

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич
Должность: ректор
Дата подписания: 02.10.2022 21:47:52
Уникальный программный ключ:
9ba7d3e34c012eba476ffd2d064cf2781953be730d2374d16f5c0ce538f826

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра промышленного и гражданского строительства



ИСПЫТАНИЕ МАТЕРИАЛОВ И ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ

Методические указания к лабораторным работам для магистров по направлению подготовки 08.04.01-Строительство магистерская программа «Ресурсосбережение и экология строительных материалов, изделий и конструкций»

Курск 2017

УДК 624.011.1

Составитель: А.А. Сморчков

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *К.О.Дмитриева*

Испытание материалов и элементов из древесины и древесных отходов [Текст]: методические указания к лабораторным работам для магистров по направлению подготовки 08.04.01-Строительство магистерская программа «Ресурсосбережение и экология строительных материалов, изделий и конструкций» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. А.А. Сморчков. Курск, 2017. 22с., .ил.7. Библиограф.: 22с.

В методических указаниях изложены теоретические основы и методика проведения работ по испытанию элементов из древесины и материалов на ее основе.

Методические указания соответствуют федеральному государственному образовательному стандарту по направлению подготовки 08.04.01 «Строительство» и предназначены для магистров осваивающих программу подготовки «Ресурсосбережение и экология строительных материалов, изделий и конструкций».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60×84 1/16.

Усл.печ. л. . Уч.-изд. л. Тираж экз. Заказ .Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет. 305040, г. Курск, ул.
50 лет Октября, 94.

Содержание

Введение	4
Лабораторная работа №1	5
Определение расчётного сопротивления древесины при статическом изгибе	5
Лабораторная работа №2	10
Определение модуля деформации композиционного материала при изгибе	
Лабораторная работа №3	15
Ползучесть и длительная прочность древесины..... при изгибе.....	
Заключение	22
Список литературы	22

Введение

Тематически лабораторные работы раскрывают основную сущность древесины, ее соединений и конструкций на ее основе как анизотропного материала. Выявляют зависимость прочностных свойств от длительного приложения действующего усилия, влияние на характер распределения напряжений в объеме материала конструкции анизотропии механических свойств.

Лабораторные работы №1 и №2 посвящены исследованию прочностных и деформационных свойств древесины. Подобный подход может быть распространен и на изучение аналогичных свойств других полимерных материалов.

Реономные свойства материала изучаются на основе лабораторной работы №3. в ней отражен авторский подход на видение этого процесса и методику оценки коэффициента длительного сопротивления.

Приведенный цикл лабораторных работ ставит своей целью научить студента планировать, проводить и обрабатывать экспериментальные результаты, а также глубже на основе практических знаний изучить свойства древесины при кратковременных и длительных нагрузках.

Лабораторная работа №1

Определение расчётного сопротивления древесины при статическом изгибе

1.1 Цель работы:

Оценка расчётного сопротивления древесины при статическом изгибе.

1.2. Описание работы:

Расчёт конструкций из цельной и клееной древесины по первой группе предельных состояний заключается в сопоставлении действующих от расчётных нагрузок напряжений с расчётным сопротивлением древесины в зависимости от характера работы элемента: изгиб, растяжение, сжатие и т.п.

При этом в зависимости от характера работы элемента различают прочность при растяжении, сжатии, изгибе, сдвиге, смятии поперек волокон. Для каждого вида сопротивления определяют размеры образцов и схемы приложены нагрузок.

При определении расчётного сопротивления древесины при изгибе используются «чистые» (т.е. без природных пороков, к которым относятся сучки, косослой, смоляные «кармашки» и т.д.) прямослойные образцы в виде балочек прямоугольного поперечного сечения.

Испытания при изгибе производится по балочной схеме (см. рис. 1.1) с приложением нагрузки в третях расчётного пролёта. Разделение нагрузки на две составляющие производится с помощью траверсы. Нагрузка на балочку передаётся через металлические валики с радиусом кривизны в 15 мм.

