расстановки определить длину накладки L (см.рис. 11.).

Исходные данные для самостоятельного решения по занятию №6

Номер варианта	№ (кг)	сечение (см)			Материал		Условия эксплуатации	
		b	h	b ₁	порода	сорт		
1	16000	20	22	10	лиственница	1	на открытом воздухе	в сухой зоне
2	15000	18	22	10	лиственница	2		в нормальной зоне
3	14000	16	22	8	лиственница	3		в нормальной зоне
4	13000	14	22	8	лиственница	1		во влажной зоне
5	12000	12	22	6	лиственница	2		во влажной зоне
6	15000	16	22	8	береза	1		в сухой зоне
7	14000	14	18	8	береза	2		в сухой зоне
8	13000	14	16	8	береза	3		в сухой зоне
9	12000	14	14	8	береза	1		в нормальной зоне
10	11000	14	12	8	береза	2		в нормальной зоне
11	10000	12	18	6	дуб	3		во влажной зоне
12	9000	12	16	6	дуб	2		во влажной зоне
13	8000	12	14	6	дуб	3		во влажной зоне
14	15000	16	18	6	дуб	1		во влажной зоне
15	16000	18	22	10	дуб	2		во влажной зоне
16	11000	20	20	10	сосна	1	внутри не отапливаемых помещений	в сухой зоне
17	10000	18	20	10	сосна	2		в сухой зоне
18	9000	16	20	8	сосна	3		в нормальной зоне
19	8000	14	20	8	сосна	1		в нормальной зоне
20	7000	12	20	8	сосна	2		в нормальной зоне
21	20000	22	20	12	ель	1	внутри отапливаемых помещений при температуре до 35 ⁰ С, относительной влажности воздуха	до 60%
22	19000	22	18	12	ель	2		до 60%
23	18000	16	20	8	ель	2		до 60%
24	17000	16	16	8	ель	1		свыше 60, до 75%
25	16000	16	18	8	ель	3		свыше 60, до 75%
26	16000	22	20	12	пихта	1		до 60%
27	15000	22	18	12	пихта	2		до 60%
28	14000	16	20	8	пихта	2		до 60%
29	13000	16	16	8	пихта	1		свыше 60, до 75%
30	12000	16	18	8	пихта	3		свыше 60, до 75%

Пример 2

Подобрать размер и число гвоздей в узле крепления вертикальной стойки сечением $b \times h = 5,0 \times 15,0$ см к двум горизонтальным элементам того же сечения (см. рис. 3.). В соединении к стойке приложено продольное растягивающее усилие $N = 800$ кг. Материал – осина. Условия эксплуатации - на открытом воздухе в нормальной зоне.

Решение

1. Пункт сбор нагрузок для нашей задачи опускаем, т.к. эти нагрузки заданы.
2. Статический расчет не производим – усилия заданы.
3. Определение всех необходимых коэффициентов и несущих способностей.

Учет температурно-влажностных условий эксплуатации конструкции.

По таблице 1 определяем температурно-влажностные условия эксплуатации конструкции. Наши исходные данные соответствуют температурно-влажностным условиям эксплуатации В2. По таблице 5 для условий эксплуатации В2 определяем коэффициент $m_b = 0,85$.

Учет породы древесины.

По таблице 4 для осины и для напряженного состояния – смятие вдоль волокон определяем коэффициент $m_{\parallel} = 0,8$, смятие поперек волокон $m_{\perp} = 1,0$.

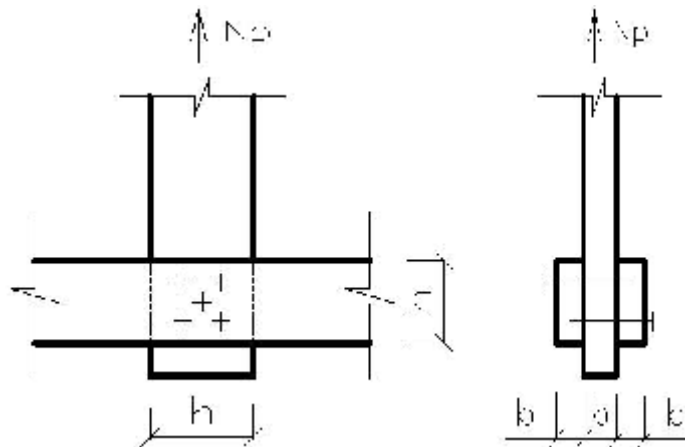


Рис.12 Гвоздевое соединение вертикальной стойки и двух горизонтальных досок

4. Определение требуемых характеристик.

Определяем максимально допустимый диаметр гвоздей по нормам расстановки. Расстановка гвоздей предполагается следующая (рис. 7). Расстояние между крайними гвоздями должно соответствовать большему из двух значений S_1 и S_2 . Расстояние от крайних гвоздей до кромки доски должно быть не менее S_3 . Следовательно, $h = S_3 + S_1 + S_3 = 4d + 15d + 4d = 23d$. Отсюда максимальный диаметр гвоздя не должен быть больше $d = h/23 = 150/23 = 6,52$ мм.

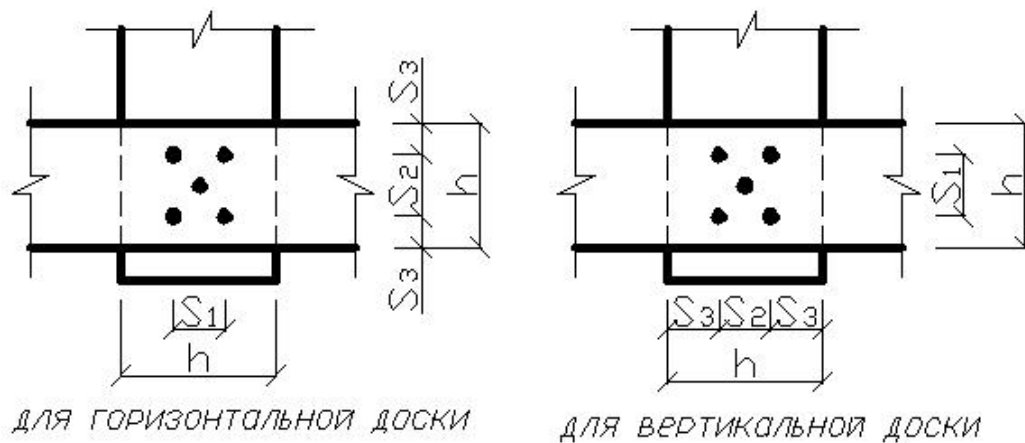


Рис.13. К определению диаметров гвоздей по нормам расстановки

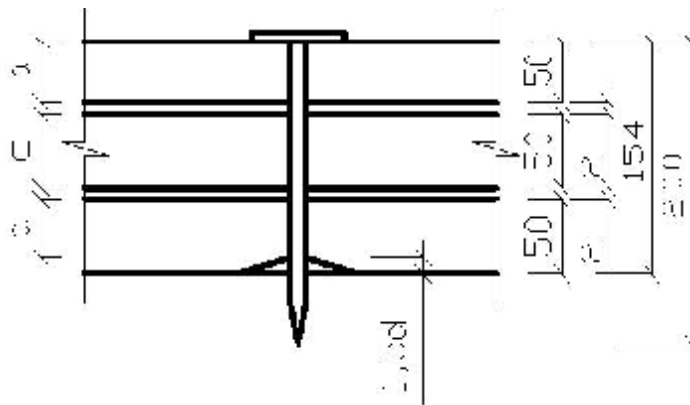
Ближайший, меньший диаметр гвоздя 6 мм. Принимаем гвоздь диаметром 6 мм длиной 200 мм. ($d=0,6$ см, т.к. в таблице 17 СНиП II-25-80 подставляемые величины толщин и диаметров должны быть выражены в см).

Соединение классифицируется как симметричное, с двумя швами сплавивания ($n_{ш}=2$). Толщина среднего элемента $b = 50$ мм (в таблице 17 СНиП II-25-80 обозначение толщины среднего слоя принято за «с»), следовательно, $c=5$ см. Толщина крайнего элемента определяется по расчетной длине защемления конца гвоздя (в таблице 17 СНиП II-25-80 обозначение толщины крайнего слоя принято за «а»). Общая толщина пробиваемого пакета равна 154 мм (см. рис. 14.). Длина принятого гвоздя 200 мм. Следовательно, гвоздь пробивает пакет насквозь. Расчетная длина защемления конца гвоздя равна толщине доски (b) минус длина заостренной части гвоздя ($1,5d$).

$$a = b - 1,5d = 50 - 9 = 48 \text{ мм}$$

Это больше минимальной расчетной длины защемления конца гвоздя ($4d=4*6=24$ мм), следовательно, этот крайний элемент будет участвовать в работе соединения.

Рис.14. К определению расчетной длины защемления конца гвоздя



Несущая способность одного шва гвоздя равна (таблица 17 СНиП II-25-80):

- по изгибу гвоздя $T^0 = 250*d^2 + a^2 = 250*0,6^2 + 5^2 = 115 \text{ кг}$; но не более $400*d^2 = 400*0,6^2 = 144 \text{ кг}$.

- по смятию крайнего элемента $T_{см}^{0кр} = 80*a*d = 80*4,8*0,6 = 230 \text{ кг}$;

- по смятию среднего элемента $T_{см}^{0ср} = 50*c*d = 50*5*0,6 = 150 \text{ кг}$.

Несущая способность одного шва гвоздя равна с учетом породы древесины (осина) и температурно-влажностных условий (эксплуатация на открытом воздухе во нормальной зоне):

- по изгибу гвоздя $T_u = T_u^0 * \sqrt{m_n * m_{\phi}} = 115 * \sqrt{0,8 * 0,85} = 94,8 \text{ кг}$;

- по смятию крайнего элемента $T_{см}^{кр} = T_{см}^{0кр} * m_n * m_{\phi} = 230 * 1,0 * 0,85$

$= 195,5 \text{ кг}$ (здесь учтено, что крайний элемент сминается поперек волокон, т.е $m_n=1,0$);

- по смятию среднего элемента $T_{см}^{cp} = T_{см}^{0cp} * m_n * m_e = 150 * 0,8 * 0,85 = 102$
кг (здесь учтено, что средний элемент сминается вдоль волокон, т.е $m_n=0,8$).

Расчетная несущая способность – наименьшее значение из приведенных трех

$$T = T_{мин} = 94,8 \text{ кг}.$$

Требуемое количество болтов в половине стыка

$$n = N/(T*n_{ш})=800 \text{ кг}/(94,8 \text{ кг}*2) = 4,22 \text{ шт}.$$

Принимаем 5 гвоздей в стыке размерами 200х6 мм.

5. Вывод: Принимаем гвозди 200х6 в количестве 5 шт. размещение гвоздей показано на рис. 12.

Исходные данные для самостоятельного решения

Подобрать размер и число гвоздей, требуемых для крепления вертикальной доски сечением bхh (см), в которой действует продольная растягивающая сила Np, к двум горизонтальным доскам такого же сечения (см. рис.12.).

Таблица 12

Исходные данные для самостоятельного решения по занятию №6

Номер варианта	Np (кг)	сечение (см)		Материал		Условия эксплуатации	
		b	h	порода	сорт		
1	800	5	15	лиственница	1	на открытом воздухе	в сухой зоне
2	900	6	15	лиственница	2		в нормальной зоне
3	1000	7	15	лиственница	3		в нормальной зоне
4	600	8	15	лиственница	1		во влажной зоне
5	500	4	15	лиственница	2		во влажной зоне
6	900	4	15	береза	1		в сухой зоне
7	1000	5	15	береза	2		в сухой зоне
8	1100	5	18	береза	3		в сухой зоне
9	1200	4	18	береза	1		в нормальной зоне
10	1300	3	18	береза	2		в нормальной зоне
11	1400	3	20	дуб	3		во влажной зоне
12	1200	4	20	дуб	2		во влажной зоне
13	1000	5	20	дуб	3		во влажной зоне
14	800	4	16	дуб	1		во влажной зоне
15	900	4	15	дуб	2		во влажной зоне
16	700	5	16	сосна	1	внутри неотапливаемых помещений	в сухой зоне
17	800	6	16	сосна	2		в сухой зоне
18	900	7	16	сосна	3		в нормальной зоне
19	1000	8	16	сосна	1		в нормальной зоне
20	1100	4	16	сосна	2		в нормальной зоне
21	1200	4	14	ель	1	внутри отапливаемых помещений при температуре до 35°С, относительной влажности воздуха	до 60%
22	500	5	14	ель	2		до 60%
23	600	3	14	ель	2		до 60%
24	700	2	15	ель	1		свыше 60, до 75%
25	800	3	15	ель	3		свыше 60, до 75%
26	1200	4	14	пихта	1		до 60%
27	500	5	14	пихта	2		до 60%
28	600	3	14	пихта	2		до 60%
29	700	2	15	пихта	1		свыше 60, до 75%
30	800	3	15	пихта	3		свыше 60, до 75%

