ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 59784— 2022

ПЛИТЫ ИЗ ПЕРЕКРЕСТНОКЛЕЕНОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Методы определения прочностных и упругих характеристик

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2022

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Акционерным обществом «Научно-исследовательский центр «Строительство» (АО «НИЦ «Строительство») — Центральным научно-исследовательским институтом строительных конструкций им. В.А. Кучеренко (ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 21 июля 2022 г. № 670-ст

4 Настоящий стандарт разработан с учетом основных нормативных положений национального стандарта Германии ДИН ЕН 16351:2021 «Деревянные конструкции. Клееная многослойная древесина с перекрестным расположением слоев. Требования. Немецкая версия EN 16351:2021» (DIN EN 16351:2021 «Holzbauwerke — Brettsperrholz — Anforderungen; Deutsche Fassung EN 16351:2021», NEQ)

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «РСТ», 2022

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 2
4 Оборудование и средства измерений 2
5 Общие требования при определении прочностных и упругих характеристик плит 3
6 Прочностные и упругие характеристики, определяемые по результатам испытаний с нагрузками, приложенными перпендикулярно к плоскости плиты 4
6.1 Метод определения модуля упругости при изгибе из плоскости плиты 4
6.2 Метод определения модуля сдвига при изгибе из плоскости плиты 7
6.3 Метод определения прочности при изгибе из плоскости плиты 8
6.4 Метод определения прочности на сдвиг при изгибе из плоскости плиты 9
6.5 Метод определения прочности при сжатии перпендикулярно к плоскости плиты 10
7 Прочностные и упругие характеристики, определяемые по результатам испытаний с нагрузками, приложенными в плоскости плиты 12
7.1 Метод определения модуля упругости при сжатии вдоль волокон наружных слоев плиты 12
7.2 Метод определения прочности на сжатие в плоскости плиты 14
7.3 Метод определения модуля упругости при изгибе в плоскости плиты 15
7.4 Метод определения прочности на изгиб в плоскости плиты 16
7.5 Метод определения прочности на сдвиг при изгибе в плоскости плиты 17
7.6 Метод определения модуля сдвига в плоскости плиты 18
8 Определение нормативных значений прочностных и упругих характеристик 21
8.1 Определение нормативных значений сопротивлений 21
8.2 Определение нормативных значений модулей упругости и сдвига 21
Приложение А (рекомендуемое) Требования к оформлению протокола испытаний 22
Приложение Б (рекомендуемое) Пояснения к обозначениям прочностных и упругих характеристик . 23

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПЛИТЫ ИЗ ПЕРЕКРЕСТНОКЛЕЕНОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Методы определения прочностных и упругих характеристик

Cross laminated timber. Methods for determining of strength and elastic characteristics

Дата введения — 2022—09—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на плиты из перекрестноклееной древесины (далее — плиты) и устанавливает методы определения модуля упругости, модуля сдвига, прочности на изгиб, сжатие, растяжение и сдвиг.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 166 (ИСО 3599—76) Штангенциркули. Технические условия

ГОСТ 577 Индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм. Технические условия

ГОСТ 3749 Угольники поверочные 90°. Технические условия

ГОСТ 8026 Линейки поверочные. Технические условия

ГОСТ 16588 (ИСО 4470—81) Пилопродукция и деревянные детали. Методы определения влажности

ГОСТ 28840 Машины для испытания материалов на растяжение, сжатие и изгиб. Общие технические требования

ГОСТ 33081 Конструкции деревянные клееные несущие. Классы прочности элементов конструкций и методы их определения

ГОСТ Р 53228 Весы неавтоматического действия. Часть 1. Метрологические и технические требования. Испытания

ГОСТ Р 56705 Конструкции деревянные для строительства. Термины и определения

ГОСТ Р 56706—2021 Плиты клееные из перекрестноклееной древесины. Общие технические условия

ГОСТ Р 58459 Конструкции деревянные. Определение нормативных и расчетных значений механических свойств древесины и материалов на ее основе

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

Издание официальное

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 33081, ГОСТ Р 56705, ГОСТ Р 56706, ГОСТ Р 58459, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **глобальная ось:** Ось, совпадающая или перпендикулярная к направлению волокон наружных слоев плиты из перекрестноклееной древесины.

Примечание — См. рисунки 1, 2.

3.2 **диаграмма деформирования:** Графическая зависимость между нагрузкой (напряжением) и перемещением (деформацией).

3.3 **локальная ось:** Ось, совпадающая или перпендикулярная к направлению волокон внутреннего слоя плиты из перекрестноклееной древесины.

3.4 **ламель:** Элемент слоя перекрестноклееной древесины.

3.5 **оси координат плиты:** Направлением, параллельным наружным слоям, является направление *X*, перпендикулярным к направлению наружных слоев — направление *Y*, а перпендикулярным пласти плиты — направление *Z*.

Примечание — Оси координат плиты приведены на рисунках 1 и 2.

3.6 **разрушение древесины:** Разрыв в древесных волокнах или между ними.

3.7 **скорость испытания:** Скорость движения активной траверсы испытательной машины.

