

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич

Должность: ректор

Дата подписания: 05.09.2025 14:58:38

Уникальный программный ключ:
9ba7d3e34c012eba476ffd2d064cf2781953be730df2374d16f3c0ce536f0fc6

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего образования

«Юго-Западный государственный университет»

(ЮЗГУ)

Кафедра уникальных зданий и сооружений



СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ. НАГЕЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Методические указания к лабораторным занятиям по дисциплине

«Конструкции из дерева и пластмасс»

для студентов специальности 08.05.01 «Строительство

уникальных зданий и сооружений»

Курск 2025

УДК 624.012

Составители: А.Г. Колесников, Ю.В. Жиров

Рецензент

Кандидат технических работ, доцент *Е.В. Осовских*

Свойства древесины. Нагельные соединения деревянных конструкций: методические указания к лабораторным занятиям по дисциплине «Конструкции из дерева и пластмасс» для студентов специальности 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: А.Г. Колесников, Ю.В. Жиров. Курск, 2025. - 18 с.: ил.6 , табл. 5. Библиогр.: 18 с.

В настоящих методических указаниях содержатся указания по выполнению лабораторных работ, направленных на изучение прочностных свойств древесины, а также нагельных соединений элементов деревянных конструкций.

Методические указания предназначены для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Конструкции из дерева и пластмасс» студентами специальности 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16.
Усл. печ. л. 1,05 . Уч.-изд.л. 0,95 . Тираж 100 экз. Заказ. Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50лет Октября, 94.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	Ошибка! Закладка не определена.
1 Лабораторная работа №1. Определение влажности древесины	5
2 Лабораторная работа №2. Определение предела прочности древесины при сжатии вдоль волокна	5
3 Лабораторная работа №3. Испытание гвоздевого соединения деревянных элементов	11
4 Лабораторная работа №4. Испытания болтового соединения деревянных элементов	14
Библиографический список.....	18

Введение

Конструкции из древесины достаточно широко распространены в современном строительстве. Их проектирование связано с решением ряда задач, в том числе с углубленным изучением действительной работы конструкций и построение расчетных моделей, которые позволяют более полно отобразить напряженно-деформированное состояние строительных конструкций.

Экспериментальное исследование физико-механических свойств материалов, работы элементов, соединений и конструкций является важным этапом понимания их действительной работы.

Данные методические указания по проведению лабораторных работ включают экспериментальные исследования влажности древесины, предела прочности древесины на сжатие, а также испытания гвоздевого и болтового соединений на сдвиг путем сжатия образцов. При проведении испытаний выполняются требования соответствующих ГОСТов, статистическая обработка результатов проводится в соответствии с [3].

Описание каждой лабораторной работы содержит ее название, цель исследований, приборы и оборудование, конструкции образцов и схемы испытаний, последовательность и методику, выполнения работы. Проводятся также расчеты испытываемых соединений и построение соответствующих графиков.

По результатам проведенных работ каждый студент составляет отчеты в отдельной тетради. В конце каждой работы делаются основные выводы по результатам испытаний и их сравнение с теоретическими данными, анализируются причины отклонений между этими параметрами, выясняется характер разрушения.

Выполненные и полностью оформленные лабораторные работы подлежат защите.

Все лабораторные работы проводятся только в присутствии и под руководством преподавателя, заведующего лабораторией или учебного мастера.

Лабораторная работа №1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: 1) Ознакомление с методами определения влажности древесины.

2) Определение влажности древесины весовым методом и при помощи электронного влагомера.

ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ: образцы древесины, весы лабораторные, разновесы, бюксы лабораторные, сушильный шкаф с термометром, электронный влагомер ЭВ-2К.

В древесине различают два вида влаги: связанную (гигроскопическую) и свободную (капиллярную), причем связанная влага находится в толще клетки, а свободная - в полостях клеток и в межклеточном пространстве.

Максимальное количество связанной влаги называется пределом гигроскопичности (точкой насыщения волокон) и составляет примерно 30%. При повышении влажности древесины от нуля до точки насыщения волокон ее прочность уменьшается, деформативность увеличивается и модуль упругости снижается.

Это влияние достаточно велико, и при изменении влажности на 1% прочность изменяется примерно на 3...5 %. Повышение влажности свыше предела гигроскопичности не приводит к дальнейшему снижению прочности.