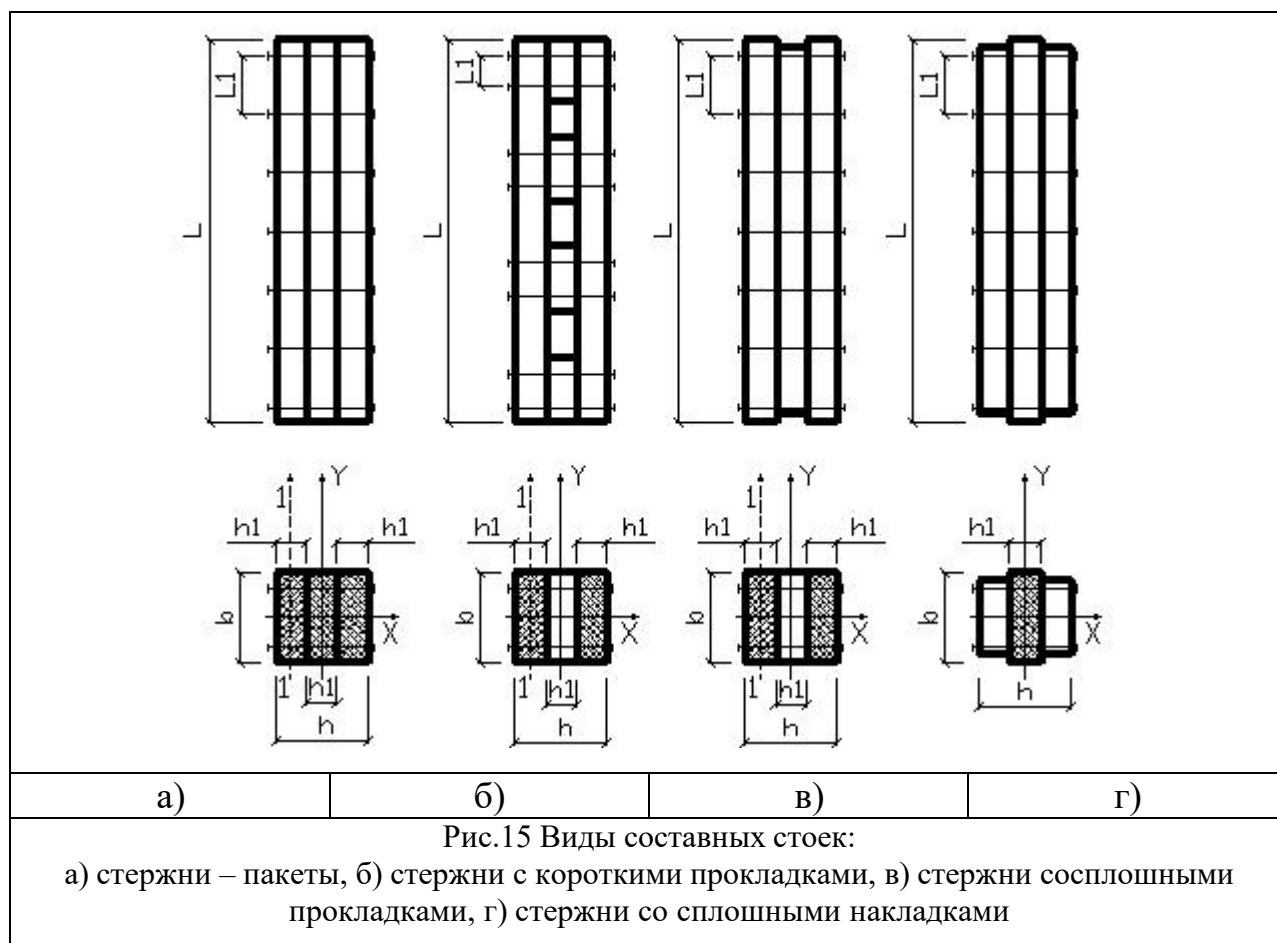
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7.

Тема 7. Расчет составных стоек

В связи с ограниченностью сортамента пиломатериалов возникает ситуация, когда требуемое сечение стойки превышает максимальные размеры цельных брусьев, выпускаемых промышленностью. В этом случае сечения стойки составляется из нескольких параллельно расположенных ветвей, соединенных между собой по длине различными связями (цилиндрические нагели, это болты гвозди, пластинчатые нагели, шпонки, колодки, когтевые шайбы).

Особенностью расчета составных стоек является учет влияния податливостей связей. Податливость связей повышает деформативность составного стержня, увеличивается его гибкость, это приводит к снижению несущей способности составного сечения по сравнению с цельным сечением.

По конструктивным и расчетным особенностям составные стержни разделяются на три основных типа (рис. 14):



- стержни-пакеты, состоящие из ветвей равной длины, одинаково нагруженных сжимающей силой (рис. 14а);

- стержни с короткими прокладками (рис. 14б);
- стержни со сплошными прокладками или накладками, в которых прокладки или боковые накладки не доходят до опорных концов стержня. Сжимающее усилие передается только на основные ветви (рис. 14в, г).

Проверка несущей способности составного сечения аналогична проверки несущей способности целого сечения

$$\sigma = N / (j F_{расч}) R_c .$$

Различие имеется в определении гибкости:

- для оси перпендикулярной плоскости сдвига (сплачивания) “х” гибкость определяется, как для элемента целого сечения $l_x = l_0 / r_x$;

- для оси параллельной плоскости сдвига “у” определяется приведенная гибкость, учитывающая податливость соединений

$$l_{np} = \sqrt{(m * l_1)^2 + l_0^2} , \text{ формула 11 СНиП}$$

где l_y – гибкость цельного сечения стержня с расчетной длиной l_0 без учета податливости соединений относительно оси “у”;

l_1 – гибкость отдельной ветви относительно её центральной оси 1-1 (рис.15) с расчетной длиной ветви l_1 (при $l_1 < 7$ толщин ветви h_1 принимают $l_1 = 0$);

$$m_y = \sqrt{1 + k_c \frac{b * h * n_{ш}}{l_0^2 * n_c}} \quad \text{— коэффициент приведения гибкости.}$$

Здесь k_c – коэффициент податливости соединений (таблица 12 СНиП II-25-80);

b и h – полная ширина и высота сечения (в см);

$n_{ш}$ – число швов сдвига между ветвями составного стержня;

l_0 – расчетная длина элемента (в м);

n_c – расчетное количество срезов связей в одном шве на 1 погонный метр элемента.

По вычисленным гибкостям определяют коэффициенты продольного изгиба j_y и j_x обычным образом

- при гибкости элемента $l \leq 70$ $j = 1 - 0,8(l/100)^2$;
- при гибкости элемента $l > 70$ $j = 3000 / (l)^2$,

и затем находят минимальный j_{min} из двух j_x и j_y .

Особенности определения геометрических характеристик разных типов составных стоек.

Стержни-пакеты	Стержни с короткими прокладками, со сплошными прокладками или накладками
$J_y = J_y$ (считая сечение как целое) $J_x = J_x$ (считая сечение как целое) $r_y = \sqrt{\frac{J_y}{F}}$ $r_x = \sqrt{\frac{J_x}{F}}$	$J_y = J_o + J_{н.о}$ $J_x = J_o + 0,5 J_{н.о}$ J_o – момент инерции опертых ветвей, $J_{н.о}$ – момент инерции не опертых ветвей $r_y = \sqrt{\frac{J_y}{F}}$ $r_x = \sqrt{\frac{J_x}{F}}$ F_o – расчетная площадь сечения только опертых ветвей

Пример

Вычислить несущую способность сжатой стойки составного сечения, выполненной из двух брусев сечением $b \times h_1 = 13 \times 10$ см соединенных болтами $d=12$ мм, расположенных в два ряда с шагом $l_1 = 50$ см. Стойка имеет длину $l=2,8$ м с шарнирным опиранием по обоим концам. Материал – пихта 2-го сорта. Условия эксплуатации - на открытом воздухе во влажной зоне.

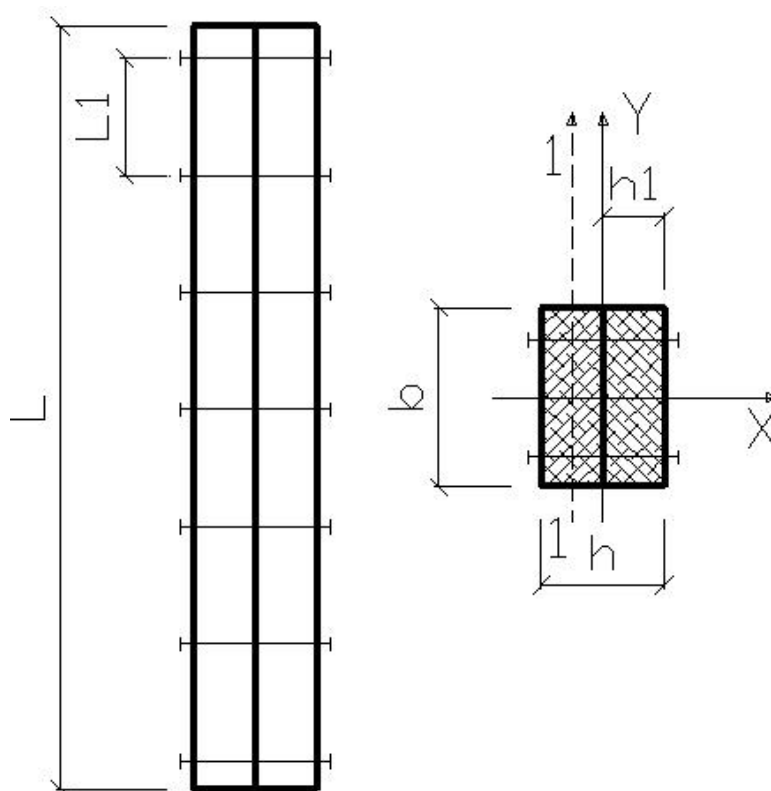


Рис.16 Составная стойка

Решение

1. Определение всех необходимых коэффициентов и расчетных сопротивлений

Учет температурно-влажностных условий эксплуатации конструкции.

По таблице 1 определяем температурно-влажностные условия эксплуатации конструкции. Наши исходные данные соответствуют температурно-влажностным условиям эксплуатации В3. По таблице 5 для условий эксплуатации В3 определяем коэффициент $m_b = 0,85$.

Учет породы древесины.

По таблице 4 для пихты и для напряженного состояния - сжатие определяем коэффициент $m_n = 0,8$.

По таблице 3 определяем расчетное сопротивление сжатию сосны, ели, лиственницы 2-го сорта (п. 1а) $R_c = 13 \text{ МПа}$ (130 кг/см^2).

2. Определение расчетного сопротивления заданной породы древесины и температурно-влажностных условий эксплуатации.

Окончательно устанавливаем расчетное сопротивление, соответствующее заданной породе (пихта), сорту (2-й) и условиям эксплуатации (на открытом воздухе во влажной зоне), используя найденные коэффициенты

$$R_c = 13 * 0,85 * 0,8 = 8,84 \text{ МПа} (88,4 \text{ кг/см}^2).$$

4. Вычисление геометрических характеристик для заданного сечения элемента.

Определяем геометрические характеристики как для целого сечения.

$$J_y = (b * h^3) / 12 = (13 * 20^3) / 12 = 8666,67 \text{ см}^4, J_x =$$

$$(h * b^3) / 12 = (20 * 13^3) / 12 = 3661,67 \text{ см}^4,$$

$$F_{расч} = F_{бр} = h * b = 20 * 13 = 260 \text{ см}^2,$$

$$r_y = \sqrt{\frac{J_y}{F}} = \sqrt{\frac{8666,67}{260}} = 5,77 \text{ см}, \quad r_x = \sqrt{\frac{J_x}{F}} = \sqrt{\frac{3661,67}{260}} = 3,75 \text{ см},$$

$$l_y = l_0 / r_y = 280 / 5,77 = 48,53, \quad l_x = l_0 / r_x = 280 / 3,75 = 74,67.$$

Учитываем податливость соединения:

$$l_1 = 50 \text{ см, это меньше } 7 * h_1 = 7 * 10 = 70 \text{ см, следовательно } l_1 = 0.$$

$$\text{По таблице 12 СНиП II-25-80 определяем } k_c = 1 / (5 * d^2) = 1 / (5 * 1,2^2) = 0,139,$$

учитывая что $d = 1,2 \text{ см} < 1,43 = (1/7) * h_1$.

$n_{ш} = 1$ один швов, одна плоскость сдвига между ветвями составного стержня.

$n_c = 4$ на одном погонном метре шва размещаются 4 болта (2 ряда болтов с шагом 50 см по длине стойки).

$$l_0 = 2,8 \text{ м.}$$

$$m = \sqrt{1 + k_c \frac{b * h * n_{ш}}{l_0^2 * n_c}} = \sqrt{1 + 0,139 \frac{13 * 20 * 1}{2,8^2 * 4}} = \sqrt{2,1524} = 1,467$$

Приведенная гибкость $\mu * l_y = l_{пр} = 1,467 * 48,53 = 71,19$.

$$j_y = 3000 / (l_y)^2 = 3000 / (71,19^2) = 0,59, \quad j_x = 3000 / (l_x)^2 = 3000 / (74,67^2) = 0,538,$$

$$j_{min} = 0,538.$$

Несущая способность составной стойки

$$N = j_{\min} * F_{\text{расч}} * R_c = 0,538 * 260 * 88,4 = 12365,39 \text{ кг.}$$

8. Вывод: Несущая способность составной стойки равна 12365,39 кг.

Исходные данные для самостоятельного решения

Определить несущую способность шарнирно-закрепленной деревянной стойки составного сечения длиной L. Сечение стойки - два бруса толщиной h1 шириной b. Брусья соединены болтами диаметром d расположенные с шагом L1 в два ряда(см. рис.16).