3.8 **среднее содержание влаги:** Среднее значение влажности перекрестноклееной древесины, рассчитанное из результатов не менее чем двух измерений.

3.9 **стандартное содержание влаги:** Содержание влаги, при котором устанавливают стандартные размеры образца для испытаний из перекрестноклееной древесины.

3.10 **стандартный размер:** Размер образца из перекрестноклееной древесины, откорректированный расчетным путем от его фактического размера до его размера при стандартной влажности.

3.11 **фактический размер:** Измеренный размер образца из перекрестноклееной древесины при соответствующей измеренной или расчетной влажности древесины.

4 Оборудование и средства измерений

4.1 Для проведения испытаний необходимы следующие оборудование и средства измерений:

- машина испытательная по ГОСТ 28840 с погрешностью измерения нагрузки не более 1 %, позволяющая проводить испытания со скоростью перемещения нагружающей головки от 0,5 до 10 мм/мин;
- приспособления для зажима образцов и передачи на них нагрузки (указаны ниже в соответствующих разделах настоящего стандарта отдельно для каждого вида испытаний);
- влагомер по ГОСТ 16588 для определения влажности древесины образцов с погрешностью не более ±1 %;
- весы по ГОСТ Р 53228 с пределом измерения до 1 кг и точностью ±1 г;
- приборы для измерения температуры и влажности воздуха;
- штангенциркуль по ГОСТ 166 с погрешностью измерения не более 0,1 мм;
- линейка измерительная с точностью измерения до 1 мм по ГОСТ 8026;
- поверочный угольник 90° по ГОСТ 3749;
- индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм по ГОСТ 577 или датчики перемещений.

4.2 Испытательная машина по ГОСТ 28840 или другое нагружающее устройство должны обеспечивать возможность измерения нагрузки с точностью до 1 % силы, приложенной к образцу, а для нагрузок, составляющих менее 10 % максимального значения, — с точностью до 0,1 % максимального значения.

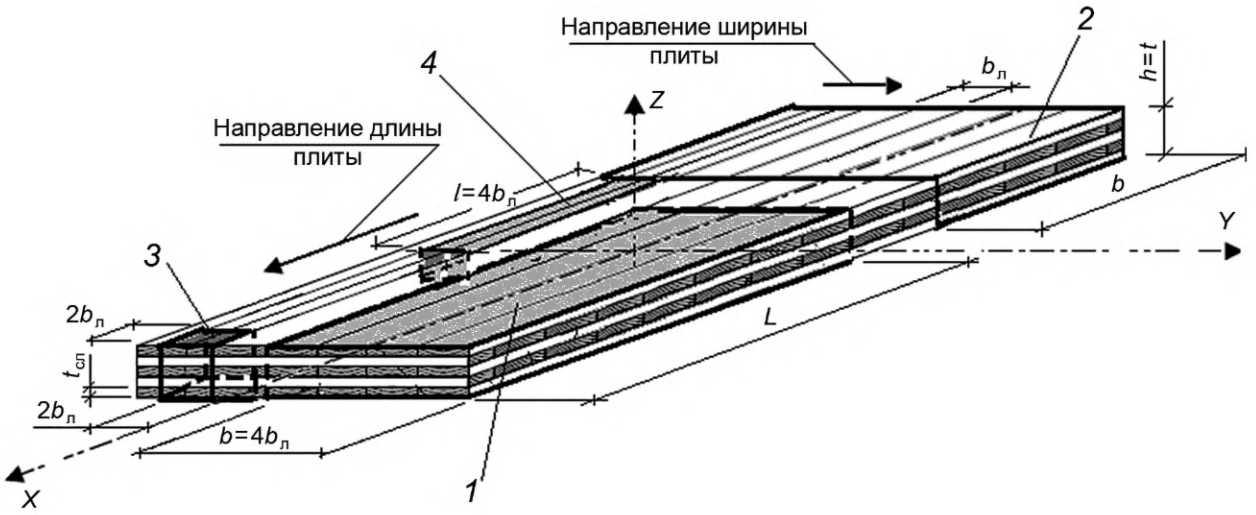
4.3 Для измерения деформаций используют индикаторы часового типа по ГОСТ 577, датчики перемещений или другие измерительные устройства, обеспечивающие измерение деформаций с точностью до 0,1 %, а при деформации более 2 мм — с точностью до 0,02 мм.

4.4 Все используемые оборудование и средства измерений должны своевременно поверяться в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации.

5 Общие требования при определении прочностных и упругих характеристик плит

5.1 Образцы для определения прочностных и упругих характеристик плит

5.1.1 Образцы для испытаний выпиливают из плит, изготовленных в соответствии с ГОСТ Р 56706, как показано на рисунке 1.