В соответствии с нормами стандартная влажность составляет 12%, и приведение прочности к стандартной влажности производится по формуле:

$$\sigma_{12} \geq \sigma_w - [1 + a - (W - 12)], \quad (1.1)$$

где σ_{12} - предел прочности при влажности 12%;

W - влажность в момент испытания;

σ_w - предел прочности при влажности в момент испытания;

a - поправочный коэффициент равный: 0,05 - при сжатии вдоль волокон; 0,04 - при статическом изгибе; 0,03 - при скалывании вдоль волокон.

А. Определение влажности весовым методом

При определении влажности весовым методом в чисто вымытую бюксу кладут образец древесины, предварительно взвесив бюксу с крышкой. Взвешивают бюксу с образцом и ставят в сушильный шкаф, температура в котором должна быть в пределах 103 ± 2 °С. При большей температуре возможно обугливание древесины и, таким образом, получение неверных результатов. Через 12 часов взвешивают образец с бюксой. Далее последовательно через час взвешивают образец с бюксой до тех пор, пока разность весов между последовательными взвешиваниями не будет отличаться. В любом случае высушивание не должно быть дольше 20 часов.

Порядок выполнения работы

- 1) Пронумеровать образцы (всего 2 образца).
- 2) Взвесить бюксы с крышкой (m_6).
- 3) Взвесить бюксы с образцами (m_1).
- 4) Поставить бюксы с открытыми крышками в сушильный шкаф и отрегулировать температуру до 103 ± 2 °С.
- 5) На следующий за лабораторными работами день взвесить бюксы, после чего через 1-2 часа последовательно взвешивать бюксы.
- 6) После 20 часов высушивания взвесить образцы с бюксами (m_2).
- 7) Определить окончательно влажность образцов:

$$W = \frac{(m_1 - m_b) - (m_2 - m_b)}{(m_2 - m_b)} \cdot 100\% \quad (1.2)$$

Б. Определение влажности электронным влагомером ЭВ-2К

Электронный влагомер позволяет измерять влажность древесины в пределах от 7 до 60%. Принцип работы влагомера основан на электропроводности древесины в зависимости от ее

влажности. На влагомере имеется 2 шкалы: по нижней шкале возможно измерение влажности в пределах 7...22%, а по верхней в пределах 22...60%. Также имеются тумблер переключения диапазонов измерения и рукоятка настройки шкал. К основному блоку присоединен щуп, представляющий из себя рукоятку с ввинченными в нее тремя иглами-электродами, рабочая длина которых 10 мм. Иглы погружают на всю глубину в древесину, причем линия, соединяющая концы игл должна быть параллельна волокнам древесины, а затем по шкале считывают отсчет. Перед работой с влагомером необходимо установить нули его верхней и нижней шкалы. Для этого выбирают диапазон измерения и рукояткой настройки устанавливают стрелку на ноль шкалы. Такую же операцию проводят для другой шкалы.

Порядок выполнения работы

- 1) С разрешения преподавателя или лаборанта включить прибор в сеть и прогреть в течение 10 мин.
- 2) Выставить нули на верхней и нижней шкалах прибора.
- 3) Вдавить иглы-электроды в образец, обращая внимание на то, чтобы они вошли перпендикулярно поверхности образца.
- 4) Снять отсчет по шкале прибора.
- 5) Повторить операцию 10 раз, вдавливая иглы-электроды и разные места и снимая отсчеты по прибору.
- 6) Занести результаты в таблицу 1.1.

Таблица 1.1- Определение влажности электронным влагомером ЭВ-2К

№ исп.	Влажность W (%)	Среднее арифметическое значение влажности, %	Среднее квадратичное отклонение S (%)	Средняя ошибка, (%)	Коэффициент вариации	Показатель точности, %
1	2	3	4	5	6	7

7) Провести статистическую обработку результатов с определением следующих величин:

а) среднее арифметическое по формуле

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}. \quad (1.3)$$

где X_i - значение испытываемого свойства, в данном случае влажности древесины i -го испытания;

n - количество испытаний.

б) среднее квадратичное отклонение S по формуле:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}. \quad (1.4)$$

в) среднюю ошибку S_r выборочного среднего арифметического по формуле

$$S_r = \frac{S}{\sqrt{n}}. \quad (1.5)$$

г) коэффициент вариации V (%) по формуле:

$$V = \frac{S}{\bar{X}} \cdot 100\%. \quad (1.6)$$

д) относительная точность P_y определения среднего по формуле:

$$P_y = \frac{S_y \cdot t_y}{\bar{X}} \cdot 100\%. \quad (1.7)$$

8) Сравнить результаты испытаний весовым методом и прибором ЭВ-2К.