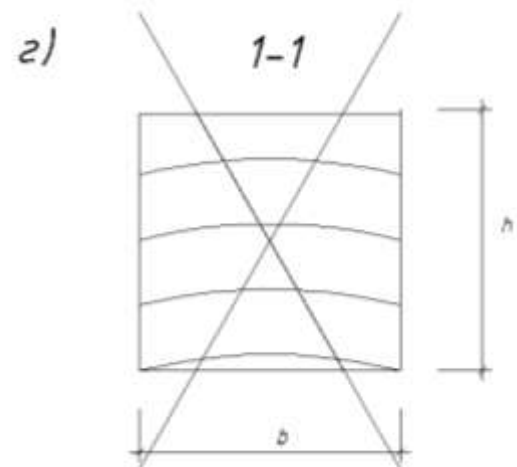
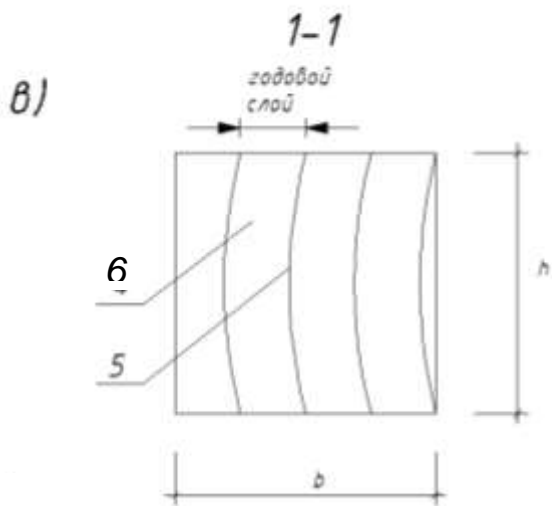
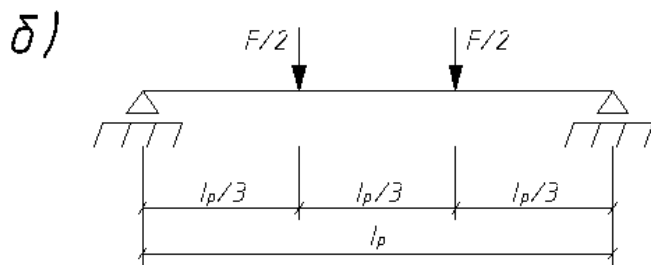
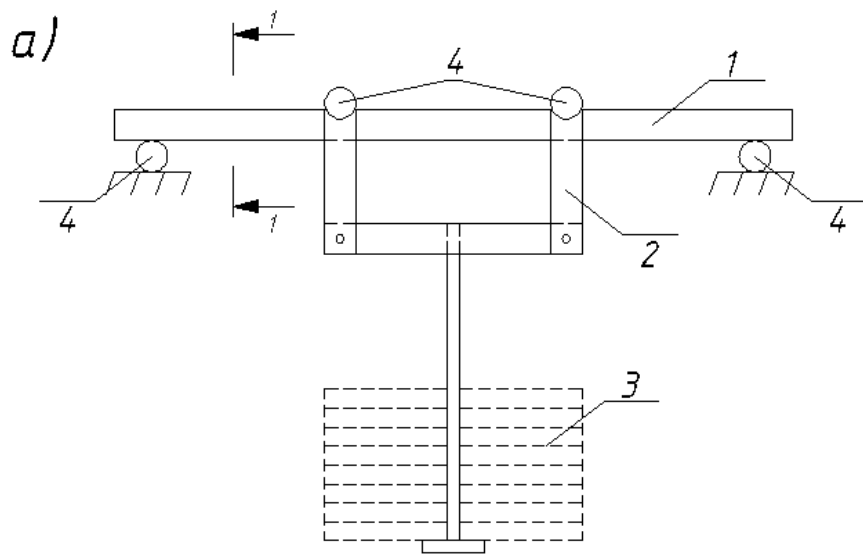


Рис.1.1. Схема испытания балочек на изгиб:

а) общий вид; б) расчётная схема; в) правильное расположение годовых слоёв в сечении; г) то же – неправильное:

1 – образец для испытаний; 2 – траверса; 3 – грузы;

4 – опоры; 5 – «поздняя» древесина; 6 – «ранняя» древесина.

Количество годовых слоёв в сечении должно быть не менее 5 и не более 15. При этом под годовым слоем подразумевается слой, состоящий из «ранней» и «поздней» древесины. Принятое расположение годовых слоёв (см. рис. 1.1, в) исключает возможность разрушения по более «слабой» в механическом отношении «ранней» древесины от сдвига в плоскости.

Испытание производится путём последовательного нагружения штучными грузами (около 10% от разрушающей нагрузки) или в прессе со скоростью $(1,50 \pm 0,30)$ кН/мин. Полученная в этом случае прочность называется кратковременной. Древесина относится к реономным материалам (т.е. к материалам, у которых свойства зависят от длительности нагружения). Прочность древесины при изгибе зависит от следующих факторов:

- длительности нагружения;
- влажности древесины;
- от угла приложения нагрузки по отношению к направлению волокон в образце и наличия сучков.

При назначении расчётного сопротивления древесины количество и размер сучков, а так же наклон волокон нормируется. Длительность нагружения учитывается путём введения коэффициента, который называется коэффициентом длительного сопротивления – $m_{дл} = R_{дл} / R_{вр}$ (здесь $R_{дл}$ – длительная прочность; $R_{вр}$ – кратковременная прочность).

По СП 64.13330.2017 «Деревянные конструкции. Нормы проектирования», коэффициент $m_{дл}$ принят равным 0,66 независимо от сорта древесины и характера работы элемента (изгиб, растяжение, сжатие и т.д.), что не всегда правильно отражает результаты экспериментальных исследований.

По результатам исследований, проведенным ранее в Курск ГТУ (ныне ЮЗГУ) коэффициент $m_{дл}$ для древесины I сорта равен 0,640, II сорта – 0,546, III сорта – 0,427, что необходимо учитывать при назначении расчётного сопротивления древесины.

1.3. Проведение экспериментов:

Для определения расчётного сопротивления древесины отбирают 3-5 образцов одинаковых по расположению и количеству годовых слоёв. Измеряют сечение элементов штангенциркулем с точностью до 0,1 мм, а так же влажность образцов. Разность изме-

ренной влажности элементов не должна превышать 2%. Результаты измерений заносят в таблицу журнала испытаний.

В зависимости от испытательного оборудования производят нагружения образцов, в соответствии со схемой на рис 1.1,б, и определяют разрушающую нагрузку – F_p . Результатом разрушения считают разделения образца на части. Результаты испытаний заносят в таблицу журнала.

Временные сопротивления (кратковременную прочность) определяют для каждого образца по формуле:

$$R_{врi} = \frac{F_{pi} \cdot l_p}{b_i \cdot h_i^2}, \quad (1.1)$$

где l_p – расчётный пролёт; F_{pi} – разрушающая нагрузка; b_i и h_i – соответственно ширина и высота сечения образца.

В методе расчёта по предельным состояниям первой группы расчётное сопротивление – R определяется через нормативное сопротивление – R^H по формуле:

$$R = (R^H/\gamma_m) \cdot m_{дл}, \quad (1.2)$$

где γ_m – коэффициент надёжности по материалу.