1 — образцы для испытаний по определению прочности и модуля упругости при изгибе относительно оси *Y* и сжатии в плоскости плиты вдоль наружных слоев (оси *X*); *2* — образцы для испытаний по определению прочности и модуля упругости при изгибе относительно оси *X*; *3* — образцы для испытаний по определению прочности и модуля упругости при растяжении и сжатии перпендикулярно к плоскости плиты; *4* — образцы для испытаний по определению прочности и модуля сдвига слоев, перпендикулярных к наружным слоям плиты, расположенные вдоль оси *Y*; *b* — ширина образцов; $b_л$ — ширина ламели; *L* — длина образца; $h = t$ — высота или толщина образца; $t_{сл}$ — толщина слоя

Рисунок 1 — Схема формирования (вырезания) образцов

5.1.2 Изготовление и хранение образцов осуществляются в помещении, где обеспечивается постоянный температурно-влажностный режим. Температуру принимают $T = (20 \pm 2)$ °С, а относительную влажность воздуха в помещении $\varphi = (65 \pm 5)$ %.

5.1.3 Измерение размеров образцов для испытаний

5.1.3.1 Размеры образца для испытаний (толщину слоев, ширину ламелей, высоту и ширину поперечного сечения, а также длину) измеряют с точностью до 1 %, используя для этого штангенциркули по ГОСТ 166, линейки по ГОСТ 8026 и рулетки. Если влажность древесины образцов составляет $W = (12 \pm 3)$ %, то они не подлежат кондиционированию. Для других значений влажности древесины образцов выполняют их кондиционирование.

После кондиционирования образцов толщина отдельных слоев не должна отклоняться от номинальной толщины более чем на ±1 мм.

5.1.3.2 Если по ширине или толщине имеются отклонения, то данные размеры принимают как среднее значение из результатов трех отдельных измерений, выполненных в различных местах образца.

5.1.4 Все грани образцов должны быть остроганы, а торцы — опилены. Перпендикулярность плоскостей образца проверяют с помощью угольника по ГОСТ 3749.

5.1.5 Определение влажности древесины образцов для испытаний

5.1.5.1 Влажность древесины образца для испытаний определяют с точностью до 1 % в соответствии с ГОСТ 16588 на пробе, выпиленной из заготовки образца. Поперечное сечение пробы должно соответствовать поперечному сечению образца, проба не должна иметь свилей и смолистых включений.

5.1.5.2 При определении прочности на изгиб, растяжение и сжатие вдоль или поперек волокон проба должна быть выпилена на минимально возможном расстоянии от места разрушения.

5.1.6 Определение плотности древесины образцов для испытаний

5.1.6.1 Плотность древесины образцов, предназначенных для определения свойств поперек волокон, следует определять до проведения испытаний на основании измерений массы и объема целого образца согласно ГОСТ 33081.

5.1.6.2 Плотность древесины образцов, предназначенных для определения свойств вдоль волокон, определяют после их испытаний на пробах, выпиленных из поперечного сечения испытанного образца.

Плотность древесины принимают равной среднему значению плотности:

- наружных слоев — при определении модуля упругости и прочности при изгибе из плоскости плиты;
- всех наружных и параллельных им слоев — при определении модуля упругости и прочности при сжатии в плоскости плиты;
- всех слоев, параллельных пролету, — при определении модуля упругости и прочности при изгибе в плоскости плиты;
- всех слоев, перпендикулярных к пролету, — при определении модуля сдвига и прочности на скалывание при изгибе из плоскости плиты и прочности на скалывание при изгибе в плоскости плиты;
- всех слоев — при определении модуля сдвига в плоскости плиты.

Пробы должны быть выпилены на минимально возможном расстоянии от места разрушения.

5.2 Допускается на одном и том же образце для одного и того же вида напряженного состояния определять следующие характеристики перекрестноклееной древесины:

а) модули упругости и сдвига и прочность при изгибе;

б) модуль упругости и прочность при сжатии в плоскости плиты;

в) модуль сдвига и прочность при скалывании (сдвиге).

5.3 Испытания образцов проводят при температуре воздуха T = (20 ± 2) °С и относительной влажности φ = (65 ± 5) %.

5.4 При обработке результатов испытаний принимают следующие допущения:

- клеевые соединения между слоями рассматривают как жесткие;
- применима линейная теория упругости;
- для слоев с ламелями, расположенными перпендикулярно к пролету, принимают среднее значение модуля упругости древесины $E_{90,сл,ср}$ = 0 Н/мм^2.

Если слои в направлении пролета состоят из древесины различных классов прочности или сортов, то следует учитывать разницу их жесткостных характеристик.

5.5 По завершении испытаний образца составляют протокол испытаний, который должен содержать информацию, касающуюся освидетельствования образца, испытательной установки, проведения испытаний, анализа и обработки результатов согласно приложению А.

5.6 Прочностные и упругие характеристики вычисляют с точностью до 1 %.

5.7 Нормативные значения сопротивлений определяют в соответствии с требованиями настоящего стандарта и ГОСТ Р 58459.

5.8 Пояснения к обозначениям прочностных и упругих характеристик приведены в приложении Б.

6 Прочностные и упругие характеристики, определяемые по результатам испытаний с нагрузками, приложенными перпендикулярно к плоскости плиты

6.1 Метод определения модуля упругости при изгибе из плоскости плиты

6.1.1 Образцы для испытаний

6.1.1.1 Образцы для испытаний по форме и размерам должны соответствовать рисунку 2. Ширину образцов b принимают равной b = (4 ÷ 6)$b_л$, где $b_л$ — ширина ламели. Высоту образца h принимают равной толщине плиты t.