9) Сделать общие выводы по работе.

Лабораторная работа №2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛА ПРОЧНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ ПРИ СЖАТИИ ВДОЛЬ ВОЛОКОН

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Определение опытным путем предела прочности древесины на сжатие вдоль волокон и статическая обработка результатов испытаний.

ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ: Пресс испытательный мощностью 50 кН, образцы стандартные 10 шт.

В соответствии с ГОСТ 16483 отбираются образцы древесины, размеры которых должны быть 20×20×30 мм.

Образец помещают между плитами прессы и нагружают равномерно с постоянной скоростью нагружения. 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 испытания 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 P измеряют с погрешностью не более 1 %.

Предел прочности древесины (МПа) вычисляют по формуле

$$\sigma_w = \frac{P}{a \cdot b}, \quad (2.1)$$

где P - максимальная нагрузка;

a и b - размеры поперечного сечения образца.

Вычисление проводят с точностью до 0,5 МПа.

Предел прочности σ_w пересчитывают на влажность 12 % по формуле:

1) для образца с влажностью меньше предела гигроскопичности

$$\sigma_{12} \geq \sigma_w [1 + a - (W - 12)], \quad (2.2)$$

где a - поправочный коэффициент, равный 0,04;

σ_w - предел прочности образца с влажностью W в момент испытания;

W - влажность образца в момент испытания.

2) Для образцов с влажностью, равной или более предела гигроскопичности

$$3) \sigma_{12} = \frac{\sigma_w}{K_{12}^{30}}, \quad (2.3)$$

где K_{12}^{30} - коэффициент пересчета при влажности 30 %, равный для сосны обыкновенной 0,450.

После проведения испытаний проводят статистическую обработку результатов. При одностадийном отборе вычисляют следующие параметры:

а) среднее арифметическое X по формуле:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}. \quad (2.4)$$

где X_i - значение испытываемого свойства, в данном случае предел прочности i -го образца;

n - количество образцов.

б) среднее квадратичное отклонение S по формуле:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}. \quad (2.5)$$

Этот параметр является одним из важнейших. Теория вероятности доказывает, что в пределах $\bar{X} \pm S$ будет находиться 68,3% всего числа вариантов, в пределах $\bar{X} \pm 2S$ - 95,4%, а в пределах $\bar{X} \pm 3S$ - 99,7%.

в) среднюю ошибку S_r выборочного среднего арифметического по формуле:

$$S_r = \frac{S}{\sqrt{n}}. \quad (2.6)$$

Среднее арифметическое \bar{X} не всегда определяет то, что полученный частный результат точно характеризует среднюю его величину у всех других, ещё не обследованных объектов. Поэтому необходимо вычислить характеристики средней ошибки, которая позволит по частному значению \bar{X} судить об общей величине среднего арифметического.

г) коэффициент вариации V (%) по формуле:

$$V = \frac{S}{\bar{X}} \cdot 100\%. \quad (2.7)$$

д) относительная точность P_y определения среднего по формуле:

$$P_y = \frac{S_y \cdot t_y}{\bar{X}} \cdot 100\%. \quad (2.8)$$

где t_y - квантиль распределения Стьюдента по таблице 2.1.

Таблица 2.1

Объем выборки (шт.)	Значения t_y при доверительной вероятности для двусторонних интервалов				
	0,70	0,80	0,90	0,95	0,99
10	1,100	1,383	1,833	2,262	3,250

y - доверительная вероятность; для ориентировочных испытаний принимают 0,70.

Чем меньше P_y , тем надежнее результат. Достаточная надежность достигается при $P_y < 5\%$.

Порядок выполнения работы

- 1) Пронумеровать 10 образцов и измерить штангенциркулем размеры поперечного сечения с точностью до 0,1 мм. Данные занести в таблицу 2.2.
- 2) Провести испытание образцов до разрушения и данные разрушающей нагрузки $R_{разр}$ занести в таблицу 2.2.
- 3) Определить предел прочности каждого образца σ_w (МПа) и занести результаты в таблицу 2.2.
- 4) Рассчитать среднее арифметическое, среднее квадратичное отклонение, среднюю ошибку, коэффициент вариации и относительную точность и занести данные в таблицу 2.2.
- 5) По влажности, определенной в лабораторной работе №1, по формулам (2.2) или (2.3) в зависимости от фактической влажности вычислить прочность образца при стандартной влажности 12 %.
- 6) Сделать общие выводы по работе.