Табл
ица
13

Исходные данные для самостоятельного решения по занятию №7

Номер варианта	L (м)	сечение (см)		Болты		Материал		Условия эксплуатации	
		b	h1	L1 шаг (см)	d диаметр (см)	порода	сорт		
1	5	10	5	50	1.2	сосна	3	на открытом воздухе	в сухой зоне
2	4.5	12.5	6	50	1.4	сосна	2		в сухой зоне
3	4	15	7.5	50	1.6	сосна	1		в нормальной зоне
4	3.5	17.5	10	50	2	сосна	3		в нормальной зоне
5	3	20	12.5	50	1.2	сосна	2		во влажной зоне
6	5	22.5	5	50	1.4	ель	1		во влажной зоне
7	4.5	10	6	50	1.6	ель	3		соприкасающихся с грунтом
8	4	12.5	7.5	50	2	ель	2		соприкасающихся с грунтом
9	3.5	15	10	50	1.2	ель	1		постоянно увлажняемых
10	3	17.5	12.5	50	1.4	ель	3		находящихся в воде
11	5	20	5	50	1.6	осина	2	Внутри неотапливаемых помещений	в сухой зоне
12	4.5	22.5	6	50	2	осина	1		в сухой зоне
13	4	10	7.5	50	1.2	осина	3		в сухой зоне
14	3.5	12.5	10	50	1.4	осина	2		в сухой зоне
15	3	15	12.5	50	1.6	осина	1		во влажной зоне
16	3	17.5	5	50	2	береза	3		во влажной зоне
17	3.5	20	6	50	1.2	береза	2		во влажной зоне
18	4	22.5	7.5	50	1.4	береза	1		во влажной зоне
19	4.5	10	10	50	1.6	береза	3		в нормальной зоне
20	5	12.5	12.5	50	2	береза	2		в нормальной зоне
21	3	15	5	50	1.2	пихта	1		в сухой зоне
22	3.5	17.5	6	50	1.4	пихта	3		в сухой зоне
23	4	20	7.5	50	1.6	пихта	2		в сухой зоне
24	4.5	22.5	10	50	2	пихта	1		в сухой зоне
25	5	10	12.5	50	1.2	пихта	3		во влажной зоне
26	3	12.5	5	50	1.4	дуб	2		во влажной зоне
27	3.5	15	6	50	1.6	дуб	1		во влажной зоне
28	4	17.5	7.5	50	2	дуб	3		во влажной зоне
29	4.5	20	10	50	1.2	дуб	2		в нормальной зоне
30	5	22.5	12.5	50	1.4	дуб	1		в нормальной зоне

Список литературы

Основная литература:

1. Дмитриев, П. Арочные и рамные конструкции из цельной и клееной древесины : учебное пособие / П. Дмитриев, В. Жаданов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург : ОГУ, 2014. - 170 с. - ISBN 978-5-7410-0714-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259165> (11.08.2015).
2. Бурлаченко, О.В. Технология ремонта и усиления строительных конструкций жилых и гражданских зданий : учебное пособие / О.В. Бурлаченко, В.И. Берлинер. - Волгоград : Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет, 2010. - 239 с. - ISBN 978-5-98276-398-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=142296> (11.08.2015).

Дополнительная литература:

1. Расчет конструкций из дерева и пластмасс: учеб. пособие для студ. вузов / Ф.А. Бойтемиров, В.М. Головина, Э.М. Улицкая; под ред. Ф.А. Бойтемирова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 160 с.
2. 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.: Издательство АСВ, 2004. – 440 с.
3. Гринь И.М. и др. Строительные конструкции из дерева и синтетических материалов. Проектирование и расчет: Учеб. пособие / И.М. Гринь, К.Е. Джан-Темиров, В.И. Гринь. – 4-е изд., стереотипное. – М.: «ИД Альянс», 2008. – 221 с.: ил.
4. Зубарев Г.Н., Лялин И.М. Конструкции из дерева и пластмасс: Учеб. пособие для студентов вузов. – М.: Высш. школа, 1980. – 311 с., ил.
5. Вдовин В.М., Карпов В.Н. Сборник задач и практические методы их решения по курсу «Конструкции из дерева и пластмасс»: Учебное пособие. – Москва: ИВАС, 1999. – 133 с.: ил.
6. Конструкции из дерева и пластмасс: Учеб. для вузов / Ю.В.Слицкоухов, В.Д.Буданов, М.М.Гаппоев и др.; Под ред. Г.Г.Карлсена и Ю.В.Слицкоухова. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1986. – 543 с., ил.
7. Конструкции из дерева и пластмасс. Примеры расчета и конструирования: Учеб. пособие для вузов / Под ред. проф. Иванова В.А. – 3-е изд., перераб. и доп. – Киев: Вища школа, Головное изд-во, 1981. – 392 с.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания
по выполнению лабораторных работ
по дисциплине «Конструкции из дерева и пластмасс»
для студентов направления подготовки 08.03.01 Строительство
направленность (профиль) «Строительство зданий и сооружений»

Пятигорск, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Лабораторная работа 1. Определение статической твердости древесины	4
Лабораторная работа 2. Определение прочности изгибаемого элемента цельного сечения из древесины	7
Лабораторная работа 3. Определение условного предела прочности древесины при сжатии поперек волокон	11
Лабораторная работа 4. Определение предела прочности древесины при сжатии вдоль волокон	15
Лабораторная работа 5. Определение предела прочности древесины при скалывании вдоль волокон	18
Лабораторная работа 6. Определение предела прочности древесины при скалывании поперек волокон	21
Список литературы	23

Лабораторная работа №1

Определение статической твердости древесины

1. Цель и содержание работы

Цель работы - ознакомление с методикой испытаний и определение статической твердости древесины.

Содержание работы: вдавливание пуансона в древесину на заданную глубину с постоянной скоростью нагружения и вычисление статической твердости.

2. Теоретическое обоснование

Испытание образцов состоит в определении величины нагрузки при внедрении пуансона в древесину на заданную глубину и вычисление статической твердости как отношение величины нагрузки к площади проекции отпечатка. В случае раскалывания образца глубина вдавливания уменьшается вдвое.

3. Аппаратура и материалы

- деревянные образцы в виде прямоугольной призмы сечением 50х50 мм и длиной вдоль волокон не менее 50 мм;
- в качестве испытательной машины используется модернизированный прибор «ПСГ-2М» развивающий предельную нагрузку 50 кН (5 тс);
- приспособление, состоящее из корпуса, пуансона с наконечником в виде полусферы радиусом $(5,64 \pm 0,01)$ мм и индикатором часового типа ИЧ-10 с погрешностью измерения не более 0,01 мм.

4. Указания по технике безопасности.

К выполнению лабораторной работы допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности. Нахождение посторонних лиц, в том числе студентов, не принимающих участие в выполнении данной работы, в рабочей зоне установки запрещается. Измерительные приборы должны быть исправны. Пользование поврежденными приборами не допускается. При перерывах в работе, а так же после окончания работы все приборы необходимо разгрузить.

При проведении испытаний должно быть смешанное освещение, то есть естественное и искусственное, что обеспечивает освещенность зоны испытаний в соответствии с требованиями СНиП.

5. Методика и порядок выполнения работы

5.1 Проведение испытаний

Статическую твердость определяют на поверхностях тангенциального, радиального и поперечного разрезов древесины.

Образец помещают в приспособление. На пересечении диагоналей по грани образца вдавливают пуансон на глубину 5,64 мм, а в случае раскалывания образцов - на глубину 2,82 мм. Постоянная скорость нагружения или перемещения нагружающей головки машины должна быть такой, чтобы необходимая глубина вдавливания пуансона в образец была достигнута не менее чем через 1 мин и не более чем через 2 мин после начала нагружения. При достижении указанной глубины вдавливания пуансона в образец определяют нагрузку F с погрешностью не более 1 %.

5.2 Обработка результатов испытаний

Статическую твердость (H_w) образца при влажности (W) в момент испытания при заглублении 5,64 мм вычисляют в Н/мм² по формуле:

$$H_w = \frac{F}{\pi r^2} \quad (1)$$

где: F - нагрузка при вдавливании пуансона в образец;

r - радиус полусферы пуансона, мм.

При радиусе полусферы 5,64 мм выражение πr^2 равно 100 мм². Статическую твердость (H_w'') для каждого образца при влажности (W) в момент испытания при заглублении 2,82 мм вычисляют в Н/мм² по формуле:

$$H_w'' = \frac{4F}{3\pi r^2} \quad (2)$$

Результаты вычисляют с точностью до 0,1 Н/мм².

При необходимости статическую твердость (H_w) приводят к влажности 12% с точностью до 0,1 Н/мм² по формуле, справедливой для влажности (12±3)%

$$H_{12} = H_w [1 + \alpha(W - 12)] \quad (3)$$

где: α - поправочный коэффициент на влажность, равный для всех пород 0,03;

W - влажность древесины в момент испытания, %;

При влажности образца, равной или больше предела гигроскопичности

$$H_{12} = H_w \cdot K_{30} \quad (4)$$

где: K_{30} - пересчетный коэффициент при влажности 30%, равный: 2,13 - для хвойных пород и 1,68 - для лиственных пород.

Статические величины статической твердости испытанных образцов вычисляют с точностью до 0,1 Н/мм².

Результаты испытаний и расчетов заносят в протокол.

ПРОТОКОЛ

испытаний древесины на статическую твердость

Порода _____ Время разрушения образца _____

Скорость вдавливания пуансона _____ мм/мин. Температура воздуха $t =$ _____ °C

Степень насыщенности воздуха ϕ _____ %.

Маркировка образца	Влажность образца при W, %	Твердость поверхности, Н/мм ²									Примечание
		Поперечный разрез			Радиальный разрез			Тангенциальный разрез			
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

6. Содержание отчета и его форма

Структура отчета:

- цель и содержание работы;
- методика и порядок выполнения работы;
- результаты испытаний;
- выводы

7. Вопросы для защиты работы

1. Что принимают за статическую твердость древесины?
2. Какой формы и размеров образцы испытывают при определении статической твердости древесины?
3. Какой должна быть скорость нагружения или перемещения нагружающей головки машины?
4. На какую глубину должен быть вдавлен пуансон?

При защите работы студент рассказывает о цели работы, о выполнении, описывает образцы для испытания, оборудование, формулирует выводы о результатах испытания, а также отвечает на вопросы преподавателя.

8. Литература

Основная литература:

1. Дмитриев, П. Арочные и рамные конструкции из цельной и клееной древесины : учебное пособие / П. Дмитриев, В. Жаданов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург : ОГУ, 2014. - 170 с. - ISBN 978-5-7410-0714-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259165> (11.08.2015).
2. Бурлаченко, О.В. Технология ремонта и усиления строительных конструкций жилых и гражданских зданий : учебное пособие / О.В. Бурлаченко, В.И. Берлинер. - Волгоград : Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет, 2010. - 239 с. - ISBN 978-5-98276-398-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=142296> (11.08.2015).

Дополнительная литература:

1. Расчет конструкций из дерева и пластмасс: учеб. пособие для студ. вузов / Ф.А. Бойтемиров, В.М. Головина, Э.М. Улицкая; под ред. Ф.А. Бойтемирова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 160 с.
2. 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.: Издательство АСВ, 2004. – 440 с.
3. Гринь И.М. и др. Строительные конструкции из дерева и синтетических материалов. Проектирование и расчет: Учеб. пособие / И.М. Гринь, К.Е. Джан-Темиров, В.И. Гринь. – 4-е изд., стереотипное. – М.: «ИД Альянс», 2008. – 221 с.: ил.
4. Зубарев Г.Н., Лялин И.М. Конструкции из дерева и пластмасс: Учеб. пособие для студентов вузов. – М.: Высш. школа, 1980. – 311 с., ил.
5. Вдовин В.М., Карпов В.Н. Сборник задач и практические методы их решения по курсу «Конструкции из дерева и пластмасс»: Учебное пособие. – Москва: ИВАС, 1999. – 133 с.: ил.
6. Конструкции из дерева и пластмасс: Учеб. для вузов / Ю.В.Слицкоухов, В.Д.Буданов, М.М.Гаппоев и др.; Под ред. Г.Г.Карлсена и Ю.В.Слицкоухова. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1986. – 543 с., ил.
7. Конструкции из дерева и пластмасс. Примеры расчета и конструирования: Учеб. пособие для вузов / Под ред. проф. Иванова В.А. – 3-е изд., перераб. и доп. – Киев: Вища школа, Головное изд-во, 1981. – 392 с.

Тема 2. Работа и расчет элементов деревянных и пластмассовых конструкций

Лабораторная работа 2

Определение прочности изгибаемого элемента цельного сечения из древесины.

1. Цель и содержание.

Цель работы - определить действительные нормальные напряжения, несущую способность и деформативность изгибаемого элемента цельного сечения из древесины при поперечном изгибе и сопоставить полученные данные с расчетными.

Содержание работы: определение несущей способности изгибаемого элемента цельного сечения из древесины по расчетным нормальным и касательным напряжениям; определение теоретических и опытных значений прогиба при расчетной нагрузке, величину и характер распределения нормальных напряжений при изгибе по высоте поперечного сечения при расчетной нагрузке, усредненного модуля упругости древесины балки и сопоставление его с расчетным значением, действительной предельной несущей способности и сопоставление ее с теоретическим значением, а также определение влияния поперечной силы на полный прогиб балки.