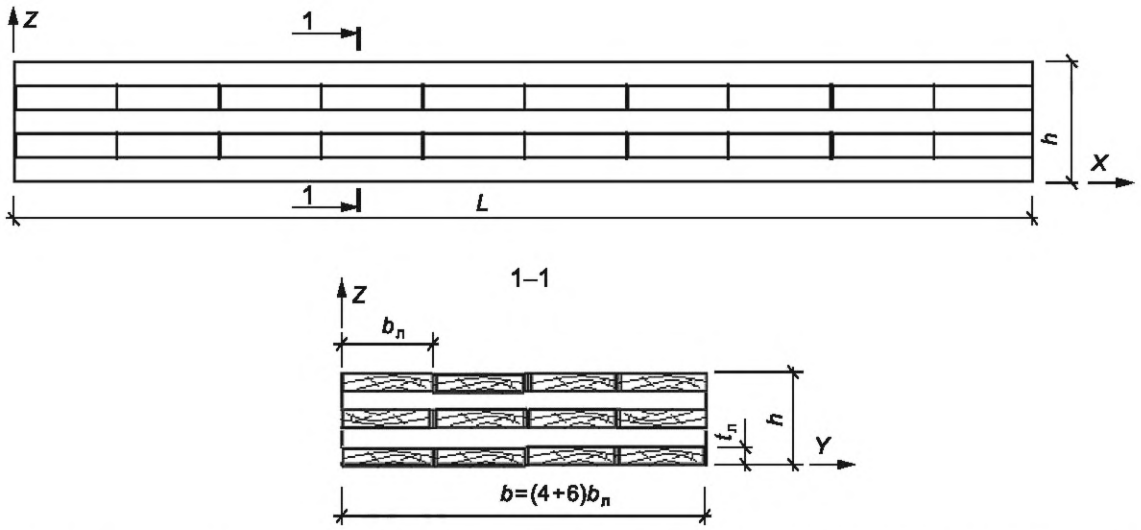


Рисунок 2 — Форма и размеры образцов для испытаний по определению модуля упругости при изгибе из плоскости плиты

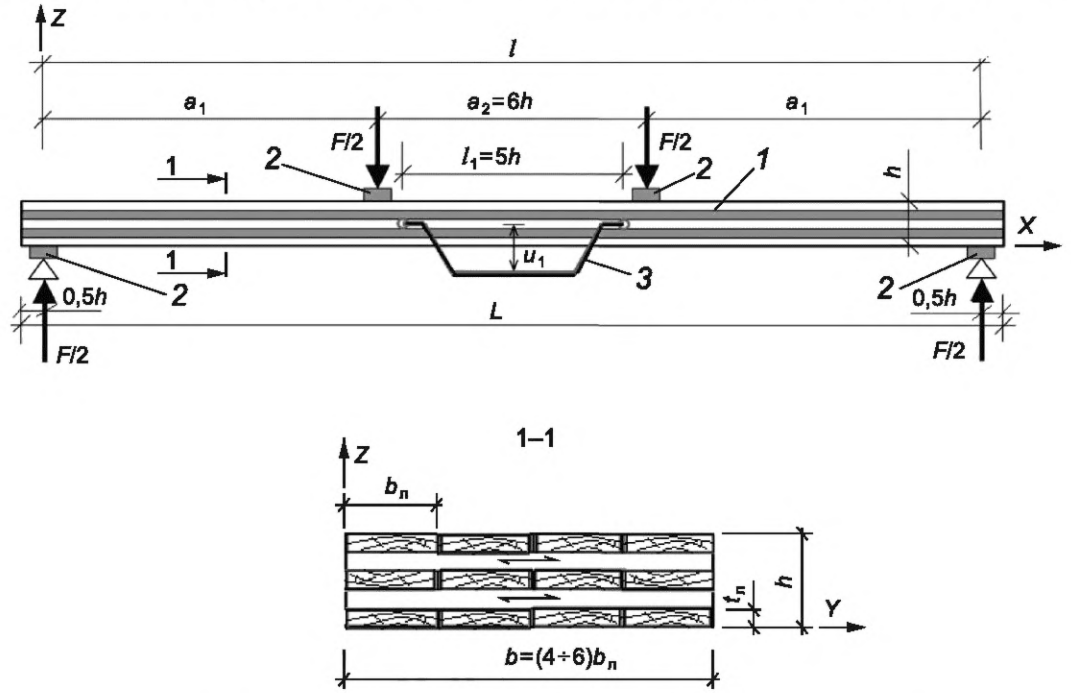
6.1.1.2 Длину образца L принимают в зависимости от отношения ширины $b_л$ ламели к ее толщине $t_л$: $L = 25h$ при $b_л/t_л \geq 4$ и $L = 31h$ при $b_л/t_л < 4$.