В методе предельных состояний все величины прочности определяются с заданной вероятностью – P . Для нормативного сопротивления эта величина равна $P = 95\%$ (т.е. вероятность разрушения составляет 95%) (см. рис.1.2) .

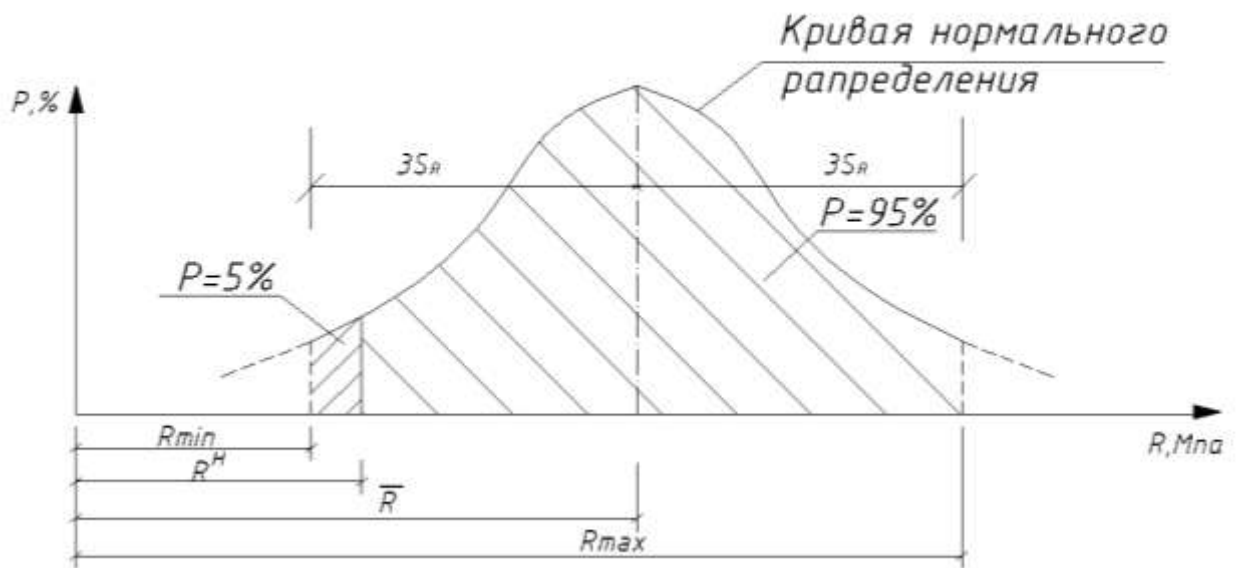


Рис.1.2. Кривая нормального распределения.

Для большинства механических испытаний закон распределения величины прочности подчиняется нормальному закону (закон Гаусса-Лапласа).

По этому нормативную прочность с вероятностью разрушения $P = 95\%$ можно определить по формуле:

$$R^H = \bar{R} \cdot (1 - \gamma_R \cdot t_{\alpha, \nu}), \quad (1.3)$$

где $\bar{R} = \frac{\sum R_i}{n}$ – среднее значение прочности по результатам «n» испытаний; $\gamma_R = \left(\frac{S_R}{\bar{R}} \right)$ – коэффициент вариации (здесь

$$S_R = \sqrt{\frac{\sum (\bar{R} - R_i)^2}{n - 1}} \text{ – среднее квадратическое отклонение);}$$

$t_{\alpha, \nu}$ – коэффициент Стьюдента (Стьюдент – псевдоним английского математика Госсета) для $\alpha = 1 - P$ и $\nu = n - 1$.

Коэффициент γ_m определяется по формуле:

$$\gamma_m = \frac{1 - \gamma_R \cdot t_{\alpha, \nu}}{1 - \gamma_R \cdot t_{\alpha_1, \nu}}, \quad (1.4)$$

где $t_{\alpha_1, \nu}$ – коэффициент Стьюдента для $\alpha_1=0,01$ (для $P = 99\%$) и $\nu = n - 1$.

Коэффициенты $t_{\alpha, \nu}$ и $t_{\alpha_1, \nu}$ определяются по математическим таблицам.

По результатам испытаний производится сравнение полученных результатов с табличным значением и выводы.

Контрольные вопросы.

1. В чем суть метода предельных состояний?
2. Как выглядит формула для определения нормальных напряжений при изгибе?
3. Дайте определение нормативному сопротивлению древесины.
4. Дайте определение коэффициенту длительного сопротивления.
5. Что характеризует коэффициент вариации механических свойств?
6. Что характеризует среднее квадратическое отклонение?
7. Что характеризует показатель точности?
8. Дайте определение расчетному сопротивлению древесины.
9. Что характеризует коэффициент надежности по материалу?
10. Как влияет скорость нагружения на величину прочности?

Лабораторная работа №2

Определение модуля деформации композиционного материала при изгибе

2.1 Цель работы:

Определить модуль деформации композиционного материала при статическом изгибе.

2.2. Описание работы:

Расчет конструкции по второй группе предельных состояний требует знание величины модуля упругости (модуля деформаций) материала. Величину модуля упругости можно определить при

сжатии и при изгибе.

Измеряемые при испытаниях на изгиб, прогибы и деформации связаны с деформационными характеристиками материала конструкции (модулями упругости и сдвига – E_x и G_{xy}) аналитическими зависимостями, точность которых определяется лежащими в их основе гипотезами. Техническая теория изгиба, излагаемая в курсах сопротивления материалов, может привести к грубым ошибкам в толковании результатов экспериментов балок из анизотропного материала, которым является древесина.