2. Теоретическое обоснование

Наиболее распространенными изгибаемыми элементами являются балки. Балки относятся к простейшим видам конструкций. Балки разделяются по материалу, из которого они изготовлены на: цельнодеревянные, дощатоклеенные армированные, клефанерные. Наиболее распространенной формой поперечного сечения является - прямоугольное. Высоту поперечного сечения балок следует назначать $h > L/20$, ширину для цельнодеревянных балок $b > h/3$, для дощатоклеенных балок $b > h/6$.

Балки в составе перекрытий и покрытий работают на изгиб. По предельным состояниям 1 группы проверяют: прочность на действие нормальных напряжений; устойчивость плоской формы деформирования; прочность на действие касательных напряжений (на скалывание при изгибе). По предельным состояниям 2 группы расчет ведется на действие нормативных нагрузок и состоит в проверке пригодности балок к нормальной эксплуатации.

Для измерения фактических деформаций используются тензометры, тензодатчики и индикаторы.

Индикаторы применяются как для измерения погибов, так и деформаций смятия.

Индикатор ИЧ-10 с точностью измерения 0,01 мм имеет большую и малую стрелки и соответствующие им две шкалы на циферблате. Малая шкала разбита на 10 делений, каждое из которых соответствует 1 мм. Большая шкала разбита на 100 делений, каждое из которых соответствует 0,01 мм или 1/100 делений малой шкалы. Установка стрелки индикатора при отсчете по черной шкале производится в зависимости от направления измеряемых деформаций. Если деформации направлены от прибора, то стрелка должна быть установлена на некоторую величину отсчета, так как отсчеты будут уменьшаться. При измерении деформаций, направленных к прибору, стрелка устанавливается на ноль, так как отсчеты будут увеличиваться.

3. Аппаратура и материалы

Образцы изготавливают в форме прямоугольной призмы с поперечным сечением 20x20 мм и длиной вдоль волокон 300 мм. Допускается определять предел прочности при статическом изгибе на образцах после определения модуля упругости.

Для проведения испытания применяется следующая аппаратура:

- модернизированный прибор ПСГ-2М, обеспечивающий заданную скорость нагружения образца или перемещения нагружающей головки и позволяющая измерять нагрузку с погрешностью не более 1%;
- приспособление, обеспечивающее изгиб образца приложением нагрузки к его поверхности в середине расстояния между центрами опор. Радиус закругления опор и нагружающего ножа должен быть 30 мм;
- штангенциркуль с погрешностью измерения не более 0,1 мм;
- аппаратура для определения влажности по ГОСТ 16483.7-71;
- проволоочные датчики сопротивления;
- рычажные или электромеханические тензометры для измерения фибровых деформаций, прогибомеры или индикаторы часового типа для измерения прогибов балки.

4. Указания по технике безопасности

К выполнению лабораторных работ допускаются только студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности.

Зона выполнения работ должна быть ограждена. Нахождение посторонних лиц, в том числе студентов, не принимающих участие в выполнении данной работы, в рабочей зоне запрещается.

Все контактные соединения должны быть очищены и проверены на плотность затяжки; измерительные приборы должны быть исправны. Пользование поврежденными приборами не допускается.

При перерывах в работе, а также после окончания работы все приборы необходимо разгрузить.

Запрещается оставлять без надзора загруженные приборы.

При проведении испытаний должно быть смешанное освещение, то есть естественное и искусственное, что обеспечивает освещенность зоны испытаний в соответствии с требованиями СНиП.

5. Методика и порядок выполнения работ

Подготовка испытаний: на середине длины образца измеряют ширину b и высоту h с погрешностью не более 0,1 мм.

Проведение испытаний: образец помещают в прибор ПСГ-2м (смотри лабораторную работу 1) так, чтобы изгибающее усилие было направлено по касательной к годичным слоям (изгиб тангенциальный) и нагружают по схеме, показанной на рисунке.

Образец нагружают набором гирь равномерно с постоянной скоростью нагружения или постоянной скоростью перемещения 4 мм/мин. Скорость нагружения должна быть такой, чтобы образец разрушился через $(1,5 \pm 0,5)$ мин после начала нагружения.

Испытание продолжают до разрушения образца, определяя максимальное показание стрелки ИЧ-10. Максимальную нагрузку $F_{\max}$ определяют с погрешностью не более 1%.

После испытания определяют влажность образцов по ГОСТ 16483.7-71.

При испытании определяют:

- величина и характер распределения нормальных напряжений по высоте сечения балки при расчетной нагрузке;
- прогиб балки при расчетной нагрузке и на каждой ступени нагружения;
- величина разрушающей нагрузки.

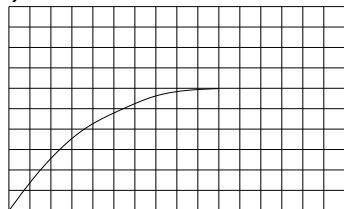
Нагружение балки производится ступенями $0,125 P_{\text{расчет}}$.

Показания тензометров записываются при нулевой и расчетной нагрузках. Показания индикаторов или прогибомеров записываются на каждой ступени нагрузки до величины $P_{\text{расчет}}$, после чего приборы снимаются и образец нагружается до разрушения.

6. Обработка результатов испытаний

По данным испытания определяются: фибровые деформации древесины балки и строится эпюра нормальных напряжений по высоте ее поперечного сечения; прогибы балки в середине пролета с построением графика зависимости прогибов от нагрузки.

$\sigma, \text{ МПа}$



$f, \text{ мм}$

По величинам прогибов балки при нагрузках $0,125 P_{\text{расчет}}$ и $0,25 P_{\text{расчет}}$ можно вычислить усредненный модуль упругости древесины образца при кратковременном нагружении и оценить влияние поперечной силы на прогиб данной балки. Для этого по показаниям индикатора определяем прогиб балки в середине пролета и вычисляем усредненный модуль упругости древесины без учета влияния поперечной силы.

Предел прочности (σ_w) (в МПа) образца с влажностью в момент испытания вычисляют по формуле:

$$\sigma_w = \frac{3P_{\text{max}} \cdot l}{2bh^2}$$

где: P_{max} – максимальная нагрузка, Н;

l – расстояние между центрами опор, мм;

h – высота образца, мм;

b – ширина образца, мм.

Результат вычисляют и округляют до 1 МПа.

Результаты испытаний записывают в протокол.

ПРОТОКОЛ

определение предела прочности при статическом изгибе

Порода _____ Температура воздуха t _____ °С

Продолжительность или скорость нагружения _____ мин

Относительная влажность воздуха ϕ _____ %

Статистические показатели по ГОСТ 16483.0-89.

Марка образца	Размеры поперечного сечения, мм		Разрушающая нагрузка P_{max} , Н	Влажность W , %	Поправочный коэффициент, α	Коэффициент пересчета, K_{12}	Предел прочности, МПа	
	b	h					σ_w	σ_{12}
1	2	3	4	5	6	7	8	9

7. Содержание отчета и его форма

Структура отчета:

- цель и содержание работы;
- методика и порядок выполнения работы;
- результаты испытаний;
- выводы.

8. Вопросы для защиты работы

1. Какие проверки выполняются для балок по первой группе предельных состояний?
2. Какая проверка выполняется для балок по второй группе предельных состояний?
3. Как выглядит эпюра нормальных напряжений по высоте поперечного сечения балки?
4. Как выглядит эпюра касательных напряжений по высоте поперечного сечения балки?
5. Как определяется усредненный модуль упругости древесины балки?
6. Какое влияние оказывают поперечные силы на полный прогиб балки?

При защите работы студент рассказывает о цели работы, о выполнении, описывает образцы для испытания, оборудование, формулирует выводы о результатах испытания, а также отвечает на вопросы преподавателя.

9. Литература

Основная литература:

1. Дмитриев, П. Арочные и рамные конструкции из цельной и клееной древесины : учебное пособие / П. Дмитриев, В. Жаданов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург : ОГУ, 2014. - 170 с. - ISBN 978-5-7410-0714-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259165> (11.08.2015).
2. Бурлаченко, О.В. Технология ремонта и усиления строительных конструкций жилых и гражданских зданий : учебное пособие / О.В. Бурлаченко, В.И. Берлинер. - Волгоград : Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет, 2010. - 239 с. - ISBN 978-5-98276-398-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=142296> (11.08.2015).

Дополнительная литература:

1. Расчет конструкций из дерева и пластмасс: учеб. пособие для студ. вузов / Ф.А. Бойтемиров, В.М. Головина, Э.М. Улицкая; под ред. Ф.А. Бойтемирова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 160 с.
2. 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.: Издательство АСВ, 2004. – 440 с.
3. Гринь И.М. и др. Строительные конструкции из дерева и синтетических материалов. Проектирование и расчет: Учеб. пособие / И.М. Гринь, К.Е. Джан-Темиров, В.И. Гринь. – 4-е изд., стереотипное. – М.: «ИД Альянс», 2008. – 221 с.: ил.
4. Зубарев Г.Н., Лялин И.М. Конструкции из дерева и пластмасс: Учеб. пособие для студентов вузов. – М.: Высш. школа, 1980. – 311 с., ил.
5. Вдовин В.М., Карпов В.Н. Сборник задач и практические методы их решения по курсу «Конструкции из дерева и пластмасс»: Учебное пособие. – Москва: ИВАС, 1999. – 133 с.: ил.

6. Конструкции из дерева и пластмасс: Учеб. для вузов / Ю.В.Слицкоухов, В.Д.Буданов, М.М.Гаппоев и др.; Под ред. Г.Г.Карлсена и Ю.В.Слицкоухова. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1986. – 543 с., ил.

7. Конструкции из дерева и пластмасс. Примеры расчета и конструирования: Учеб. пособие для вузов / Под ред. проф. Иванова В.А. – 3-е изд., перераб. и доп. – Киев: Вища школа, Головное изд-во, 1981. – 392 с.

*Тема 3. Материалы для изготовления конструкций из дерева и пластмасс.
Свойства материалов*

Лабораторная работа 3

Определение условного предела прочности древесины при сжатии поперек волокон.

1. Цель и содержание работы

Цель работы - ознакомление с методикой испытаний и определение условного предела прочности древесины при сжатии поперек волокон.

Содержание работы - определение деформаций на каждой ступени нагружения, определение нагрузки, соответствующей достижению условного предела прочности по заметному увеличению скорости деформирования образца, вычисление условного предела прочности.

Испытание продолжают до очевидного перехода условного предела прочности, что определяют по диаграмме прибора или заметному увеличению скорости деформирования образца.

2. Теоретическое обоснование.

На первых этапах нагружения древесина работает почти упруго, и рост деформации происходит по закону близкому к линейному. При дальнейшем увеличении напряжений деформации растут быстрее, чем напряжения, указывая на упруго-пластическую работу древесины. Нагрузку P , соответствующую условному пределу прочности, определяют по диаграмме сжатия поперек волокон как ординату точки, в которой отступление от линейной зависимости между нагрузкой и деформацией достигает такой величины, что тангенс угла, образованного осью нагрузок, и картельной к графику $P-\Delta l$ увеличивается на 50% своего значения, соответствующего прямолинейному участку графика.

3. Аппаратура и материалы.

Образцы изготавливают в форме прямоугольной призмы основанием 20х20 мм и длиной вдоль волокон 30 мм. Если годовые слои имеют ширину более 4 мм, размеры поперечного сечения должны быть увеличены так, чтобы образец включал не менее 5 слоев.

Точность изготовления, влажность и количество образцов для каждого направления действия нагрузки должны соответствовать требованиям ГОСТ 16483.0-89.

Испытательная машина-с устройством для записи нагрузки с масштабом не более 50 Н/мм и деформации образца с масштабом не более 0,01 мм.

Штангенциркуль по ГОСТ 166-89.

Аппаратура и материалы для определения влажности древесины по ГОСТ 16483.7-71.

4. Указания о технике безопасности.

К выполнению лабораторных работ допускаются только студенты, прошедшие инструктаж: по технике безопасности.

Зона выполнения лабораторных работ должна быть изолирована от учебной зоны аудитории. Нахождение посторонних лиц в рабочей зоне запрещается.

Все контактные соединения должны быть очищены и проверены на плотность затяжки. Пользование приборами с оборванными нитями тросов и другими видимыми повреждениями не допускается.

При перерывах в работе, а также после окончания работы прибор необходимо разгрузить. Запрещается оставлять без надзора прибор под нагрузкой.

При проведении испытаний должно быть смешанное освещение, то есть естественное и искусственное, что обеспечивает освещенность зоны испытаний в соответствии с требованиями СНиП.

5. Методика и порядок выполнения работы.

Ширину b в тангенциальном направлении при радиальном сжатии или в радиальном направлении при тангентальном сжатии и длину l измеряют с погрешностью не более 0,1 мм соответственно на середине длины и ширины образца.

Образец помещают в машину тангенциальной или радиальной поверхностью кверху и нагружают через пуансон с использованием металлической прокладки.

Постоянная скорость нагружения или постоянная скорость перемещения нагружающей головки машины должна быть такой, чтобы условный предел прочности был достигнут через $(1,5 \pm 0,5)$ мин после начала нагружения.