6.1.1.3 Число образцов для испытаний принимают в зависимости от ширины поперечного сечения. При определении модуля $E_{и,0}$ упругости число испытуемых образцов должно быть:

- для ширины поперечного сечения до 500 мм — не менее 15;
- для ширины поперечного сечения до 800 мм — не менее 10;
- для ширины поперечного сечения 800 мм и более — не менее 7.

6.1.2 Проведение испытаний

6.1.2.1 Испытание образца проводят по балочной схеме на четырехточечное приложение перпендикулярной к плоскости плиты нагрузки, вызывающей деформации в материале, уровень которых находится в области его линейного деформирования (рисунок 3). Для образцов с отношением $b_л/t_л \geq 4$ $a_1 = 9h$, а для образцов $b_л/t_л < 4$ – $a_1 = 12h$. Испытуемый образец должен быть свободно опертым.



1 — испытуемый образец; *2* — опорные пластины; *3* — датчик перемещений

Рисунок 3 — Схема испытания образцов для определения модуля упругости при изгибе

6.1.2.2 Для минимизации местного смятия под опорами и в местах передачи нагрузки на образец в качестве подкладок используют стальные опорные пластины *2*. Длина данных пластин должна составлять не менее половины высоты образца (0,5*h*), а ширина — не менее ширины *b* образца.

6.1.2.3 Нагружение образца осуществляют с постоянной скоростью. Скорость перемещения головки нагружающего устройства, мм/с, не должна превышать 0,003*h*.

6.1.2.4 Максимальная прикладываемая нагрузка не должна превышать $0,4F_{max}$, где F_{max} — среднее значение разрушающей нагрузки образца, которое определяют путем предварительных испытаний аналогичных образцов из плит с одинаковыми сортом (классом прочности) и размерами ламелей или из опыта аналогичных испытаний.

Число испытуемых образцов для предварительных испытаний должно быть не менее:

5 — для ширины поперечного сечения до 500 мм;

4 — для ширины поперечного сечения до 800 мм;

3 — для ширины поперечного сечения 800 мм и более.

6.1.2.5 Последовательность нагружения:

- образец нагружают до $0,4F_{max}$ и плавно разгружают до $0,1F_{max}$;
- образец вновь нагружают до $0,4F_{max}$ и плавно разгружают до $0,1F_{max}$;
- при последующих трех аналогичных этапах нагружения в момент достижения нагрузки $0,15F_{max}$ и $0,4F_{max}$ с помощью датчиков деформаций (перемещений), установленных на двух боковых поверхностях образца на базе l_1, фиксируют вертикальные перемещения *u* автоматически либо при нагружении ступенями по $0,05F_{max}$ в течение не более 10 с на каждой ступени с погрешностью не более 0,02 мм.

6.1.2.6 Перемещение (деформацию) *u* принимают, как среднее значение перемещений, измеренных от нейтральной оси на двух боковых поверхностях образца в центре базы l_1 (см. рисунок 3), длина которой равна 5*h*, где *h* — высота поперечного сечения образца.

6.1.3 Обработка результатов

6.1.3.1 Для каждого образца строят диаграммы деформирования «*F* — *u*», используя данные испытаний, и выполняют регрессионный анализ зависимости «*F* — *u*» в интервале нагрузки от $0,15F_{max}$ до $0,4F_{max}$.

6.1.3.2 Для каждого испытанного образца на диаграмме деформирования «*F* — *u*» определяют максимальную длину участка, где значение коэффициента корреляции не менее 0,99. Если указанный участок диаграммы охватывает диапазон от $0,2F_{max}$ до $0,3F_{max}$, модуль E_0 упругости вычисляют по формуле

$$E_0 = \frac{a_1 \cdot l_1^2}{16 \cdot I_{нт}} \cdot \frac{(F_2 - F_1)}{(u_2 - u_1)}, \quad (1)$$

где a_1 — расстояние от опоры до точки приложения силы *F*/2 (см. рисунок 3), мм;

l_1 — длина участка (базы) измерения по нейтральной оси образца, в середине которого измеряют вертикальные перемещения *u*, мм;

$(F_2 - F_1)$ — приращение нагрузки, Н, соответствующее линии регрессии графика с коэффициентом корреляции не менее 0,99;

$I_{нт}$ — момент инерции площади нетто поперечного сечения образца, мм^4;

$(u_2 - u_1)$ — приращение деформации, мм, соответствующее приращению нагрузки $(F_2 - F_1)$ на рисунке 4.

6.1.3.3 Если на участке диаграммы деформирования «*F* — *u*» (см. рисунок 4) в диапазоне нагрузок от $0,2F_{max}$ до $0,3F_{max}$ коэффициент корреляции менее 0,99, следует проверить испытательное оборудование и принять меры для устранения ошибок, вызванных дефектами образца. Если из диаграммы на рисунке 4 невозможно выделить участок, где коэффициент корреляции равен или больше 0,99, то образец бракуют.