Модуль упругости древесины, можно определить по величине прогиба от нагрузки при испытаниях на изгиб при схеме нагружения с двумя сосредоточенными нагрузками в пролете. К преимуществам такого метода можно отнести близкое к однородному напряженное состояние на участке между сосредоточенными силами. Деформации сдвига, возникающие на участке действия перерезывающей силы, увеличивают прогиб конструкции, что приводит к погрешности при определении величины модуля упругости. Влияние деформаций сдвига можно исключить, измеряя прогиб только на участке между сосредоточенными силами

В общем случае нагружения изгибаемого элемента двумя сосредоточенными нагрузками максимальный прогиб можно определить, используя зависимость:

$$f = f^*(1+S), \quad (2.1)$$

где f^* – прогиб без учета сдвигов; S – функция, учитывающая влияние сдвигов на прогиб конструкции.

Прогиб f^* определяется по правилам строительной механики, что допускается, учитывая линейную работу материала конструкции вплоть до разрушения.

Функцию S учитывающую влияние сдвигов, можно определить по методу Мора, построенного на принципе виртуальной работы. Её величина равна:

$$S = \mu_0 \frac{k}{8} \cdot \frac{E_x}{G_{xy}} \cdot \frac{h^2}{l^2}, \quad (2.2)$$

где k – коэффициент, учитывающий схему приложения нагрузок; μ_0 – коэффициент формы сечения (для прямоугольного сечения $\mu_0=1,2$).

При нагружении балки в двух точках прогиб с учетом влияния сдвига определяется:

– в середине пролёта:

$$f_c = \frac{F \cdot a(3l^2 - 4a^2)}{48E_x J} \left[1 + 2,4 \frac{E_x h^2}{G_{xy}(3l^2 - 4a^2)} \right]; \quad (2.3)$$

– в месте приложения нагрузки

$$f_M = \frac{Fa^2(3l - 4a)}{12E_x J} \left[1 + 0,6 \frac{E_x h^2}{G_{xy}(3la - 4a^2)} \right]. \quad (2.4)$$

Поправка от сдвигов зависит от отношения модулей упругости и сдвига (E_x/G_{xy}), геометрических параметров конструкции l/h , схем приложения нагрузки – a/l . В то же время разность прогибов:

$$f_c - f_M = \frac{F \cdot a}{16E_x J} (1 - 2a)^2, \quad (2.5)$$

не зависит от сдвигов, так как участок балки между точками приложения нагрузок изгибается только от нормальных напряжений (если пренебречь краевым эффектом вблизи точек приложения нагрузок). Эта особенность напряженного состояния была учтена и нашла отражение в определении величины модуля упругости древесины при изгибе:

$$E_x = \frac{F \cdot a(1 - 2a)^2}{16J(f - f_M)}. \quad (2.6)$$

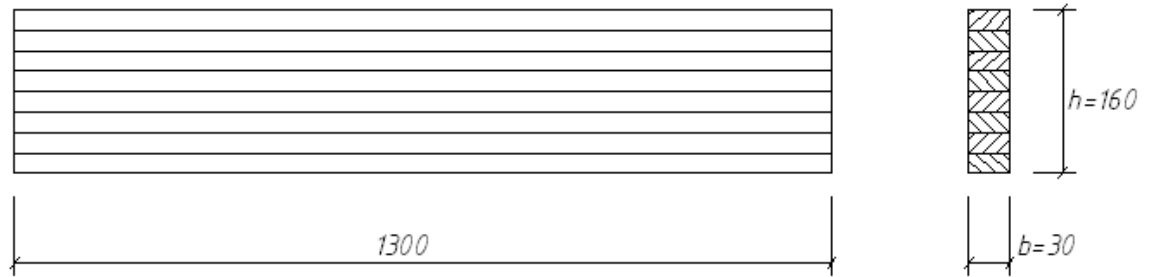
Полученная формула (2.6) позволяет оценить модуль упругости материала конструкции при двухточечной схеме приложения нагрузки, исключая при этом влияние модуля сдвига на конечный результат. Формула применима при испытании трёхслойных плит с различными обшивками (металл, фанера, пластик) и среднем слое (пенопласт, минвата и т.п.). Необходимым условием является цена деления приборов: чем меньше цена деления, тем точнее определим модуль упругости материала конструкции.

2.3. Проведение экспериментов

Для оценки модуля упругости используем балку из анизотропного материала (клееная древесина).

Размеры балки и схема приложения нагрузки приведены на рис.2.1.

а)



б)

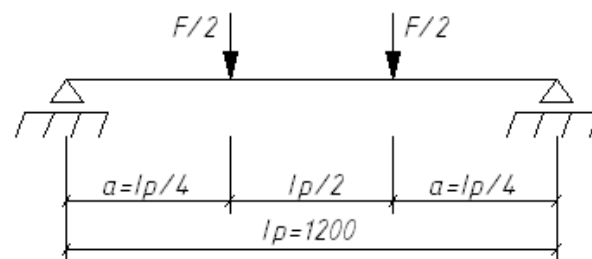


Рис. 2.1. Конструкция балки (а) и расчетная схема (б) её испытания.

Нагрузку прикладываем в четвертях пролета равного $l_p = 1200$ мм. Величину нагрузки определяем из следующих вычислений:

$$\frac{M}{W} = R_U; \quad (2.7)$$

$$\frac{6 \cdot F \cdot l_p}{8 \cdot (b \cdot h^2)} = R_U; \quad (2.7a)$$

$$F = \frac{4 \cdot b \cdot h^2 \cdot R_U}{3 \cdot l_p}. \quad (2.8)$$

Принимая $R_U = 14$ МПа, получим величину испытательной нагрузки

$$F_{\text{исп}} = (4 \cdot 3 \cdot 16^2 \cdot 140) / (3 \cdot 120) / 1,2 = 1000 \text{ кг.}$$

Для измерения прогибов используем индикаторы часового типа, которые крепятся в специальном индикаторном приспособлении (рис.2.2).