Деформацию образца определяют по индикатору часового типа с погрешностью не более 0,01 мм через равные интервалы приращения нагрузки. Интервал должен быть меньше нагрузки, соответствующей условному пределу прочности не менее чем в 10 раз. Допускается назначать интервал приращения нагрузки 200 Н для мягких пород и 400 Н для твердых пород.

Испытание продолжают до очевидного перехода условного предела прочности, что определяют по диаграмме машины или заметному увеличению скорости деформирования образца.

Влажность определяют на испытанных образцах по ГОСТ 15483.7-71.

Нагрузку P , соответствующую условному пределу прочности, определяют по диаграмме сжатия поперек волокон как ординату точки, в которой отступление от линейной зависимости между нагрузкой и деформацией достигает такой величины, что тангенс угла, образованного осью нагрузок и касательной к графику $P - \Delta l$ увеличивается на 50% своего значения, соответствующего прямолинейному участку графика.

При испытаниях вычерчивают диаграмму с масштабом по оси ординат не более 50 Н/мм и по оси абсцисс - ее более 0,01 мм.

Условный предел прочности σ , образца с влажностью W в момент испытания вычисляют с округлением до 0,1 МПа по формуле:

$$\sigma_w = \frac{P}{b \cdot l}$$

где: P - нагрузка соответствующая условному пределу прочности, Н;

b и l - ширина и длина, образца, мм.

Условный предел прочности σ_w образца с нормализованной влажностью пересчитывают к влажности 12% с округлением до 0,1 МПа по формуле:

$$\sigma_{12} = \sigma_{12} [1 + \alpha(W - 12)]$$

где σ_w - условный предел прочности образца с влажностью W в момент испытания, МПа;

α - поправочный коэффициент, равный 0,035;

W - влажность образца в момент испытания, %.

Условный предел прочности σ_w образца с влажностью, равной или больше предела гигроскопичности, пересчитывают к влажности 12% с округлением до 0,1 МПа по формуле:

$$\sigma_{12} = \sigma_w \cdot K_{12}$$

где σ_w - условный предел прочности образца с влажностью W в момент испытания, МПа;

K_{12} - пересчетный коэффициент при влажности 30%, равный: 1,67 - для лиственных пород при обоих направлениях сжатия и для хвойных пород при радиальном сжатии; 2,45 - для хвойных пород при тангенциальном сжатии.

Результаты измерений и расчетов записывают в протокол испытаний

ПРОТОКОЛ

испытаний древесины на сжатие поперек волокон

Порода _____ Температура воздуха t, _____ °C

Сжатие _____ Степень насыщенности воздуха φ , % _____

Скорость нагружения, Н/мин _____

Маркировка образца	Размеры образца, мм		Деформация, мм											Влажность W, %	Условный предел прочности, МПа		Примечание
			Для мягких пород при нагрузке, Н														
			20 0	400	60 0	800	100 0	120 0	140 0	160 0	180 0	200 0	2200				
			Для твердых пород при нагрузке, Н														
	b	l	40 0	800	120 0	16 00	200 0	240 0	280 0	320 0	360 0	400 0	440 0		σ_w	σ_{12}	

Подпись _____

6. Содержание отчета и его форма.

Структура отчета:

- цель и содержание работы;
- методика и порядок выполнения работы;
- результаты испытаний;
- выводы,

7. Контрольные вопросы и защита работы.

1. Какой формы и каких размеров испытываются образцы для определения предела прочности древесины при сжатии поперек волокон?
2. Какое минимальное количество годовых слоев должно быть у испытываемого образца?
3. Через сколько минут после начала нагружения должен быть достигнут условный предел прочности?
4. Как по диаграмме сжатия определяют нагрузку, соответствующую условному пределу прочности?
5. Как по результатам испытания вычисляется условный предел прочности древесины при сжатии поперек волокон?

8. Литература.

Основная литература:

1. Дмитриев, П. Арочные и рамные конструкции из цельной и клееной древесины : учебное пособие / П. Дмитриев, В. Жаданов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург : ОГУ, 2014. - 170 с. - ISBN 978-5-7410-0714-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259165> (11.08.2015).
2. Бурлаченко, О.В. Технология ремонта и усиления строительных конструкций жилых и гражданских зданий : учебное пособие / О.В. Бурлаченко, В.И. Берлинер. - Волгоград : Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет, 2010. - 239 с. - ISBN 978-5-98276-398-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=142296> (11.08.2015).

Дополнительная литература:

1. Расчет конструкций из дерева и пластмасс: учеб. пособие для студ. вузов / Ф.А. Бойтемиров, В.М. Головина, Э.М. Улицкая; под ред. Ф.А. Бойтемирова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 160 с.
2. 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.: Издательство АСВ, 2004. – 440 с.
3. Гринь И.М. и др. Строительные конструкции из дерева и синтетических материалов. Проектирование и расчет: Учеб. пособие / И.М. Гринь, К.Е. Джан-Темиров, В.И. Гринь. – 4-е изд., стереотипное. – М.: «ИД Альянс», 2008. – 221 с.: ил.
4. Зубарев Г.Н., Лялин И.М. Конструкции из дерева и пластмасс: Учеб. пособие для студентов вузов. – М.: Высш. школа, 1980. – 311 с., ил.
5. Вдовин В.М., Карпов В.Н. Сборник задач и практические методы их решения по курсу «Конструкции из дерева и пластмасс»: Учебное пособие. – Москва: ИВАС, 1999. – 133 с.: ил.
6. Конструкции из дерева и пластмасс: Учеб. для вузов / Ю.В.Слицкоухов, В.Д.Буданов, М.М.Гаппоев и др.; Под ред. Г.Г.Карлсена и Ю.В.Слицкоухова. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1986. – 543 с., ил.
7. Конструкции из дерева и пластмасс. Примеры расчета и конструирования: Учеб. пособие для вузов / Под ред. проф. Иванова В.А. – 3-е изд., перераб. и доп. – Киев: Вища школа, Головное изд-во, 1981. – 392 с.

Тема 4. Работа и расчет соединений деревянных и пластмассовых конструкций

Лабораторная работа 4.

Определение предела прочности древесины при сжатии вдоль волокон.

1 Цель и содержание работы.

Цель работы - ознакомление с методикой испытаний и определение предела прочности древесины при сжатии вдоль волокон.

Содержание работы - определение деформаций на каждой ступени нагружения, определение нагрузки соответствующей достижению условного предела прочности по заметному увеличению скорости деформирования образца, вычисление условного предела прочности. Испытание продолжают до очевидного перехода условного предела прочности, что определяют по диаграмме машины или заметному увеличению скорости деформирования образца.

2. Теоретическое обоснование.

В сечениях сжатого элемента от сжимающего усилия, действующего вдоль его оси возникают почти одинаковые по величине нормальные сжимающие напряжения. Древесина работает на сжатие более надежно, чем на растяжение, но не вполне упруго.

Примерно до половины предела прочности древесина работает почти упруго, и рост деформаций происходит по закону близкому к линейному. При дальнейшем увеличении напряжений деформации растут быстрее, чем напряжения, указывая на упруго-пластическую работу древесины. Сжатые элементы работают более надежно, чем растянутые, и разрушаются только после заметных деформаций.

3. Аппаратура и материалы

Машина испытательная с погрешностью измерения нагрузки не более 1%. Штангенциркуль по ГОСТ 166-89* с погрешностью измерения не более 0,1 мм. Приспособление к испытательной машине. Аппаратура для определения влажности - по ГОСТ 16483 7-71.

Образцы изготовляют в форме прямоугольной призмы основанием 20х20 мм и длиной вдоль волокон 30 мм. Точность изготовления, влажность и количество образцов должны соответствовать требованиям ГОСТ 16483.0-89.

4. Указания по технике безопасности.

К выполнению лабораторных работ допускаются только студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности. Зона выполнения лабораторных работ должна быть изолирована от учебной зоны аудитории. Нахождение посторонних лиц в рабочей зоне запрещается.

Все контактные соединения должны быть очищены и проверены на плотность затяжки. Пользование приборами с разбитыми стеклами, погнутыми стеклами и другими повреждениями не допускается.

При перерывах в работе, а также после окончания работы все приборы необходимо разгрузить. Запрещается оставлять без надзора нагруженные приборы.

При проведении испытаний должно быть смешанное освещение, то есть естественное и искусственное, что обеспечивает освещенность зоны испытаний в соответствии с требованиями СНиП.

5. Методика и порядок выполнения работы

Размеры а и b поперечного сечения образца измеряют на середине длины с погрешностью не более 0,1 мм.

Образец помещают в приспособление для испытания на сжатие. Нагрузку на образец передают через пуансон. Образец нагружают равномерно с постоянной скоростью нагружения или постоянной скоростью перемещения нагружающей головки машины. Скорость должна быть такой, чтобы образец разрушился через $(1,0 \pm 0,5)$ мин после начала нагружения. При использовании машины с электромеханическим приводом допускается проводить нагружение образца равномерно со скоростью (25000 ± 5000) Н/мин или проводить испытание при скорости перемещения нагружающей головки испытательной машины 4 мм/мин при условии достижения предела прочности при сжатии вдоль волокон в указанный интервал времени. Максимальную нагрузку Р измеряют с погрешностью не более 1%.

После испытаний определяют влажность образцов в соответствии с требованиями ГОСТ 16483.7-71. Пробой для определения влажности является весь образец.

Предел прочности древесины при кондиционировании образцов σ_w в МПа вычисляют по формуле:

$$\sigma_w = \frac{P_{\max}}{a \cdot b}$$

где: $P_{\max}$ - максимальная нагрузка, Н,

a и b - размеры поперечного сечения образца, мм.

Вычисление производят с округлением до 0,5 МПа.

Предел прочности σ_w в МПа пересчитывают на влажность 12% по формулам для образцов с влажностью меньше предела гигроскопичности:

$$\sigma_{12} = \sigma_w [1 + \alpha(W - 12)]$$

где σ_w - условный предел прочности образца с влажностью W в момент испытания, МПа;

α - поправочный коэффициент, равный 0,035;

W - влажность образца в момент испытания, %.

Вычисление производят с округлением до 0,5 МПа.

Результаты испытаний и расчетов записывают в протокол испытаний

ПРОТОКОЛ

определения предела прочности при сжатии вдоль волокон

Порода _____ Температура воздуха t , _____ °С

Скорость нагружения, Н/мин _____

Степень насыщенности воздуха f , _____ %

Марка образца	Размеры поперечного сечения, мм		Максимальная нагрузка $P_{\max}$, Н	Влажность W , %	Предел прочности, МПа		Примечание
	a	b			σ_w	σ_{12}	
1	2	3	4	5	7	8	9

6. Содержание отчета и его форма.

Структура отчета:

- цель и содержание работы;
- методика и порядок выполнения работы;
- результаты испытаний;
- выводы.

7. Контрольные вопросы и защита работы.

1. Какой формы и каких размеров испытываются образцы для определения предела прочности древесины при сжатии вдоль волокон?
2. Через сколько минут после начала нагружения должен быть достигнут предел прочности?
3. Как по диаграмме сжатия определяют нагрузку, соответствующую пределу прочности на сжатие?
4. Как по результатам испытания вычисляется предел прочности древесины при сжатии поперек волокон?

5. Как учитывается влажность образцов при определении предела прочности древесины при сжатии вдоль волокон?

8. Литература.

Основная литература:

1. Дмитриев, П. Арочные и рамные конструкции из цельной и клееной древесины : учебное пособие / П. Дмитриев, В. Жаданов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург : ОГУ, 2014. - 170 с. - ISBN 978-5-7410-0714-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259165> (11.08.2015).
2. Бурлаченко, О.В. Технология ремонта и усиления строительных конструкций жилых и гражданских зданий : учебное пособие / О.В. Бурлаченко, В.И. Берлинер. - Волгоград : Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет, 2010. - 239 с. - ISBN 978-5-98276-398-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=142296> (11.08.2015).

Дополнительная литература:

1. Расчет конструкций из дерева и пластмасс: учеб. пособие для студ. вузов / Ф.А. Бойтемиров, В.М. Головина, Э.М. Улицкая; под ред. Ф.А. Бойтемирова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 160 с.
2. 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.: Издательство АСВ, 2004. – 440 с.
3. Гринь И.М. и др. Строительные конструкции из дерева и синтетических материалов. Проектирование и расчет: Учеб. пособие / И.М. Гринь, К.Е. Джан-Темиров, В.И. Гринь. – 4-е изд., стереотипное. – М.: «ИД Альянс», 2008. – 221 с.: ил.
4. Зубарев Г.Н., Лялин И.М. Конструкции из дерева и пластмасс: Учеб. пособие для студентов вузов. – М.: Высш. школа, 1980. – 311 с., ил.
5. Вдовин В.М., Карпов В.Н. Сборник задач и практические методы их решения по курсу «Конструкции из дерева и пластмасс»: Учебное пособие. – Москва: ИВАС, 1999. – 133 с.: ил.
6. Конструкции из дерева и пластмасс: Учеб. для вузов / Ю.В.Слицкоухов, В.Д.Буданов, М.М.Гаппоев и др.; Под ред. Г.Г.Карлсена и Ю.В.Слицкоухова. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1986. – 543 с., ил.
7. Конструкции из дерева и пластмасс. Примеры расчета и конструирования: Учеб. пособие для вузов / Под ред. проф. Иванова В.А. – 3-е изд., перераб. и доп. – Киев: Вища школа, Головное изд-во, 1981. – 392 с.

Тема 5. Дощатые настилы и деревянные прогоны

Лабораторная работа 5.