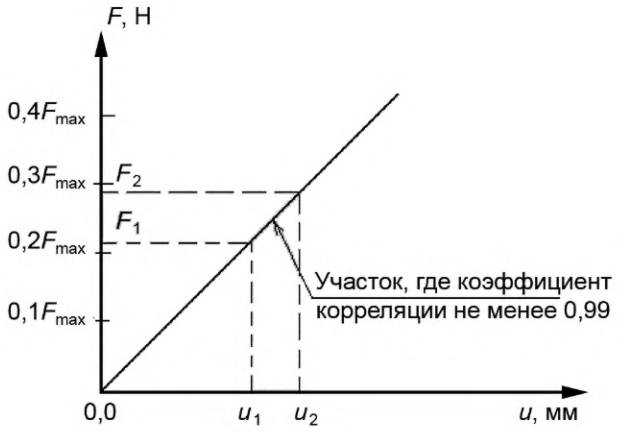


Рисунок 4 — Диаграмма деформирования «нагрузка — деформация» в диапазоне упругой работы материала испытуемого образца

6.2 Метод определения модуля сдвига при изгибе из плоскости плиты

6.2.1 Образцы для испытаний

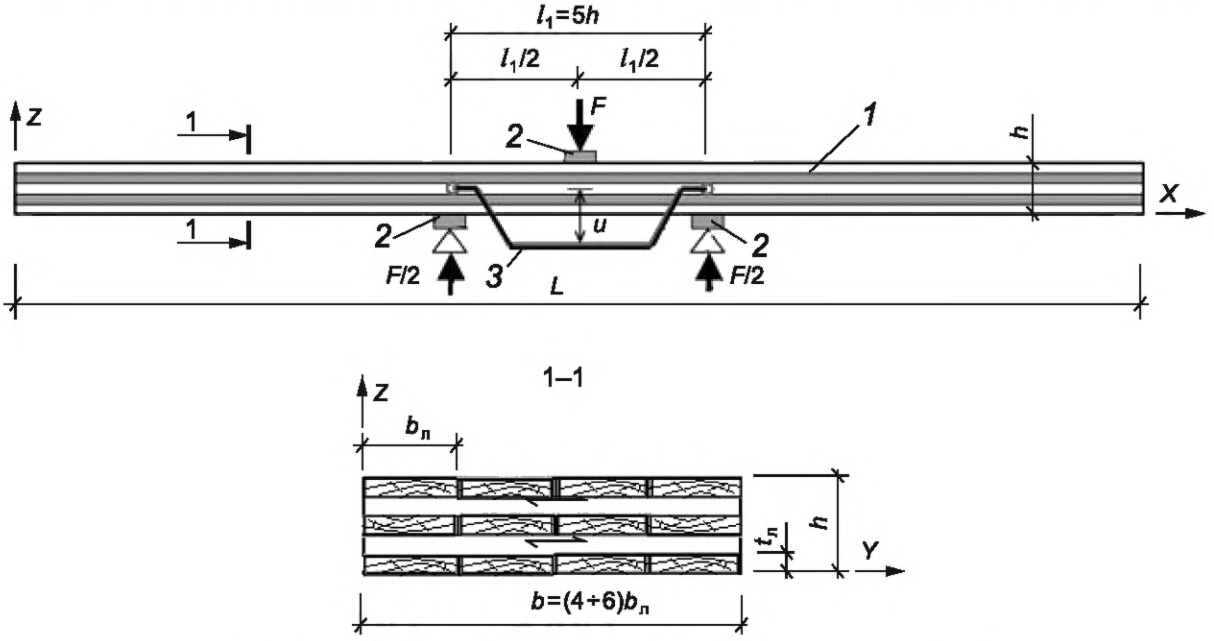
6.2.1.1 Метод предназначен для определения модуля сдвига G_{xz} при изгибе плиты из плоскости. Данный метод заключается в определении локального модуля упругости E_0 согласно требованиям 6.1 и условного модуля упругости $E_{y,0}$ слоев, параллельных наружным слоям, с последующим расчетом модуля сдвига G_{xz}. Для определения модулей упругости E_0 и $E_{y,0}$ используют один и тот же образец (см. 6.1.1, рисунок 2).

6.2.1.2 Число образцов для испытаний принимают в зависимости от ширины поперечного сечения в соответствии с требованиями 6.1.1.3.

6.2.1.3 В качестве образцов для испытаний по определению условного модуля $E_{y,0}$ упругости принимают образцы, аналогичные по форме и размерам, используемым для определения модуля упругости E_0 (см. 6.11, рисунок 2).

6.2.2 Проведение испытаний

6.2.2.1 Испытание образцов выполняют в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 5.



1 — испытуемый образец; *2* — опорные пластины; *3* — датчик перемещений

Рисунок 5 — Схема испытания образцов для определения условного модуля упругости при изгибе плиты из плоскости

6.2.2.2 Образцы следует нагружать сосредоточенной силой F, приложенной посредине пролета с длиной базы l_1, на которой выполняют измерение деформаций u (вертикальных перемещений), как показано на рисунке 5.

6.2.2.3 Нагрузку к испытуемому образцу прикладывают с постоянной скоростью. Скорость перемещения активного захвата, мм/мин, нагружающего устройства не должна превышать $0{,}0002h$.