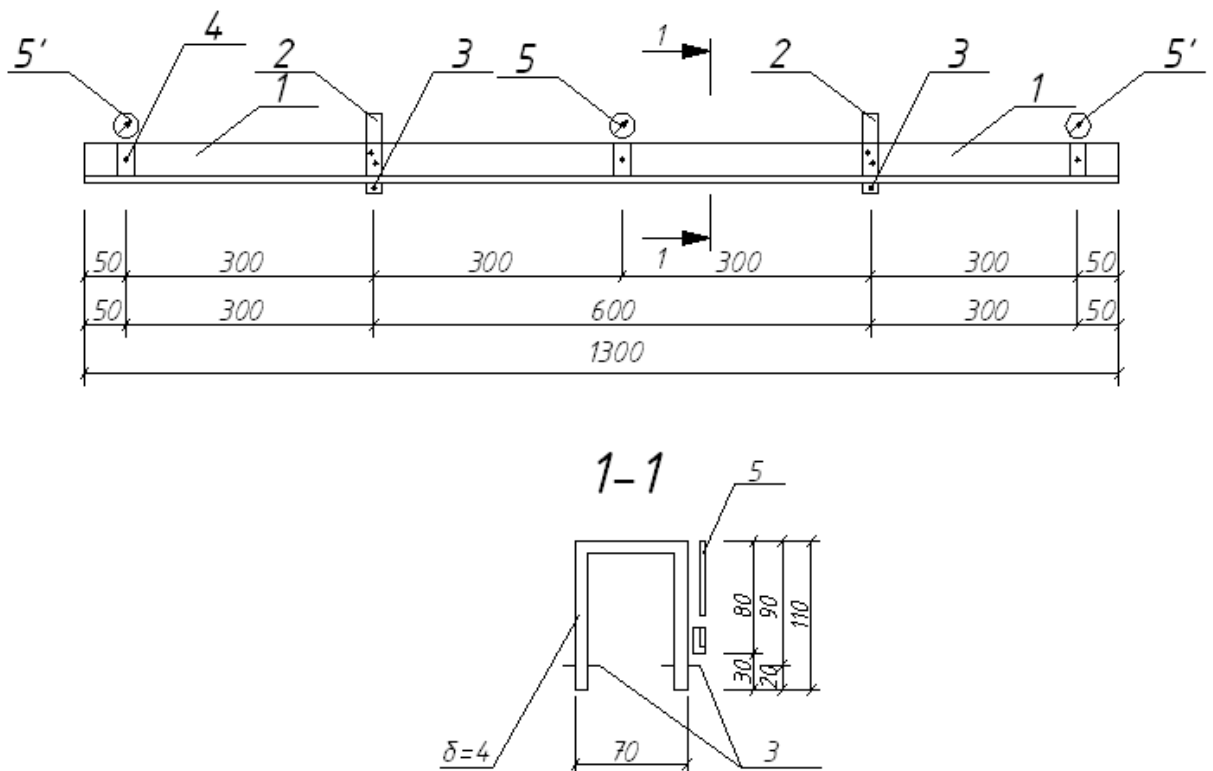


Рис. 2.2. Приспособление для крепления индикаторов: 1 - металлический уголок; 2 - П-образные хомуты; 3 - болты с игольчатыми наконечниками; 4 - призмы для крепления индикаторов; 5 и 5' - индикаторы часового типа.

Индикаторное приспособление состоит из уголков - 1, которые жестко крепятся к П-образным хомутам - 2. В хомутах имеются отверстия с резьбой для болтов с игольчатыми наконечниками - 3. Посредством этих наконечников индикаторное приспособление крепится к балке в нейтральном слое в местах приложения сосредоточенных нагрузок, что позволило исключить влияние обмятия древесины под опорами на показания индикаторов.

Индикаторы (5') измеряют прогиб конструкции в месте приложения нагрузки, а индикатор (5) измеряет разность прогибов:

$$\Delta f = f_c - f_M. \quad (2.9)$$

Подставляя полученные результаты измерения разности прогибов в формулу (2.6) при величине $a=l_p/4$, получим значение модуля упругости.

Измеренное значение модуля упругости сравнить с табличным, учитывая, что при длительном нагружении происходит снижение модуля упругости (модуля деформаций) на 20%.

По результатам исследований сделать заключение.

Контрольные вопросы.

1. Дайте определение деформационных свойств материала при изгибе.
2. В каких расчетах используются деформационные свойства материалов?
3. Что означает модуль упругости материала?
4. Каким способом можно определить модуль упругости материала конструкции?
5. Что влияет на величину модуля упругости при изгибе?
6. Как устранить влияние касательных напряжений при изгибе на величину модуля упругости?
7. Как учитывают влияние сдвигающих напряжений на прочность элемента?
8. Из каких условий устанавливают предельный прогиб конструкции?
9. Какими индикаторами необходимо измерять прогиб?
10. Как устранить влияние ползучести на величину модуля упругости ?

Лабораторная работа №3

Ползучесть и длительная прочность древесины при изгибе

3.1 Цель работы.

Оценка длительной прочности древесины на основании исследования скорости ползучести.

3.2 Описание работы.