Определение предела прочности древесины при скалывании вдоль волокон.

1. Цель и содержание работы.

Цель работы - определить разрушающую нагрузку при испытании образца и вычислить предел прочности при этой нагрузке.

Содержание работы: определение размеров площади скалывания, определение экспериментальным путем величины разрушающей нагрузки, вычисление предела

прочности древесины при скалывании вдоль волокон, определение влажности древесины.

2. Теоретическое обоснование.

Скалывание древесины происходит в продольных сечениях элементов, параллельных их осевым плоскостям, от действия скалывающих усилий. Эти усилия действуют вдоль волокон и от них возникают скалывающие напряжения. Волокна древесины имеют относительно слабые связи между собой, которые легко разрываются при скалывании. Скалывающие напряжения по длине плоскости скалывания распределяются особенно неравномерно. Они имеют наибольшие значения в зоне приложения скалывающих сил и наименьшее у свободной стороны. Образцы при скалывании разрушаются хрупко.

3. Аппаратура и материалы.

В качестве испытательной машины используется модернизированный прибор ПСГ-2М с погрешностью измерения нагрузки не более 1%.

Приспособление к испытательной машине из цельно металлического элемента.

Штангенциркуль по ГОСТ 166-89*.

Точность изготовления, влажность и количество образцов должны соответствовать ГОСТ 16483.0-89

4. Указания по технике безопасности.

К выполнению лабораторных работ допускаются только студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности.

Зона выполнения лабораторных работ должна быть изолирована от учебной зоны аудитории. Нахождение посторонних лиц в рабочей зоне запрещается. Все контактные соединения должны быть очищены и проверены на плотность затяжки.

Использовать прибор с видимыми повреждениями его элементов запрещается. При перерывах в работе, а так же по окончании работ прибор необходимо разгрузить. Запрещается оставлять без надзора нагруженный прибор.

При проведении испытаний должно быть смешанное освещение, то есть естественное и искусственное, что обеспечивает освещенность зоны испытаний в соответствии с требованиями СНиП.

5. Методика и порядок выполнения работы.

Испытание на скалывание проводят по тангентальной и радиальной плоскостям.

Толщину образца b длину скалывания l измеряют штангенциркулем по ожидаемой плоскости скалывания с погрешностью не более 0,1 мм.

Образец помещают в приспособление для испытания на скалывание которое фиксируют хомуты.

После испытания определяют влажность образцов соответствии с ГОСТ 16483.7-71. Пробой для определения влажности является большая часть разрушенного образца.

Предел прочности древесины при кондиционировании образцов s_w в МПа вычисляют по формуле:

$$\sigma_w = \frac{P_{max}}{b \cdot l}$$

где: P_{max} – максимальная нагрузка, Н;

b – толщина образца, мм;

l – длина скалывания, мм.

Вычисления производят с округлением до 0,1 МПа.

Предел прочности σ_w в МПа образца с нормализованной влажностью пересчитывают к влажности 12% с округлением до 0,1 МПа по формуле:

$$\sigma_{12} = \sigma_{12} [1 + \alpha(W - 12)]$$

где σ_w - условный предел прочности образца с влажностью W в момент испытания, МПа;

α - поправочный коэффициент, равный 0,03;

W - влажность образца в момент испытания, %.

Предел прочности σ_w образца с влажностью, равной или больше предела гигроскопичности, пересчитывают к влажности 12% с округлением до 0,1 МПа по формуле:

$$\sigma_{12} = \frac{\sigma_w}{K_{12}^{30}}$$

где σ_w - условный предел прочности образца с влажностью W в момент испытания, МПа;

K_{12} - пересчетный коэффициент при влажности 30%, равный: 0,730 - для акации, вяза и дуба; 0,535 - для березы и ореха; 0,610 - для бука и груши, сосны кедровой и обыкновенной, ели и лиственницы; 0,570 - для граба, ивы, осины и тополя, 0,650 - для клена, липы, ольхи, пихты и ясеня.

Вычисление производят с округлением до 0,1 МПа.

Результаты испытаний и расчетов заносят в протокол испытаний

ПРОТОКОЛ

определения предела прочности при скалывании вдоль волокон

Порода _____ Температура воздуха t, _____ °C

Степень насыщенности воздуха f, % _____

Марка образца	Плоскость скалывания	Размеры поперечного сечения, мм		Максимальная нагрузка P_{max} , Н	Влажность W, %	Предел прочности, МПа	
		b	l			σ_w	σ_{12}
1	2	3	4	5	6	7	8

. Подпись _____

6. Содержание отчета и его форма.

Структура отчета:

- цель и содержание работы;
- методика и порядок выполнения работы;
- результаты испытаний,
- выводы.

7. Контрольные вопросы и защита работы.

1. Как рассчитываются на скалывание изгибаемые элементы?

2. Как работают на скалывание изгибаемые элементы?
3. Где действуют максимальные напряжения скалывания?
4. Каков характер разрушения образцов при скалывании?
5. Чем объясняется пониженная по сравнению с прочностью на скалывание поперек волокон прочность на скалывание вдоль волокон?

8. Литература.

Основная литература:

1. Дмитриев, П. Арочные и рамные конструкции из цельной и клееной древесины : учебное пособие / П. Дмитриев, В. Жаданов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург : ОГУ, 2014. - 170 с. - ISBN 978-5-7410-0714-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259165> (11.08.2015).
2. Бурлаченко, О.В. Технология ремонта и усиления строительных конструкций жилых и гражданских зданий : учебное пособие / О.В. Бурлаченко, В.И. Берлинер. - Волгоград : Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет, 2010. - 239 с. - ISBN 978-5-98276-398-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=142296> (11.08.2015).

Дополнительная литература:

1. Расчет конструкций из дерева и пластмасс: учеб. пособие для студ. вузов / Ф.А. Бойтемиров, В.М. Головина, Э.М. Улицкая; под ред. Ф.А. Бойтемирова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 160 с.
2. 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.: Издательство АСВ, 2004. – 440 с.
3. Гринь И.М. и др. Строительные конструкции из дерева и синтетических материалов. Проектирование и расчет: Учеб. пособие / И.М. Гринь, К.Е. Джан-Темиров, В.И. Гринь. – 4-е изд., стереотипное. – М.: «ИД Альянс», 2008. – 221 с.: ил.
4. Зубарев Г.Н., Лялин И.М. Конструкции из дерева и пластмасс: Учеб. пособие для студентов вузов. – М.: Высш. школа, 1980. – 311 с., ил.
5. Вдовин В.М., Карпов В.Н. Сборник задач и практические методы их решения по курсу «Конструкции из дерева и пластмасс»: Учебное пособие. – Москва: ИВАС, 1999. – 133 с.: ил.
6. Конструкции из дерева и пластмасс: Учеб. для вузов / Ю.В.Слицкоухов, В.Д.Буданов, М.М.Гаппоев и др.; Под ред. Г.Г.Карлсена и Ю.В.Слицкоухова. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1986. – 543 с., ил.
7. Конструкции из дерева и пластмасс. Примеры расчета и конструирования: Учеб. пособие для вузов / Под ред. проф. Иванова В.А. – 3-е изд., перераб. и доп. – Киев: Вища школа, Головное изд-во, 1981. – 392 с.

Тема 6. Трехслойные ограждающие конструкции

Лабораторная работа 6.

Определение предела прочности древесины при скалывании поперек волокон.

1. Цель и содержание работы

Цель работы - определить разрушающую нагрузку при испытании образца и вычислить предел прочности при этой нагрузке.

Содержание работы: определение размеров площади скалывания, определение экспериментальным путем величины разрушающей нагрузки, вычисление предела прочности древесины при скалывании поперек волокон, определение влажности древесины.

2. Теоретическое обоснование.

Скалывание древесины происходит в продольных, сечениях изгибаемых элементов, параллельных их осевым плоскостям, от действия скалывающих усилий. Эти усилия могут действовать поперек волокон и от них возникают скалывающие напряжения. Скалывающие напряжения по длине плоскости скалывания распределяются особенно неравномерно. Они имеют наибольшие значения в зоне приложения скалывающих сил и наименьшее у свободной стороны. Образцы при скалывании разрушаются хрупко, почти мгновенно.

3. Аппаратура и материалы.

Испытательная машина с погрешностью измерения нагрузки не более 1%.

Штангенциркуль по ГОСТ 166-89.

Приспособление к испытательной машине.

Аппаратура и материалы для определения влажности древесины - по ГОСТ 16483.7-71.

5. Методики и порядок выполнения работы.

Длину выступа образца l и высоту h измеряют с погрешностью не более 0,1 мм.

Образцы испытывают с помощью приспособления к испытательной машине. Перемещением подвижной опоры обеспечивают прилегание опорных граней образца к соответствующим поверхностям приспособления. Подвижная опора должна прижиматься к образцу с силой, равной 5-9 Н.

Нагрузку на образец передают через пуансон испытательной машины равномерно со скоростью (2000х500) Н/мин. Допускается проводить испытания при скорости перемещения нагружающей головки испытательной машины 4 мм/мин.

Испытание продолжают до разрушения образца. Максимальную нагрузку $P_{\max}$ определяют с точностью до 1%.

После испытания определяют влажность образцов в соответствии с требованиями ГОСТ 16483.7-71. Пробой для определения влажности является большая часть разрушенного образца. Для определения средней влажности испытанных образцов допускается отбирать каждый четвертой образец, но не меньше трех.

Предел прочности σ_w образца с влажностью W в момент испытания вычисляют с точностью до 0,1 МПа по формуле:

$$\sigma_w = \frac{P_{\max}}{b \cdot l}$$

где: $P_{\max}$ – максимальная нагрузка, Н;

b – высота выступа, мм;

l – длина выступа, мм.

Вычисления производят с округлением до 0,1 МПа.

Предел прочности σ_w в МПа образца с нормализованной влажностью пересчитывают к влажности 12% с округлением до 0,1 МПа по формуле:

$$\sigma_{12} = \sigma_w [1 + \alpha(W - 12)]$$

где σ_w – предел прочности образца с влажностью W в момент испытания, МПа;

α – поправочный коэффициент, равный 0,03;

W – влажность образца в момент испытания, %.

Результаты измерений и расчетов заносят в протокол испытаний.

ПРОТОКОЛ

испытаний древесины на скалывание поперек волокон

Порода _____ Температура воздуха t , _____ °C

Плоскость скалывания _____

Степень насыщенности влагой воздуха f , _____ %

Скорость нагружения: _____ Н/мин _____ мм/мин

Марка образца	Размеры выступа образца, мм		Максимальная нагрузка $P_{\max}$, Н	Влажность W , %	Предел прочности, МПа		Примечание
	l	b			σ_w	σ_{12}	
1	2	3	4	5	7	8	9

6. Содержание отчета и его форма.

Структура отчета:

- цель и содержание работы;
- методика и порядок выполнения работы;
- результаты испытаний;
- выводы.

7. Контрольные вопросы и защита работы.

1. Как рассчитываются на скалывание изгибаемые элементы?
2. Как работают на скалывание изгибаемые элементы?
3. Где действуют максимальные напряжения скалывания?
4. Каков характер разрушения образцов при скалывании?
5. Чем объясняется повышенная по сравнению с прочностью на скалывание вдоль волокон прочность на скалывание поперек волокон?

Список литературы.

Основная литература:

1. Дмитриев, П. Арочные и рамные конструкции из цельной и клееной древесины : учебное пособие / П. Дмитриев, В. Жаданов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург : ОГУ, 2014. - 170 с. - ISBN 978-5-7410-0714-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259165> (11.08.2015).
2. Бурлаченко, О.В. Технология ремонта и усиления строительных конструкций жилых и гражданских зданий : учебное пособие / О.В. Бурлаченко, В.И. Берлинер. - Волгоград : Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет, 2010. - 239

с. - ISBN 978-5-98276-398-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=142296> (11.08.2015).

Дополнительная литература:

1. Расчет конструкций из дерева и пластмасс: учеб. пособие для студ. вузов / Ф.А. Бойтемиров, В.М. Головина, Э.М. Улицкая; под ред. Ф.А. Бойтемирова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 160 с.
2. 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.: Издательство АСВ, 2004. – 440 с.
3. Гринь И.М. и др. Строительные конструкции из дерева и синтетических материалов. Проектирование и расчет: Учеб. пособие / И.М. Гринь, К.Е. Джан-Темиров, В.И. Гринь. – 4-е изд., стереотипное. – М.: «ИД Альянс», 2008. – 221 с.: ил.
4. Зубарев Г.Н., Лялин И.М. Конструкции из дерева и пластмасс: Учеб. пособие для студентов вузов. – М.: Высш. школа, 1980. – 311 с., ил.
5. Вдовин В.М., Карпов В.Н. Сборник задач и практические методы их решения по курсу «Конструкции из дерева и пластмасс»: Учебное пособие. – Москва: ИВАС, 1999. – 133 с.: ил.
6. Конструкции из дерева и пластмасс: Учеб. для вузов / Ю.В.Слицкоухов, В.Д.Буданов, М.М.Гаппоев и др.; Под ред. Г.Г.Карлсена и Ю.В.Слицкоухова. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1986. – 543 с., ил.
7. Конструкции из дерева и пластмасс. Примеры расчета и конструирования: Учеб. пособие для вузов / Под ред. проф. Иванова В.А. – 3-е изд., перераб. и доп. – Киев: Вища школа, Головное изд-во, 1981. – 392 с.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания
по организации и проведению самостоятельной работы
по дисциплине «Конструкции из дерева и пластмасс»
для студентов направления подготовки 08.03.01 Строительство
направленность (профиль) «Строительство зданий и сооружений»

Пятигорск, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ.....	
Введение.....	
1. Общая характеристика самостоятельной работы студента	
2. План - график выполнения самостоятельной работы.....	
3. Контрольные точки и виды отчетности по ним	
4. Методические указания по изучению теоретического материала	
5. Методические указания	
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	

Введение

Методические указания и задания для выполнения самостоятельной работы студентами по дисциплине «Конструкции из дерева и пластмасс» по направлению подготовки бакалавров: 08.03.01 Строительство.