6.2.2.4 Прикладываемая к образцу максимальная нагрузка не должна превышать $0{,}4F_{max}$, где F_{max} — среднее значение разрушающей нагрузки для образцов, испытанных на четырехточечное нагружение согласно требованиям 6.1.2.4.

6.2.2.5 Деформацию u (прогиб) образца измеряют посредине пролета.

6.2.3 Обработка результатов

6.2.3.1 Условный модуль упругости $E_{y,0}$ определяют по формуле

$$E_{y,0} = \frac{l_1^3 (F_2 - F_1)}{48\, I_{нт} (u_2 - u_1)}, \quad (2)$$

где l_1 — длина базы измерения, равная пролету образца при его изгибе, мм;

$(F_2 - F_1)$ — приращение нагрузки, Н, на участке диаграммы деформирования образца (см. рисунок 4), определяемое в соответствии с требованиями 6.1.3.2;

$(u_2 - u_1)$ — приращение деформаций, мм, соответствующее приращению нагрузки $(F_2 - F_1)$, определяемое в соответствии с требованиями 6.1.3.2;

$I_{нт}$ — момент инерции площади нетто поперечного сечения образца, мм^4.

При определении $E_{y,0}$ с использованием диаграммы деформирования «нагрузка — деформация» (см. рисунок 4), коэффициент корреляции должен быть не менее 0,99.

6.2.3.2 Условный модуль упругости $E_{lu,0}$ вычисляют с точностью до 1 %.

6.2.3.3 Значение G_{xz} модуля сдвига определяют по формуле

$$G_{xz} = \frac{k_G\, h^2}{l_1^2 \left(\frac{1}{E_{lu,0}} - \frac{1}{E_{u,0}} \right)}, \quad (3)$$

где k_G = 1,2 для прямоугольного поперечного сечения образца;

h — высота поперечного сечения образца, мм;

l_1 — длина базы измерения деформаций образца при его изгибе, мм.

6.3 Метод определения прочности при изгибе из плоскости плиты

6.3.1 Образцы для испытаний

6.3.1.1 Число образцов в зависимости от ширины поперечного сечения принимают в соответствии с требованиями 6.1.1.3.

6.3.1.2 Форму и размеры образцов для испытаний принимают в соответствии с требованиями 6.1.1 и рисунком 2.

6.3.1.3 Для определения прочности могут быть использованы образцы, которые применялись при определении модуля упругости $E_{u,0}$ в 6.1.

6.3.2 Проведение испытаний

6.3.2.1 Испытание образца проводят по балочной схеме на четырехточечное нагружение путем приложения нагрузки перпендикулярно к его пласти (см. рисунок 3).

6.3.2.2 Подготовка образцов к испытаниям должна соответствовать требованиям 6.1.2.2.

6.3.2.3 Нагрузку к образцу прикладывают с постоянной скоростью, при этом максимальная нагрузка F_{max} должна быть достигнута через (300 ± 120) с. Скорость нагружения определяют из результатов предварительных испытаний. Оптимальная продолжительность достижения F_{max} для каждого образца — 300 с.

6.3.2.4 В процессе испытаний образца регистрируют время до его разрушения и заносят в протокол испытаний. Если продолжительность испытаний образца отличается более чем на 120 с от оптимального значения 300 с, то это отмечают в протоколе испытаний.

6.3.2.5 Нагружение образца проводят до его разрушения, отмечая в протоколе испытаний характер разрушения и значение разрушающей нагрузки F_{max}.

6.3.3 Обработка результатов

Для каждого испытанного образца прочность $R_0^{вр}$ перекрестноклееной древесины в направлении волокон слоев, направленных вдоль пролета, при изгибе плиты из плоскости определяют по формуле

$$R_0^{вр} = \frac{F_{max}\ a_1}{2\ W_{нт}}, \quad (4)$$

где F_{max} — значение разрушающей нагрузки, Н;

a_1 — расстояние от опоры до точки приложения силы $F/2$ (см. рисунок 3), мм;

$W_{нт}$ — момент сопротивления площади нетто поперечного сечения образца, мм^3.