Моделирование реономной среды, к которой относится клееная древесина, возможно на основе механических моделей, содержащих набор упругих вязких и пластических элементов. При этом

физическая сущность процесса не рассматривается, а соответствующим выбором коэффициентов уравнений ползучести можно получить совпадение с экспериментальными результатами. Изменение режимов нагружения (например, циклическая нагрузка) и напряженного состояния требует определения спектров величин коэффициентов в основное уравнение ползучести. Физические модели содержат некоторое число величин, которые имеют смысл констант и не зависят от напряженного состояния и режимов нагружения. Их зависимость определяется структурным состоянием деформируемой среды. Поэтому применение физических моделей является более перспективным для описания процессов деформирования при различных режимах нагружения и напряженного состояния элемента.

Нагруженный элемент будем рассматривать как резервуар нестабильных кинетических элементов, релаксирующих путем изменения своих состояний посредством тепловых флуктуаций. При смене состояния кинетического элемента он претерпевает деформацию со скоростью $\dot{\varepsilon}_i$, равной

$$\dot{\varepsilon}_i = \dot{\varepsilon}_0 \exp\left(-\frac{U_i - \gamma_i \sigma_i^*}{kT_i}\right), \quad (3.1)$$

где U_i – энергия активации процесса деформирования, кДж/моль;

γ_i – структурный параметр, кДж/моль·МПа; σ_i^* – механическое напряжение, МПа; k – постоянная Больцмана, кДж/К; T_i – температура, К; $\dot{\varepsilon}_0$ – постоянная, с.

Температура зависимости (3.1) указывает на термоактивированную природу деформации. Этот вывод был впервые сделан Александровым А.П. для полимеров и в настоящее время является справедливым для любых материалов.

Одним из наиболее важных на практике деформационных эффектов является ползучесть материалов и элементов конструкций.

Для конструкций при изгибе кроме деформаций в элементах сечений исследуется изменение прогиба, т.к. он является определяющим при их расчете по второй группе предельных состояний.

Качественный вид кривых $f=F(t)$ и $\varepsilon=F(t)$ совпадает (здесь f – прогиб элемента) (см. рис 3.1).

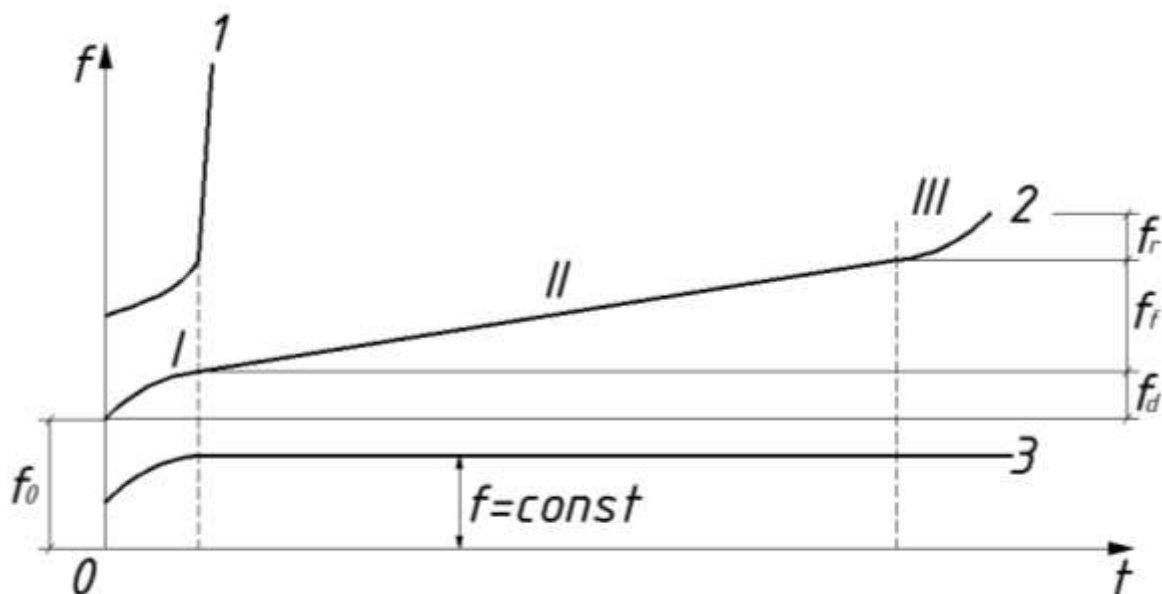


Рис. 3.1. Кривые ползучести для различных уровней напряжений: $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$.

В общем случае, если процесс деформирования заканчивается разрушением, на кривой ползучести можно выделить три стадии (см. кривую 2 на рис. 3.1), отличающиеся знаком производной скорости прогиба \dot{f} . На первой стадии $\dot{f} < 0$, на второй $\dot{f} \approx 0$, на третьей $\dot{f} > 0$. При высоких уровнях нагружения (кривая 1 на рис 3.1) кривая ползучести вырождается в прямую – квазистатическое деформирование. Низкие уровни нагружения $\sigma_3 \leq \sigma_{дл}$ (здесь $\sigma_{дл}$ – предел длительного сопротивления) характеризуется графиком деформирования с горизонтальной асимптотой (затухающая ползучесть).

При описании кривой ползучести физически основным представляется двухмодовый процесс, содержащий «мягкую моду» чистого деформирования и «жесткую моду», в которой деформирование связано с трещинообразованием. На начальной стадии деформирования мягкая мода характеризуется в выражении (3.1) меньшим значением энергии активации, чем жесткая мода, поэтому является более быстрой и лимитирует скорость процесса. По мере её истощения или торможения, что проявляется в возрастании энер-

гии активации, основной становится жесткая мода. Такой режим деформирования сопровождается накоплением трещин, их слиянием с образованием магистральной трещины и заканчивается разрушением элемента. Отсюда следует, что деформация мягкой моды являются обратимыми, а деформации жесткой моды – не обратимы.