Методическое указание содержит весь необходимый материал для выполнения самостоятельной работы по дисциплине «Конструкции из дерева и пластмасс».

В данном методическом указании приведены темы и вопросы для самостоятельного изучения.

1. Общая характеристика самостоятельной работы студента

Самостоятельная работа – это вид учебной деятельности, выполняемый учащимся без непосредственного контакта с преподавателем или управляемый преподавателем опосредованно через специальные учебные материалы; неотъемлемое обязательное звено процесса обучения, предусматривающее прежде всего индивидуальную работу учащихся в соответствии с установкой преподавателя или учебника, программы обучения.

На современном этапе самостоятельную работу студента следует разделить на работу с бумажными источниками информации, т.е. учебниками, методическими пособиями, монографиями, журналами и т.д. и электронными источниками информации, т.е. доступ к электронным ресурсам через Интернет.

Сегодня самостоятельную работу студента невозможно представить без использования информационной сети – Интернет. Необходимость использования Интернета возникает не только при подготовке к практическим и семинарским занятиям, но, в большей степени, при написании различных исследовательских и творческих работ. Многие современные монографии, периодические журналы изданы только в электронном виде и с ними можно познакомиться только в Интернете.

Цели и задачи самостоятельной работы: формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Наименование компетенции

Код	Формулировка
ПК-3	Способен проводить расчетное обоснование и конструирование строительных конструкций зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения

2. План - график выполнения самостоятельной работы

Коды реализуемых компетенций	Вид деятельности студентов	Итоговый продукт самостоятельной работы	Средства и технологии оценки	Объём часов, в том числе		
				СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
6 семестр						
ПК-3 (ИД-1 ПК-3; ИД-2 ПК-3; ИД-3 ПК-3; ИД-4 ПК-3; ИД-5 ПК-3; ИД-6 ПК-3; ИД-7 ПК-3;	Самостоятельное изучение литературы по темам № 1-7	Конспект	Собеседование	36	4	40
	Подготовка к практическим занятиям	Индивидуальное задание	Отчёт (письменный)	8,2	0,9	9

И8 ПК-3)	Подготовка к лабораторным занятиям	Индивидуальное задание	Отчёт (письменный)	4,5	0,5	5
	Подготовка доклада	Текст доклада	Доклад	2,7	0,3	3
Итого за 6 семестр				51,3	5,7	57
ИТОГО				51,3	5,7	57

3. Контрольные точки и виды отчетности по ним

На первом этапе необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, в которой рассмотрено содержание тем дисциплины лекционного курса, взаимосвязь тем лекций с практическими и лабораторными занятиями, темы и виды самостоятельной работы. По каждому виду самостоятельной работы предусмотрены определённые формы отчетности.

4. Методические указания по изучению теоретического материала

При самостоятельном изучении теоретического материала по дисциплине "Конструкции из дерева и пластмасс" следует придерживаться следующих общих указаний:

Указания по организации работы с литературой

Работа с литературой - обязательный компонент любой научной деятельности. Сама научная литература является высшим средством существования и развития науки. За время пребывания в высшей школе студент должен изучить и освоить много учебников, статей, книг и другой необходимой для будущего специалиста литературы на родном и иностранном языках. В связи с этим перед студентами стоит большая и важная задача - в совершенстве овладеть рациональными приемами работы с книжным материалом.

Приступая к работе над книгой, следует сначала ознакомиться с материалом в целом: оглавлением, аннотацией, введением и заключением путем беглого чтения-просмотра, не делая никаких записей. Этот просмотр позволит получить представление обо всем материале, который необходимо усвоить.

После этого следует переходить к внимательному чтению - штудированию материала по главам, разделам, параграфам. Это самая важная часть работы по овладению книжным материалом. Читать следует про себя. (При этом читающий меньше устает, усваивает материал примерно на 25% быстрее, по сравнению с чтением вслух, имеет возможность уделить больше внимания содержанию написанного и лучше осмыслить его). Никогда не следует обходить трудные места книги. Их надо читать в замедленном темпе, чтобы лучше понять и осмыслить.

Рекомендуем возвращаться к нему второй, третий, четвертый раз, чтобы то, что осталось непонятным, дополнить и выяснить при повторном чтении.

Изучая книгу, надо обращать внимание на схемы, таблицы, карты, рисунки: рассматривать их, обдумывать, анализировать, устанавливать связь с текстом. Это поможет понять и усвоить изучаемый материал.

При чтении необходимо пользоваться словарями, чтобы всякое незнакомое слово, термин, выражение было правильно воспринято, понято и закреплено в памяти.

Надо стремиться выработать у себя не только сознательное, но и беглое чтение. Особенно это умение будет полезным при первом просмотре книги. Обычно студент 1-2 курса при известной тренировке может внимательно и сосредоточенно прочитать 8-10 страниц в час и сделать краткие записи прочитанного. Многие студенты прочитывают 5-6 страниц. Это крайне мало. Слишком медленный темп чтения не позволит изучить

многие важные и нужные статьи книги. Обучаясь быстрому чтению (самостоятельно или на специальных курсах), можно прочитывать до 50-60 страниц в час и даже более. Одновременно приобретается способность концентрироваться на важном и схватывать основной смысл текста.

Запись изучаемого - лучшая опора памяти при работе с книгой (тем более научной). Читая книгу, следует делать выписки, зарисовки, составлять схемы, тезисы, выписывать цифры, цитаты, вести конспекты. Запись изучаемой литературы лучше делать наглядной, легко обозримой, расчлененной на абзацы и пункты. Что прочитано, продумано и записано, то становится действительно личным достоянием работающего с книгой.

Основной принцип выписывания из книги: лишь самое существенное и в кратчайшей форме.

Различают три основные формы выписывания:

1. Дословная выписка или цитата с целью подкрепления того или иного положения, авторского довода. Эта форма применяется в тех случаях, когда нельзя выписать мысль автора своими словами, не рискуя потерять ее суть. Запись цитаты надо правильно оформить: она не терпит произвольной подмены одних слов другими; каждую цитату надо заключить в кавычки, в скобках указать ее источник: фамилию и инициалы автора, название труда, страницу, год издания, название издательства.

Цитирование следует производить только после ознакомления со статьей в целом или с ближайшим к цитате текстом. В противном случае можно выхватить отдельные мысли, не всегда точно или полно отражающие взгляды автора на данный вопрос в целом.

Ксеро- и фотокопирование (сканирование) заменяет расточающее время выписывание дословных цитат!

2. Выписка "по смыслу" или тезисная форма записи.

Тезисы - это кратко сформулированные самим читающим основные мысли автора. Это самая лучшая форма записи. Все виды научных работ будут безупречны, если будут написаны таким образом. Делается такая выписка с теми же правилами, что и дословная цитата.

Тезисы бывают краткие, состоящие из одного предложения, без разъяснений, примеров и доказательств. Главное в тезисах - умение кратко, закончено (не теряя смысл) сформулировать каждый вопрос, основное положение. Овладев искусством составления тезисов, студент четко и правильно овладевает изучаемым материалом.

3. Конспективная выписка имеет большое значение для овладения знаниями. Конспект - наиболее эффективная форма записей при изучении научной книги. В данном случае кратко записываются важнейшие составные пункты, тезисы, мысли и идеи текста. Подробный обзор содержания может быть важным подспорьем для запоминания и вспомогательным средством для нахождения соответствующих мест в тексте.

Делая в конспекте дословные выписки особенно важных мест книги, нельзя допускать, чтобы весь конспект был "списыванием" с книги. Усвоенные мысли необходимо выразить своими словами, своим слогом и стилем. Творческий конспект - наиболее ценная и богатая форма записи изучаемого материала, включающая все виды записей: и план, и тезис, и свое собственное замечание, и цитату, и схему.

Обзор текста можно составить также посредством логической структуры, вместо того, чтобы следовать повествовательной схеме.

С помощью конспективной выписки можно также составить предложение о том, какие темы освещаются в отдельных местах разных книг. Дополнительное указание номеров страниц облегчит нахождение этих мест.

При составлении выдержек целесообразно последовательно придерживаться освоенной системы. На этой базе можно составить свой архив или картотеку важных специальных публикаций по предметам.

Конспекты, тезисы, цитаты могут иметь две формы: тетрадную и карточную. При тетрадной форме каждому учебному предмету необходимо отвести особую отдельную тетрадь.

Если используется карточная форма, то записи следует делать на одной стороне карточки. Для удобства пользования вверху карточки надо написать название изучаемого вопроса, фамилию автора, название и УДК (универсальная десятичная классификация) изучаемой книги.

Карточки можно использовать стандартные или изготовить самостоятельно из белой бумаги (полуватмана). Карточки обычно хранят в специальных ящиках или в конвертах. Эта система конспектирования имеет ряд преимуществ перед тетрадной: карточками удобно пользоваться при докладах, выступлениях на семинарах; такой конспект легко пополнять новыми карточками, можно изменить порядок их расположения, добиваясь более четкой, логической последовательности изложения.

И, наконец, можно применять для этих же целей персональный компьютер. Сейчас существует великое множество самых различных прикладных программ (органайзеров и пр.), которые значительно облегчают работу при составлении выписок из научной и специальной литературы. Используя сеть Internet, можно получать уже готовые подборки литературы.

Методические указания по самостоятельному изучению литературы

Важным этапом является подбор и изучение литературы по исследуемой теме. Помимо учебной и научной литературы, обязательно использование и нормативно-правовых актов. Нельзя подменять изучение литературы использованием какой-либо одной монографии или лекции по избранной теме. Так же рекомендуется использовать информацию, размещенную на официальных сайтах сети Интернет, ссылки на которые указаны в списке рекомендуемой литературы. В процессе работы над реферативным исследованием и сбором литературы студент также может обращаться к преподавателю за индивидуальными консультациями.

Для более эффективного усвоения информации студенту предлагаются следующие способы обработки материала:

1. **Аннотация** - краткая обобщенная характеристика источника, включающая иногда и его оценку. Это наикратчайшее изложение содержания первичного документа, дающее общее представление. Основное ее назначение - дать некоторое представление о научной работе с тем, чтобы руководствоваться своими записями при выполнении работы исследовательского, реферативного характера. Поэтому аннотации не требуется изложения содержания произведения, в ней лишь перечисляются вопросы, которые освещены в первоисточнике (содержание этих вопросов не раскрывается). Аннотация отвечает на вопрос: «О чем говорится в первичном тексте?», дает представление только о главной теме и перечне вопросов, затрагиваемых в тексте первоисточника.

2. **Конспектирование** - процесс мысленной переработки и письменной фиксации информации, в виде краткого изложения основного содержания, смысла какого-либо текста. Результатом конспектирования является запись, позволяющая конспектирующему немедленно или через некоторый срок с нужной полнотой восстановить полученную информацию. По сути, конспект представляет собой обзор изучаемого источника, содержащий основные мысли текста без подробностей и второстепенных деталей. Для того чтобы осуществлять этот вид работы, в каждом конкретном случае необходимо грамотно решить следующие задачи:

- сориентироваться в общей композиции текста (уметь определить вступление, основную часть, заключение);
- увидеть логико-смысловую суть источника, понять систему изложения автором информации в целом, а также ход развития каждой отдельной мысли;
- выявить основу, на которой построено все содержание текста;
- определить детализирующую информацию;
- лаконично сформулировать основную информацию, не перенося на письмо все целиком и дословно.

Изучая литературу, необходимо самостоятельно анализировать точки зрения авторов, провести самостоятельную оценку чужих суждений. На основе исследования теоретических позиций студент должен сделать собственные выводы и обосновать их.

Не менее важным является анализ существующих нормативно-правовых актов: международных договоров, соглашений, конвенций, документов, принятых в рамках межправительственных организаций и на международных конференциях, национального законодательства государств.

Вид самостоятельной работы студентов: собеседование

Во время практического занятия преподаватель опрашивает студентов по вопросам, заданным на данное занятие. Студенты должны заранее дома, в библиотеке и читальном зале подготовить ответы на все заданные вопросы практического занятия. Следует вести специальную тетрадь с записями ответов на вопросы. Желательно при подготовке ответа не ограничиваться материалом одного учебника, а использовать научные статьи из журналов, сборников статей, монографии.

В процессе организации работы большое значение имеют консультации преподавателя, в ходе которых можно решить многие проблемы изучаемого курса, уяснить сложные вопросы.

Студент, отвечающий на вопрос практического занятия, должен делать это, как правило, не прибегая к помощи каких-либо записей или учебников. Ответ должен быть настолько полным, насколько это требуется, чтобы достаточно полно раскрыть данный вопрос.