Таблица 2.2 - Результаты испытаний образцов древесины на сжатие

№ обр	Размер сечения		Площадь сечения образца A	Разрушающая нагрузка $R_{разр}$	Прочность образца σ_w	Среднее арифметическое прочности σ_w	Среднее квадратичное отклонение S	Средни ошибка Sr	Коэффициент вариации V	Показатель точности
	b (см)	h (см)								
1	2	3	4	5	6	7	7	9	10	11

Лабораторная работа №3

ИСПЫТАНИЕ ГВОЗДЕВОГО СОЕДИНЕНИЯ ДЕРЕВЯННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Определение экспериментальным путем несущей способности и деформативности соединений деревянных элементов на гвоздях.

ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ: пресс испытательный мощностью 50 кН, образец гвоздевого соединения с двумя индикаторами часового типа И-001 с ценой деления 0,01 мм.

Конструкция образца с расстановкой гвоздей приведена на рис.3.1. Расположение измерительных приборов приведено на рис. 3.2.

Основные данные для расчета

- 1.Порода древесины _____
- 2.Материал гвоздей _____
- 3.Количество гвоздей в стыке $n_{ГВ} = \underline{\quad}$ шт.
- 4.Количество рабочих срезов $n_{ср} = \underline{\quad}$ шт.

Фактические размеры образца устанавливают путем его измерения с точностью до 1 мм.

Толщина крайних элементов $a = \underline{\quad}$ мм.

Толщина среднего элемента $c = \underline{\quad}$ мм.

Диаметр гвоздей $d = \underline{\quad}$ мм.

Длина гвоздей $l = \underline{\quad}$ мм.

Особенности работы соединения на гвоздях

Характерной особенностью гвоздевого соединения является работа гвоздей под нагрузкой на изгиб, что сопровождается обмятием древесины под ними.

Расчетная несущая способность гвоздя на один условный срез определяется из следующих условий:

1) из условия смятия древесины среднего элемента

$$T_{см.с.р.} = 0,5cd \text{ (кН)}. \quad (3.1)$$

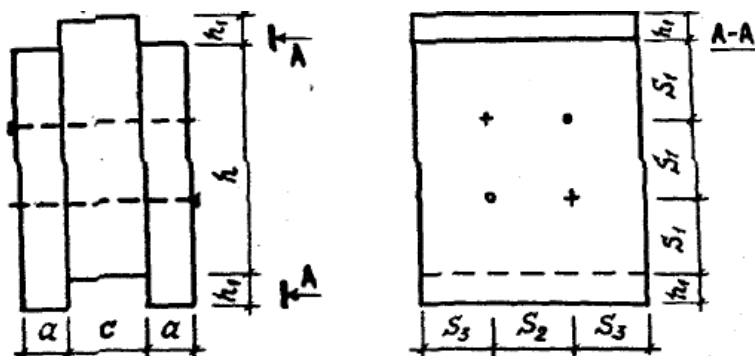


Рисунок 3.1 - Образец соединения на гвоздях

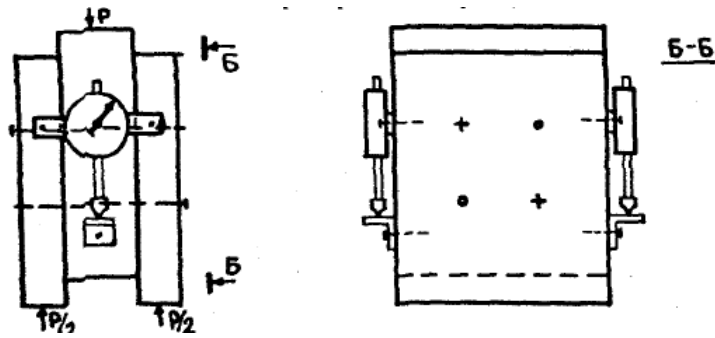


Рисунок 3.2 - Расположение приборов на образце

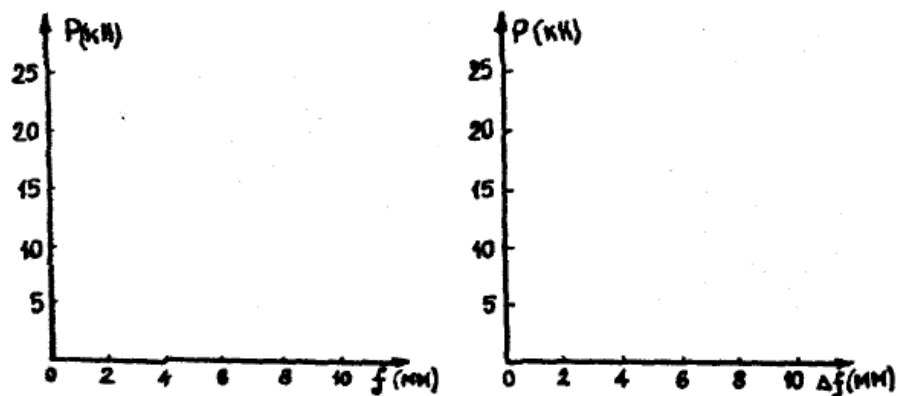


Рисунок 3.3 - Графики деформативности гвоздевого соединения

2) из условия смятия крайнего элемента

$$T = 0,8 \cdot a_1 \cdot d \text{ (кН)}, \quad (3.2)$$

где a_1 вследствие разрушения крайнего элемента на глубину $1,5 \cdot d$ при выходе из него гвоздя принимается

$$a_1 = a - 1,5d \text{ (см)}. \quad (3.3)$$

3) из условия изгиба гвоздя

$$T = 2,5 \cdot d^2 + 0,01 a^2 \text{ (кН)}, \quad (3.4)$$

но не более

$$T = 4d^2 \text{ (кН)}. \quad (3.5)$$

Расчетная несущая способность соединения составляет

$$P_{теор} = T_{min} m_{зв} n_{ср} \text{ (кН)}. \quad (3.6)$$

где T_{min} - минимальная несущая способность гвоздя на один условный срез из условий смятия крайнего, среднего элемента и изгиба гвоздя.

Порядок выполнения работы

- 1) Поставить образец в пресс между плитами.
- 2) Для ликвидации рыхлых деформаций на торцах образца загрузить его нагрузкой 1 кН, снять начальные отсчеты по индикаторам и занести в таблицу 3.1.

3) Увеличить нагрузку до 2 кН, снять отсчеты по индикаторам и вновь занести в таблицу 3.1.

4) Ступенями по 1 кН прикладывать нагрузку на образец, снимая отсчеты по индикаторам и занося их в таблицу 3.1.

5) Довести образец до разрушения.

6) В таблице 3.1 подсчитать величины деформаций (мм) и разности полных деформаций, после чего построить графики зависимости $P-f$ и $P-\Delta f$ (рис.3.3), где

$$\Delta f = f_i - f_{i-1}. \quad (3.7)$$

Таблица 3.1 - Деформации гвоздевого соединения

№	Нагрузка Р(кН)	Индикатор №1		Индикатор №2		Средние значения по двум индикаторам	
		Отсчет	Деформация (мм)	Отсчет	Деформация (мм)	Полная деформация f (мм)	Разность полных деформаций Δf (мм)
1	2	3	4	5	6	7	8

7) По данным испытаний вычислить коэффициенты

$$k_1 = \frac{P_{ост}}{P_{теор}^{разр}}; \quad k_2 = \frac{P_{эксп}^{разр}}{P_{теор}^{разр}}; \quad k_3 = \frac{P_{ост}}{P_{эксп}^{разр}}.$$

где $P_{ост}$ - нагрузка, при которой резко возрастают остаточные деформации.

$P_{разр}^{эксп}$ - экспериментальное значение разрушающей нагрузки, при которой среднее значение полной деформации составляет 2 мм.

$P_{разр}^{теор} = P_{теор}$ - теоретическое значение разрушающей нагрузки.

8) Сопоставить теоретические и экспериментальные данные

$$\Delta = \frac{P_{эксп}^{разр} - P_{теор}^{разр}}{P_{теор}^{разр}} \cdot 100\%; \quad \Delta = \frac{f_{эксп}^{разр} - f_{теор}^{разр}}{f_{теор}^{разр}} \cdot 100\%.$$

9) Зарисовать разрушенный образец.