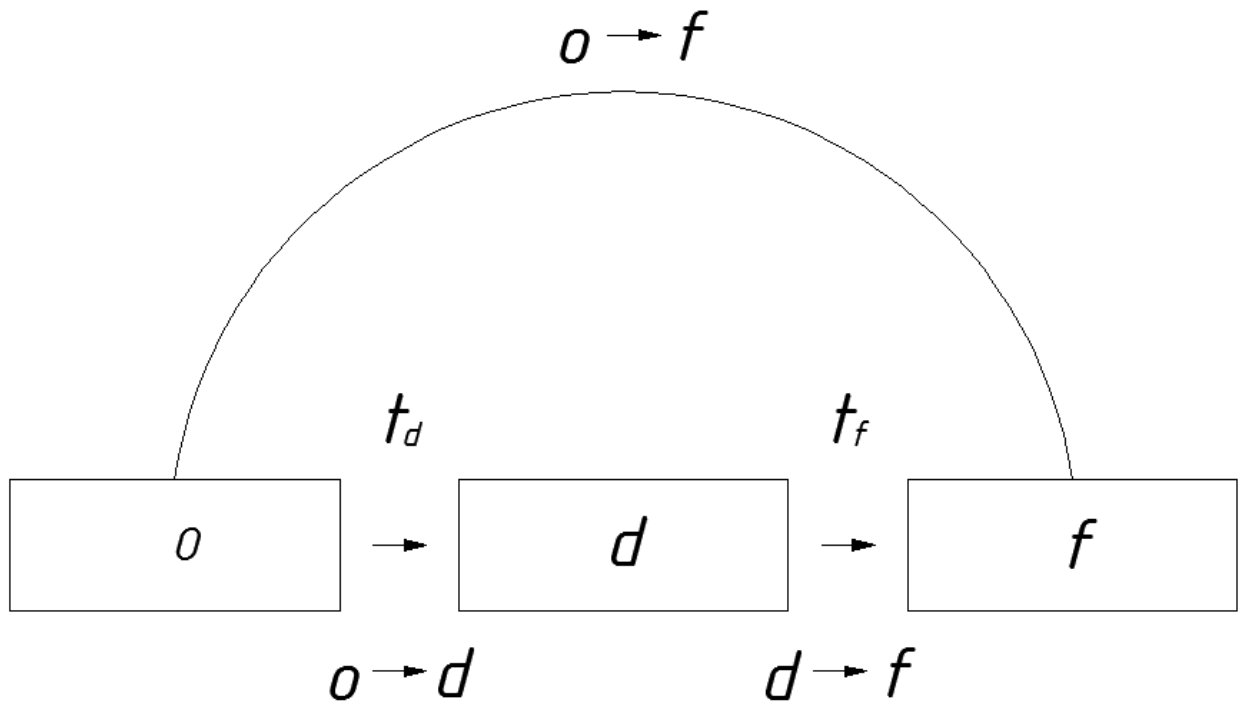


Рис.3.2. Схемы развития кинетического элемента:
o→**d** переход-деформирование; **d**→**f** переход-разрушение.

Следуя высказанным выше соображениям о двухмодовом характере деформирования, будем полагать, что элементы нагруженного тела могут находиться в трех состояниях: начальном, продеформированном и разрушенном. Граф состояний элемента (характеризующих их величины отмечаем соответственно **o, d, f**) и их последовательность показаны на рис. 3.2.

Элемент из начального **o**-состояния совершает **o**→**d** переход посредством тепловой флуктуации со средним временем ожидания

$$t_d = t_0 \exp[(H_0 - h\sigma)/kT], \quad (3.2)$$

где *t*, *H₀*, *h* – параметры состояния; и затем разрушается – переходит в **f**-состояние (с образованием магистральной трещины) через среднее время:

$$t_f = \tau_0 \exp[(U_0 - \gamma\sigma)/kT], \quad (3.3)$$

где τ_0 , U_0 , γ – параметры, входящие в уравнение С.Н. Журкова.

Пусть f_d и f_f усредненные вклады в прогиб образца одиночных $\mathbf{o} \rightarrow \mathbf{d}$ и $\mathbf{d} \rightarrow \mathbf{f}$ переходов. Если P_0 и P_d соответствующие вероятности нахождения элементов в \mathbf{o} и \mathbf{d} -состояниях, то для скорости прогиба \dot{f} имеем:

$$\dot{f} = f_d (P_0 / t_d) + f_f (P_d / t_f), \quad (3.4)$$

$$\text{где } P_0 = \exp(-t/t_d); \quad P_d = \frac{1}{1 - t_d/t} \exp(-t/t_f) - \exp(-t/t_d).$$

Интегрирование (3.4) в условиях $t = \text{const}$ для $0 < t < t_f$ при наличии малого параметра

$$\eta = \frac{t_d}{t_f} \ll 1, \quad (3.5)$$

Дает зависимость $f(t)$ в виде

$$f = \int_0^t \dot{f} dt = f_0 + f_d \left(1 - e^{-\frac{t}{t_d}}\right) + \frac{f_f t}{t_f}, \quad (3.6)$$

где f_0 - начальная компонента прогиба (см. рис. 3.1)

При $t < t_d$, т.е на второй стадии, в уравнении (3.6) имеем

$$\dot{f}_2 = (f_0 + f_d) + \frac{f_f t}{t_f}; \quad t_d < t < t_f. \quad (3.6a)$$

В силу независимости \dot{f}_2 от времени эту стадию ползучести называют стационарной, а деформирование на этой стадии контролируется актами термоактивированного разрушения.

