

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске

ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра «Строительство»

**Методические указания по выполнению лабораторных работ
по дисциплине**

«Строительные материалы»

направление подготовки 08.03.01 «Строительство»

направленность (профиль) «Строительство зданий и сооружений»

квалификация выпускника - Бакалавр
для очной формы обучения

Пятигорск, 2020

Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Строительные материалы» рассмотрены и утверждены на заседании кафедры строительства (протокол № ___ от «___» _____ 2020 г.).

Зав. кафедрой «Строительство» _____ Щитов Д.В.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Лабораторная работа № 1 Определение средней плотности материала на образцах правильной геометрической формы	4
Лабораторная работа № 2 Определение средней плотности материала на образцах неправильной геометрической формы	7
Лабораторная работа № 3 Определение истинной плотности материала	11
Лабораторная работа № 4 Определение насыпной плотности песка и щебня	15
Лабораторная работа № 5 Определение пустотности сыпучих материалов	18
Лабораторная работа № 6 Определение водопоглощения материалов	21
Список литературы	23

Лабораторная работа №1

Определение средней плотности материала на образцах правильной геометрической формы

1. Цель и содержание работы

Цель работы - Определение средней плотности материала на образцах правильной геометрической формы.

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 50x50 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 заглаблении 5,64 мм вычисляют в Н/мм^2 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 мм^2 . Статическую твердость (H_w'') для каждого образца при влажности (W) в момент испытания при заглаблении 2,82 мм вычисляют в Н/мм^2 по формуле:

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

Результаты вычисляют с точностью до 0,1 Н/мм^2 .

При необходимости статическую твердость (H_w) приводят к влажности 12% с точностью до 0,1 Н/мм^2 по формуле, справедливой для влажности $(12 \pm 3)\%$

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

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/мм^2 .

Результаты испытаний и расчетов заносят в протокол.

ПРОТОКОЛ

испытаний древесины на статическую твердость

Порода _____ Время разрушения образца _____
Скорость вдавливания пуансона _____ мм_мин. Температура воздуха $t = __ \text{ }^{\circ}\text{C}$
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:

1. Конструкции из дерева и пластмасс: Учебное пособие для вузов / Под ред. Г. Н. Зубарева, Ф.А. Бойтемирова, В. М. Головина, Ю. Н. Хромца, - М: Академия, 2004.
2. Конструкции из дерева и пластмасс: Учебник для вузов / Под ред.: Д. К. Арлеюшова, Ю. Н. Буслаева, В. П. Игнатъев, П. Г. Романов, Д. К. Чахова. - М: Издательство АСВ, 2002.

Дополнительная:

1. СНиП П-25-80. Нормы проектирования. Деревянные конструкции. -М.: Стройиздат, 1980.
2. ГОСТ 166-89*. Штангенциркули. Технические условия - М.: ИПК Издательство стандартов, 1989.

Лабораторная работа 2

Определение средней плотности материала на образцах неправильной геометрической формы.

1. Цель и содержание.

Цель работы - Определение средней плотности материала на образцах неправильной геометрической формы 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 из-

мерении 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;
- проволочные 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.

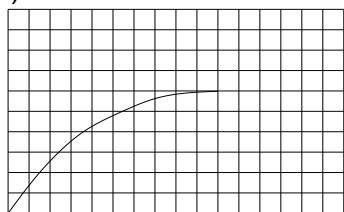
Нагружение балки производится ступенями $0,125 P_{\text{расчет}}$.

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.

Э, í (êãñ)



f, ìì

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:

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

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 R_{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

Подпись _____

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:

1. Конструкции из дерева и пластмасс: Учебное пособие для вузов / Под ред. Г

Н. Зубарева, Ф.А. Бойтемирова, В. М. Головина, Ю. Н. Хромца, - М: Академия, 2004.

2. Конструкции из дерева и пластмасс: Учебник для вузов / Под ред.: Д. К. Арлеюшова, Ю. Н. Буслаева, В. П. Игнатъев, П. Г. Романов, Д. К. Чахова. - М: Издательство АСВ, 2002.

Дополнительная:

3. Попов Л. Н. Лабораторный контроль строительных материалов и изделий. Справочник. - М.: Стройиздат, 1986.

4. ГОСТ 166-89*. Штангенциркули. Технические условия - М.: ИПК Издательство стандартов, 1989.

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 изготовляют в форме прямоугольной призмы основанием 20x20 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, опреде-

ляют 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:

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

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, %.

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 , _____ °С

Сжатие _____ Степень насыщенности воздуха φ , % _____

Скорость нагружения, Н/мин _____

Маркировка образца	Размеры образца, мм		Деформация, мм										Влажность W , %	Условный предел проч- ности, МПа		Примеча- ние	
			Для мягких пород при нагрузке, Н														
			200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000					2200
			Для твердых пород при нагрузке, Н														
b	l	400	800	1200	1600	2000	2400	2800	3200	3600	4000	4400	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:

1. Конструкции из дерева и пластмасс: Учебное пособие для вузов / Под ред. Г. Н. Зубарева, Ф.А. Бойтемирова, В. М. Головина, Ю. Н. Хромца, - М: Академия, 2004.
2. Конструкции из дерева и пластмасс: Учебник для вузов / Под ред.: Д. К. Арлеюшова, Ю. Н. Буслаева, В. П. Игнатъев, П. Г. Романов, Д. К. Чахова. - М: Издательство АСВ, 2002.