Вопросы для собеседования

Базовый уровень

Тема 1. Общие сведения о конструкциях из дерева и пластмасс

1. Конструкционные полимерные материалы и пластмассы применение и свойства
2. Полимерные вещества, физико-химические свойства и особенности строения.

Тема 2. Работа и расчет элементов деревянных и пластмассовых конструкций

1. Применение полимерных композиционных материалов в строительстве.
2. Физико-химические свойства древесины.

Тема 3. Материалы для изготовления конструкций из дерева и пластмасс.

Свойства материалов

1. Механические свойства пластмассовых конструкций.
2. Эксплуатация деревянных и пластмассовых конструкций
3. Защита деревянных конструкций от возгорания.
4. Пиленые лесоматериалы

Тема 4. Работа и расчет соединений деревянных и пластмассовых конструкций

Эффективность применения деревянных конструкций.

1. Слоистые пластики.
Строительные конструкции с применением пластмасс.
2. Заготовка, хранение, изготовление и эксплуатация деревянных конструкций.
- Тема 5 Дощатые настилы и деревянные прогоны
 1. Защита деревянных конструкций от гниения.
 2. Защита полимерных конструкций от возгорания.
- Тема 6. Трехслойные ограждающие конструкции
 1. Трехслойные ограждающие конструкции виды.
 2. Трехслойные ограждающие конструкции способы транспортирования
- Тема 7 Сплошные плоские несущие конструкции
 1. ПКМ специального назначения в строительстве.
 2. Условия работы и расчет соединений деревянных и пластмассовых конструкций
 3. Усиление нижних поясов ферм.
 4. Обследование деревянных конструкций

Повышенный уровень

- Тема 1. Общие сведения о конструкциях из дерева и пластмасс
 1. Конструкционная древесина.
 2. Круглые лесоматериалы.
- Тема 2. Работа и расчет элементов деревянных и пластмассовых конструкций
 1. Основные виды неконструкционных пластмасс.
 2. Прочность древесины и пластмасс.
- Тема 3. Материалы для изготовления конструкций из дерева и пластмасс.
Свойства материалов
 1. Термо-механическое поведение пластмассовых конструкций.
 2. Влияние температуры на древесину и пластмассы.
- Тема 4. Работа и расчет соединений деревянных и пластмассовых конструкций
 1. Клеевые стыки деревянных конструкций.
 2. Эффективность применения деревянных конструкций.
- Тема 5. Дощатые настилы и деревянные прогоны
 1. Соединения деревянных конструкций на винтах.
 2. ПКМ специального назначения в строительстве.
- Тема 6. Трехслойные ограждающие конструкции Защита деревянных конструкций от возгорания.
 1. Пиленые лесоматериалы
 2. Заготовка, хранение, изготовление и эксплуатация деревянных конструкций.
- Тема 7 Сплошные плоские несущие конструкции
 1. .ПКМ специального назначения в строительстве.
 2. Условия работы и расчет соединений деревянных и пластмассовых конструкций
 3. Клеедеревянные балки.
 4. Усиление составных деревянных балок.

Доклад

Доклад - представляют собой краткое изложение сути проведенного исследования, полученных результатов, их теоретической и практической значимости. Их подготовка включает:

1. Обдумывание структуры и содержания.

1. Разработку плана.
2. Написание текста.
3. Репетицию выступления.

В структурном отношении сообщение, доклад обычно делится на три части: введение, основную часть, заключение

В совокупности эти части должны составлять единое целое и каждая часть должна быть логическим продолжением предыдущей. Принцип построения доклада следующий: сначала приводится общая информация об исследовании, затем излагается ход и содержание проведенного исследования и в заключении подводятся итоги.

Основная цель введения доклада информировать о содержании исследования и вызвать интерес к проделанной работе: обосновывается актуальность темы, устанавливается проблема, требующая разрешения, дается оценка степени изученности и научной проработанности темы, определяется объект, предмет и цель исследования, комплекс задач, которые необходимо было решить, чтобы цель была достигнута. Проводится изложение методологической базы исследования, характеризуются основные положения, выносимые на защиту. Введение должно быть кратким и исчерпывающе информативным.

Вторая часть доклада - самая большая по объему. В ней, в последовательности, установленной логикой проведенного исследования, излагается суть выполненной работы: постановка и решение задач, обоснование выбора методов исследования, аргументация полученных результатов. В этой части необходимо подчеркнуть собственный вклад в проведенном исследовании, определить новизну полученных результатов.

В заключении приводятся общие выводы, основные рекомендации, характеризуется новизна полученных результатов, устанавливается связь полученных результатов с практикой, определяются перспективы дальнейшего развития темы и полученных результатов.

Каждый доклад имеет свою специфику, отражающую особенности проведенного исследования. Вместе с тем, структура доклада имеет общий характер. Ниже приведен примерный план доклада, сообщения.

1. Обоснование актуальности темы.
1. Установленная проблема (обобщенная постановка).
2. Обзор и анализ известных решений проблемы, их недостатки.
3. Объект и предмет исследования.
4. Цель, гипотеза и задачи исследования, ограничения и допущения.
5. Теоретическая база, методы и инструменты исследования (с обоснованием).
6. Основные положения, выносимые на защиту.
7. Предлагаемое решение задач исследования с обоснованием.
8. Анализ достигнутых результатов.
9. Общее заключение и выводы.

Для подготовки к выступлению доклад рекомендуется оформить письменно. Содержание доклада, сообщения необходимо согласовать с научным руководителем.

Темы докладов

Базовый уровень

1. Основные формы современных деревянных конструкций и области их применения.
2. Виды древесных и синтетических материалов применяемых в строительстве, их основные свойства как конструкционных материалов, достоинства и недостатки.
3. Влияние влажности и температуры на физико-механические свойства древесины и пластмасс.
4. Конструктивные и химические меры защиты древесины от гниения, разрушения древоточцами, возгорания.
5. Влияние времени действия нагрузки на прочность и деформативность древесины и пластмасс.
6. Работа древесины на растяжение и расчет центрально-растянутых элементов.
7. Работа древесины на сжатие и расчет центрально-сжатых элементов.
8. Работа древесины на поперечный изгиб и расчет изгибаемых элементов.
9. Расчет деревянных элементов, подверженных косому изгибу.
10. Расчет изгибаемых элементов подверженных сжатию с изгибом.
11. Расчет деревянных элементов, подверженных растяжению с изгибом.
12. Работа древесины на смятие, виды смятия, расчет деревянных элементов и соединений на смятие.
13. Работа древесины на скалывание, виды скалывания, расчет деревянных элементов и соединений на скалывание.
14. Основные виды соединений элементов деревянных и пластмассовых конструкций. Требования предъявляемые к соединениям.
15. Соединения на лобовой врубке. Конструкция и расчет.
16. Соединения на нагелях. Конструирование и расчет.
17. Соединения на гвоздях. Конструирование и расчет.
18. Соединения на растянутых связях. Связи, работающие на выдергивание или продавливание.

Повышенный уровень

1. Соединения на клеях. Требования к клеям для КДК. Виды клеевых соединений.
2. Элементы деревянных конструкций составного сечения на податливых связях. Основы расчета податливых связей.
3. Конструкция и расчет настилов, обрешетки, прогонов.
4. Дощатоклееные балки. Конструкция и расчет.
5. Дощатоклееные колонны. Конструкция и расчет.
6. Распорная система треугольного очертания из прямолинейных элементов. Конструкция и расчет.
7. Дощатоклееные арки. Конструкция и расчет.
8. Дощатоклееные гнутые рамы. Конструкция и расчет.
9. Дощатоклееные рамы из прямолинейных элементов. Конструкция и расчет.
10. Основные формы плоскостных сквозных деревянных конструкций.
11. Сегментные клееные фермы. Конструкция и расчет.
12. Многоугольные брусчатые фермы. Конструкция и расчет.
13. Треугольные металлодеревянные фермы со сжатыми раскосами.
14. Фермы шпренгельного типа. Конструкция и расчет.
15. Пространственное крепление плоскостных деревянных конструкций.
16. Основные формы пространственных деревянных и пластмассовых конструкций.

17. Покрытия купольной формы их древесины и пластмасс.
18. Пневматические строительные конструкции, общая характеристика и основные типы.
19. Клеефанерные балки. Конструкция и расчет.

Вопросы для экзамена

Базовый уровень

1. Конструкционные материалы определение, применение.
2. Конструкционные полимерные материалы и пластмассы применение и свойства
3. Полимерные вещества, физико-химические свойства и особенности строения
4. Применение полимерных композиционных материалов в строительстве.
5. Физико-химические свойства древесины.
6. Основные виды древесных материалов, применяемых для строительных конструкций.
7. Основные виды древесных материалов, применяемых для строительных конструкций.
8. Влажность древесины и ее влияние на свойства конструкций.
9. Механические свойства пластмассовых конструкций.
10. Механические свойства пластмассовых конструкций.
11. Конструкционная древесина.
12. Круглые лесоматериалы.
13. Прочность древесины и пластмасс.
14. Основные виды неконструкционных пластмасс.
15. Прочность древесины и пластмасс.
16. Жесткость и твердость пластмасс и древесины. .
17. Термо-механическое поведение пластмассовых конструкций.
18. Влияние температуры на древесину и пластмассы.
19. Влияние температуры на древесину и пластмассы.
20. Соединения деревянных и пластмассовых конструкций.
21. Защита полимерных конструкций от возгорания, негорючие полимерные композиционные материалы
22. Эффективность применения деревянных конструкций.
23. Слоистые пластики.
24. Деревянные фермы. Область распространения и простейшие конструкции.
25. Особенности работы деревянных балок под нагрузкой и предпосылки для расчета.
26. Защита деревянных конструкций от гниения.
27. Защита полимерных конструкций от возгорания, негорючие полимерные композиционные материалы.
28. Защита деревянных конструкций от возгорания.
29. Пиленые лесоматериалы.

Повышенный уровень

30. Эксплуатация деревянных и пластмассовых конструкций
31. ПКМ специального назначения в строительстве.
32. Эксплуатация деревянных и пластмассовых конструкций.
33. Клеевые стыки деревянных конструкций.
34. Эффективность применения деревянных конструкций.

35. Соединения деревянных конструкций на винтах.
36. Подъем несущих деревянных конструкций.
37. Транспортирование и монтаж конструкций из дерева и пластмасс.
38. Технология сушки древесины и пластмасс.
39. Механическая обработка и стыкование древесины и пластмасс.
40. Физико-механические свойства пластмассовых строительных конструкций
41. Атмосферная сушка древесины.
42. Составные стойки.
43. Усиление нижних поясов ферм.
44. Постоянные нагрузки в конструкциях из дерева и пластмасс.
45. Изготовление конструкций из дерева и пластмасс.
46. Смятие древесины.
47. Нормативные и расчетные значения сопротивлений материалов и нагрузок.
48. Расчет дощатых настилов из дерева и пластмасс.
49. Обследование деревянных конструкций.
50. Клеедеревянные балки.
51. Усиление составных деревянных балок.
52. Конструкционные пластмассы, стеклопластик.
53. Конструкционные пластмассы, синтетические смолы.
54. Изготовление конструкций из пластмасс.
55. Конструкционные пластмассы. Воздухонепроницаемые ткани.
56. Конструкционные пластмассы. Пенопласты.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Перечень основной литературы

1. Дмитриев, П. Арочные и рамные конструкции из цельной и клееной древесины : учебное пособие / П. Дмитриев, В. Жаданов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург : ОГУ, 2014. - 170 с. - ISBN 978-5-7410-0714-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259165> (11.08.2015).
2. Бурлаченко, О.В. Технология ремонта и усиления строительных конструкций жилых и гражданских зданий : учебное пособие / О.В. Бурлаченко, В.И. Берлинер. - Волгоград : Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет, 2010. - 239 с. - ISBN 978-5-98276-398-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=142296> (11.08.2015).

Перечень дополнительной литературы:

1. Расчет конструкций из дерева и пластмасс: учеб. пособие для студ. вузов / Ф.А. Бойтемиров, В.М. Головина, Э.М. Улицкая; под ред. Ф.А. Бойтемирова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 160 с.
2. 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.: Издательство АСВ, 2004. – 440 с.
3. Гринь И.М. и др. Строительные конструкции из дерева и синтетических материалов. Проектирование и расчет: Учеб. пособие / И.М. Гринь, К.Е. Джан-Темиров, В.И. Гринь. – 4-е изд., стереотипное. – М.: «ИД Альянс», 2008. – 221 с.: ил.
4. Зубарев Г.Н., Лялин И.М. Конструкции из дерева и пластмасс: Учеб. пособие для студентов вузов. – М.: Высш. школа, 1980. – 311 с., ил.

5. Вдовин В.М., Карпов В.Н. Сборник задач и практические методы их решения по курсу «Конструкции из дерева и пластмасс»: Учебное пособие. – Москва: ИВАС, 1999. – 133 с.: ил.

6. Конструкции из дерева и пластмасс: Учеб. для вузов / Ю.В.Слицкоухов, В.Д.Буданов, М.М.Гаппоев и др.; Под ред. Г.Г.Карлсена и Ю.В.Слицкоухова. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1986. – 543 с., ил.

7. Конструкции из дерева и пластмасс. Примеры расчета и конструирования: Учеб. пособие для вузов / Под ред. проф. Иванова В.А. – 3-е изд., перераб. и доп. – Киев: Вища школа, Головное изд-во, 1981. – 392 с.