Зависимость скорости прогиба \dot{f}_2 от уровня нагружения K_H (где $K_H = \sigma^*/R_{вр}^*$, здесь σ^* – напряжение; $R_{вр}^*$ – временное сопротивление древесины при $t \rightarrow 0$ линейна. Поскольку долговечность $\tau = t_f$, то оказывается, что

$$\Delta = \dot{f}_2 \tau = \text{const}. \quad (3.6б)$$

Величина $\overset{\circ}{f}_2 \tau$ остается постоянной в широком диапазоне вариации уровней нагружения.

3.3 Проведение экспериментов

Экспериментально установлен в ЮЗГУ на кафедре ПГС тот факт, что в зависимостях

$$t_p = \tau_0 \exp\left(\frac{U_0 - \gamma\tau}{RT}\right); \quad (3.7)$$

$$\overset{\circ}{\varepsilon} = \overset{\circ}{\varepsilon}_0 \exp\left(-\frac{U_0^d - \gamma_d \tau}{RT}\right). \quad (3.8)$$

Величины $U_0 = U_0^d$, $\gamma = \gamma_d$, а $\tau_0 = \frac{1}{\overset{\circ}{\varepsilon}_0}$.

Перемножив правые и левые части уравнений (3.7) и (3.8) получим следующее

$$t_p \cdot \overset{\circ}{\varepsilon} = 1. \quad (3.9)$$

Полученная зависимость (3.9) позволяет прогнозировать долговечность на основании исследований скоростей ползучести.

Порядок проведения эксперимента заключается в следующем.

По данным испытания образцов (Лабораторная работа №1) определена величина кратковременной разрушающей нагрузки. Для испытаний необходимо минимум три образца. На первый образец необходимо приложить нагрузку равную $0,9F$ раз, на второй – $0,85F$ раз, на третий $0,8F$ раз.

Через равные промежутки времени необходимо фиксировать величину прогиба через индикаторы часового типа с ценой деления не более $0,01\text{мм}$. Эксперимент можно считать законченным, если наблюдается одинаковый прирост прогибов, т.е. это участок 2 на кривой ползучести.

Желательно для более точного определения уровня нагружения разрушить образцы и уточнить величину разрушающей нагрузки.

По результатам экспериментов определяем скорость роста прогибов каждого образца:

$$\dot{f}_i = \frac{f_{K_i} - f_{H_i}}{\Delta t_i}. \quad (3.10)$$

Результаты экспериментов наносим на график $F_i/F_{раз} - \dot{f}$ (см. рис. 3.3).

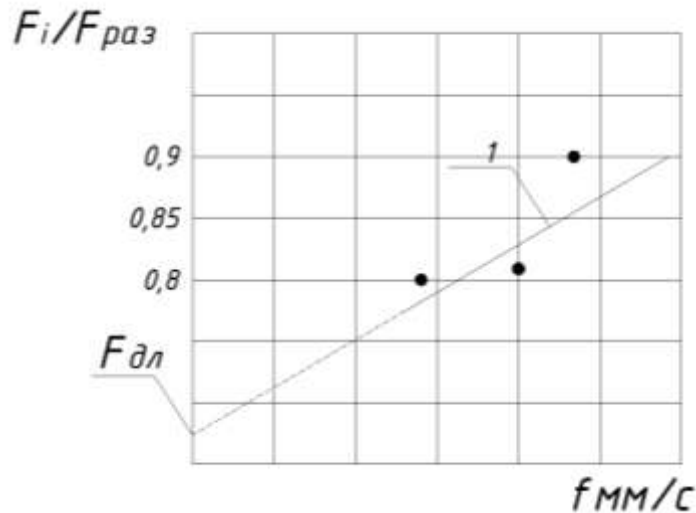


Рис. 3.3 График зависимости $F_i/F_{раз} - \dot{f}$.

Экстраполируя прямую 1 к оси $F_i/F_{раз}$, получим величину $m_{дл} = F_{дл}/F_{раз}$.

Полученный результат сравнить с табличными (нормативными) данными и сделать выводы по результатам исследований.

Контрольные вопросы.

1. Что такое ползучесть?
2. Какие виды ползучести материалов Вы знаете?
3. Как связана длительная прочность и ползучесть древесины?
4. Какие стадии можно выделить на кривой ползучести?
5. Какие явления в структуре материала конструкции происходят на I стадии ползучести?
6. Какие явления в структуре материала конструкции происходят на II стадии ползучести?
7. Какие явления в структуре материала конструкции происходят на III стадии ползучести?
8. Как связаны скорость ползучести и длительная прочность?
9. Что такое долговечность материала при постоянной нагрузке?

10. От чего в общей сложности зависит долговечность материала конструкции?

Заключение

Предлагаемый цикл работ по испытанию элементов, соединений и конструкций из клееной и цельной древесины позволит глубже оценить свойства древесины как анизотропного материала и использовать полученные знания при практических расчетах.

При постановке лабораторных работ использован опыт экспериментальных исследований, проведенных на кафедре Промышленного и гражданского строительства под руководством профессора Прокофьева А.С. и доцента Сморгачева А.А. и их учеников: аспирантов, магистрантов, бакалавров.

Полученные знания отвечают современным достижениям в области механики материалов из цельной и клееной древесины.

Список литературы

1. СП 64.13330.2017. Деревянные конструкции. Актуализированная редакция. СНиП II-25-80. – М.: Минрегион России, 2017. – 102 с.
2. 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. - М.: Изд.центр «Академия», 2006. – 160 с.
3. Конструкции из дерева и пластмасс/ М.М. Гаппоев и др. – М.: АСВ, 2004. – 440 с.
4. Бойтемиров Ф.А. Расчет конструкций из дерева и пластмасс. – М.: Академия, 2007. – 160 с.