Дополнительная:

3. Попов Л. Н. Лабораторный контроль строительных материалов и изделий. Справочник. - М.: Стройиздат, 1986.
4. ГОСТ 166-89*. Штангенциркули. Технические условия - М.: ИПК Издательство стандартов, 1989.

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 образ-

ца, 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 20x20 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 посто-

янной 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 P 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:

1. Конструкции из дерева и пластмасс: Учебное пособие для вузов / Под ред. Г. Н. Зубарева, Ф.А. Бойтемирова, В. М. Головина, Ю. Н. Хромца, - М: Академия, 2004.
2. Конструкции из дерева и пластмасс: Учебник для вузов / Под ред.: Д. К. Арлеюшова, Ю. Н. Буслаева, В. П. Игнатъев, П. Г. Романов, Д. К. Чахова. - М: Издательство АСВ, 2002.
3. Попов Л. Н. Лабораторный контроль строительных материалов и изделий. Справочник. - М.: Стройиздат, 1986.
4. ГОСТ 16483.3-84. Древесина. Метод определения предела прочности при статическом изгибе. - М.: Издательство стандартов, 1984.

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, кото-

рые 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 хомутов.

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:

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

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}^{30} - 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 , _____ °С

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:

1. Конструкции из дерева и пластмасс: Учебное пособие для вузов / Под ред. Г. Н. Зубарева, Ф.А. Бойтемирова, В. М. Головина, Ю. Н. Хромца, - М: Академия, 2004.
2. Конструкции из дерева и пластмасс: Учебник для вузов / Под ред.: Д. К. Арлеюшова, Ю. Н. Буслаева, В. П. Игнатъев, П. Г. Романов, Д. К. Чахова. - М: Издательство АСВ, 2002.

Дополнительная:

3. Попов Л. Н. Лабораторный контроль строительных материалов и изделий. Справочник. - М.: Стройиздат, 1986.
4. ГОСТ 16483Л2-72. Древесина. Метод определения предела прочности при скалывании поперек волокон. - М.: ИПК Издательство стандартов, 1999.

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. Конструкции из дерева и пластмасс: Учебное пособие для вузов / Под ред. Г. Н. Зубарева, Ф.А. Бойтемирова, В. М. Головина, Ю. Н. Хромца, - М: Академия, 2004.

2. Конструкции из дерева и пластмасс: Учебник для вузов / Под ред.: Д. К. Арлеюшова, Ю. Н. Буслаева, В. П. Игнатъев, П. Г. Романов, Д. К. Чахова. - М: Издательство АСВ, 2002.

Дополнительная литература:

1. СНиП П-25-80. Нормы проектирования. Деревянные конструкции. -М.: Стройиздат, 1980.

3. Попов Л. Н. Лабораторный контроль строительных материалов и изделий. Справочник. - М.: Стройиздат, 1986.

4. ГОСТ 16483.10 - 73, Древесина. Методы определения предела прочности при сжатии вдоль волокон. - М.: ИПК Издательство стандартов, 1999.

5. ГОСТ 16483.7-71. Древесина. Методы определения влажности. -М.: Стройиздат, 1991.

7. ГОСТ 16483.5-73. Древесина. Методы определения предела прочности при скалывании вдоль волокон. - М.: ИПК Издательство стандартов, 1999.

8. ГОСТ 16613.1-84. Древесина клееная массивная. Методы определения пре-

- дела прочности клеевого соединения при скалывании вдоль волокон. - М.: Издательство стандартов, 1984.
9. ГОСТ 16483.11-72. Древесина. Метод определения условного предела прочности при сжатии поперек волокон. - М.: ИПК Издательство стандартов, 1999.
10. ГОСТ 16483.3-84. Древесина. Метод определения предела прочности при статическом изгибе. - М.: Издательство стандартов, 1984.
11. ГОСТ 16483.17-81. Древесина. Метод определения статической твердости. - М.: Издательство стандартов, 1994.
12. ГОСТ 15613.4-78. Древесина клееная массивная. Методы определения предела прочности зубчатых клеевых соединений при статическом изгибе. - М.: ИПК Издательство стандартов, 1999.
13. ГОСТ 16483Л2-72. Древесина. Метод определения предела прочности при скалывании поперек волокон. - М.: ИПК Издательство стандартов, 1999.
14. ГОСТ 16483.0-89. Древесина. Общие требований к физико-механическим испытаниям - М.; ИПК Издательство стандартов, 1989.
15. ГОСТ 16588-91. Пилопродукция и деревянные детали. Методы определения влажности. - М.: ИПК Издательство стандартов, 1991.
16. ГОСТ 166-89*. Штангенциркули. Технические условия - М.: ИПК Издательство стандартов, 1989.

ПЯТИГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГУМАНИТАРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВПО «ПГТУ»)

Институт строительства и транспорта
Кафедра строительства