10) Сделать общие выводы по работе

Лабораторная работа №4

ИСПЫТАНИЯ БОЛТОВОГО СОЕДИНЕНИЯ ДЕРЕВЯННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Определение экспериментальным путем несущей способности и деформативности соединений деревянных элементов на болтах и ознакомление с особенностями испытаний болтовых соединений.

ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ: образец болтового соединения, пресс испытательный мощностью 50 кН, индикаторы часового типа И-001 с ценой деления 0,01 мм.

Конструкция образца с расстановкой болтов приведена на рис.4.1 Расположение измерительных приборов приведено на рис. 4.2.

Основные данные для расчета

- 1) Порода древесины _____
- 2) Материал болтов _____
- 3) Количество болтов в стыке $n_b = \underline{\quad}$ ШТ
- 4) Количество рабочих срезов $n_{ср} = \underline{\quad}$ ШТ

Фактические размеры образца устанавливаются путем его измерения с точностью до 1 мм.

Толщина крайних элементов $a = \underline{\quad}$ мм

Толщина среднего элемента $c = \underline{\quad}$ мм

Диаметр болтов $d = \underline{\quad}$ мм

Длина болтов $l = \underline{\quad}$ мм

Особенности работы соединения на болтах

Характерной особенностью болтовых соединений является работа болтов под нагрузкой на изгиб, что сопровождается обмятием древесины под ними. Расчетная несущая способность болта на один условный срез определяется из следующих условий:

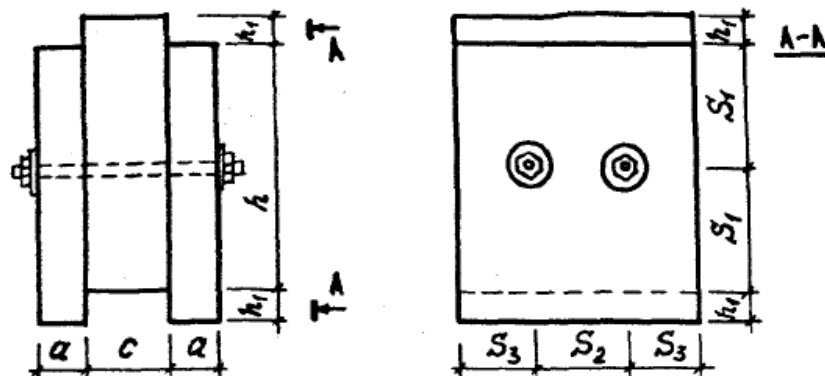


Рисунок 4.1 - Образец соединения на болтах

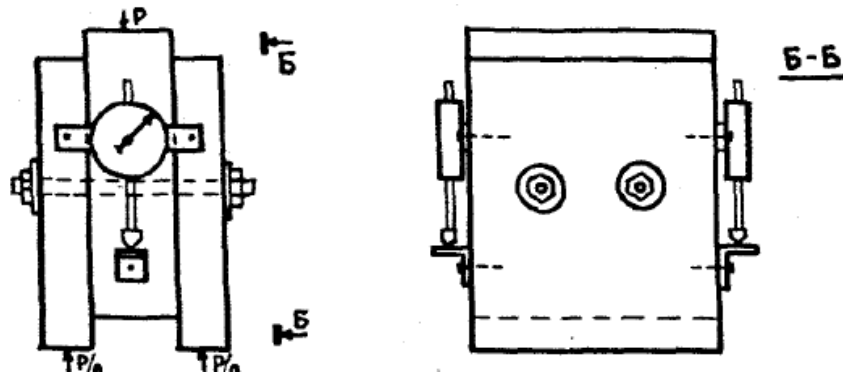


Рисунок 4.2 - Расположение приборов на образце

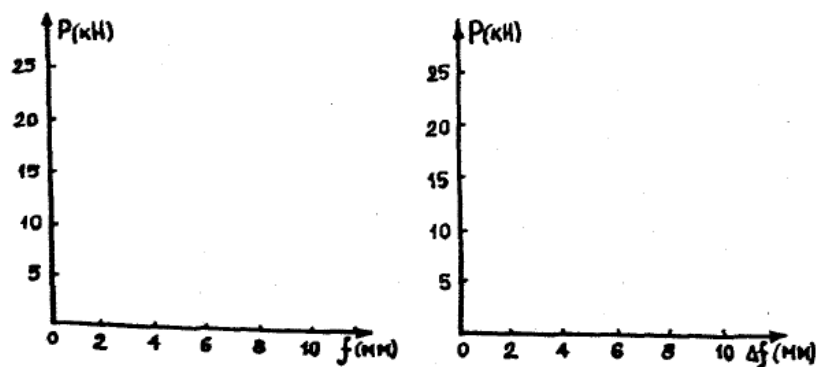


Рисунок 4.3 - Графики деформирования болтового соединения

1) из условия смятия древесины среднего элемента

$$T = 0,5 \cdot c \cdot d \cdot k_{\alpha} \text{ (кН);}$$

2) из условия смятия крайнего элемента

$$T = 0,8 \cdot a \cdot d \cdot k_{\alpha} \text{ (кН);}$$

3) из условия изгиба болта

$$T = (1,8 \cdot d^2 + 0,02 \cdot a^2) \cdot \sqrt{k_{\alpha}} \text{ (кН);}$$

но не более

$$T = 2,5 \cdot d^2 \cdot \sqrt{k_{\alpha}} \text{ (кН);}$$

4) Расчетная несущая способность соединения составляет

$$P_{\text{теор}} = T_{\min} \cdot n_b \cdot n_{cp} \text{ (кН);}$$

где T_{\min} - минимальная несущая способность болта из условий смятия крайнего, среднего элемента и изгиба болта на один условный срез, n_b - количество болтов в соединении, n_{cp} - количество условных срезов болта.

Порядок выполнения работы

1) Поставить образец в пресс между плитами.

2) Для ликвидации рыхлых деформаций на торцах образца загрузить его нагрузкой 1 кН, снять начальные отсчеты по индикаторам и занести в таблицу 4.1.

3) Увеличить нагрузку до 2 кН, снять отсчеты по индикаторам и вновь занести в таблицу 4.1.

4) Ступенями по 1 кН увеличивать нагрузку на образец, снимая отсчеты по индикаторам и заносая их в таблицу 4.1.

5) Снять индикаторы и довести образец до разрушения.

6) В таблице 4.1 подсчитать величины деформаций (мм) и разности полных деформаций, после чего построить графики зависимости $P - f$ и $P - \Delta f$ (рис.4.3).

Таблица 4.1 - Деформации болтового соединения

№	Нагрузка P(кН)	Индикатор №1		Индикатор №2		Средние значения по двум индикаторам	
		Отсчет	Деформация (мм)	Отсчет	Деформация (мм)	Полная деформация f (мм)	Разность полных деформаций Δf (мм)
1	2	3	4	5	6	7	8

7) По данным испытаний вычислить коэффициенты

$$k_1 = \frac{P_{ост}}{P_{теор}^{разр}}; \quad k_2 = \frac{P_{эксп}^{разр}}{P_{теор}^{разр}}; \quad k_3 = \frac{P_{ост}}{P_{эксп}^{разр}}$$

где $P_{ост}$ - нагрузка, при которой резко возрастают остаточные деформации.

$P_{разр}^{эксп}$ - экспериментальное значение разрушающей нагрузки, при которой среднее значение полной деформации составляет 2 мм.

$P_{разр}^{теор} = P_{теор}$ - теоретическое значение разрушающей нагрузки.

8) Сопоставить теоретические и экспериментальные данные

$$\Delta = \frac{P_{эксп}^{разр} - P_{теор}^{разр}}{P_{теор}^{разр}} \cdot 100\%; \quad \Delta = \frac{f_{эксп}^{разр} - f_{теор}^{разр}}{f_{теор}^{разр}} \cdot 100\%.$$

9) Зарисовать разрушенный образец.

10) Сделать общие выводы по работе.

Библиографический список

1. Калугин, А. В. Деревянные конструкции : учебное пособие для студентов вузов / А. В. Калугин. - М. : Издательство АСВ, 2003. - 224 с.
2. Крицин, А. В. Деревянные конструкции : учебное пособие / А. В. Крицин, Г. Н. Шмелев. - Нижний Новгород : ННГАСУ, 2012. - 193 с.
3. ГОСТ 16483.0-89. Древесина. Общие требования к физико- механическим испытаниям. - М.: Издательство стандартов, 1989,-13 с.
4. ГОСТ 16483.10-73*. Древесина. Методы определения предела прочности при сжатие вдоль волокон. -М.: Издательство стандартов,1989. -8 с.