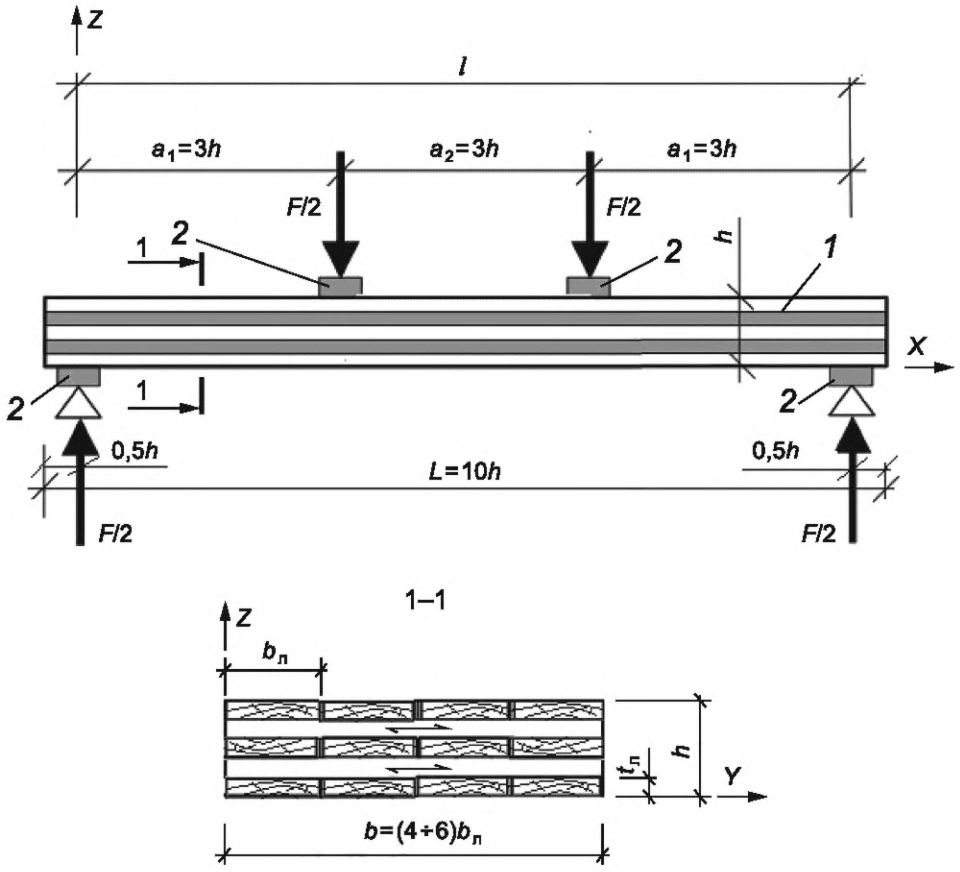
6.4 Метод определения прочности на сдвиг при изгибе из плоскости плиты

6.4.1 Образцы для испытаний

6.4.1.1 Количество образцов в зависимости от ширины поперечного сечения принимают в соответствии с требованиями 6.1.1.3.

6.4.1.2 Образцы для испытаний по форме и размерам должны соответствовать рисунку 6. Ширину образцов b принимают равной $b = (4 \div 6)b_л$, высоту образца h — равной толщине плиты t.

6.4.1.3 Длину образца L принимают $L = 10h$.



1 — испытуемый образец; *2* — опорные пластины

Рисунок 6 — Схема испытания образцов для определения предела прочности на сдвиг при изгибе из плоскости плиты

6.4.2 Проведение испытаний

6.4.2.1 Испытание образца проводят линейно возрастающей нагрузкой до разрушения по балочной схеме на четырехточечное нагружение путем приложения нагрузки перпендикулярно к его пласти (см. рисунок 6).

6.4.2.2 Подготовка образцов к испытаниям должна соответствовать требованиям 6.1.2.2.

6.4.2.3 Нагрузку к образцу прикладывают с постоянной скоростью, при этом максимальная нагрузка F_{max} должна быть достигнута через (300 ± 120) с. Скорость нагружения определяют из результатов предварительных испытаний. Оптимальная продолжительность достижения F_{max} для каждого образца — 300 с.

6.4.2.4 В процессе испытания образца время до его разрушения, значение разрушающей нагрузки F_{max} и характер разрушения заносят в протокол испытаний. Если продолжительность испытаний образца отличается более чем на 120 с от оптимального значения 300 с, то это отмечают в протоколе испытаний.

6.4.3 Обработка результатов

Для каждого испытанного образца прочность $R_{xz}^{вр}$ в направлении волокон наружных слоев плиты при изгибе ее из плоскости определяют по формуле

$$R_{xz}^{вр} = \frac{F_{max}\ S_{нт}}{2b\ W_{нт}}, \quad (5)$$

где F_{max} — значение разрушающей нагрузки, Н;

$S_{нт}$ — статический момент инерции площади нетто поперечного сечения относительно нейтральной оси x, мм^3;

b — ширина поперечного сечения образца, мм;

$W_{нт}$ — момент сопротивления площади нетто поперечного сечения образца, мм^3.

6.5 Метод определения прочности при сжатии перпендикулярно к плоскости плиты

6.5.1 Образцы для испытаний

6.5.1.1 Для проведения испытаний по определению прочности $R_{c,90}^{вр}$ перекрестноклееной древесины при сжатии в направлении перпендикулярно к волокнам слоев плиты принимают не менее 15 образцов.

6.5.1.2 Образцы для испытаний в виде прямоугольных призм выпиливают из плит.

6.5.1.3 Нагружаемые поверхности должны быть тщательно подготовлены таким образом, чтобы они были плоскими и параллельными друг другу. Данную подготовку проводят после кондиционирования образцов, если в этом была необходимость.

6.5.1.4 Форма и размеры образцов для испытаний должны соответствовать рисунку 7. Ширину b и длину l образцов принимают равными двойной ширине ламели наружного слоя (2 $b_л$), а высоту h образца — толщине t плиты.

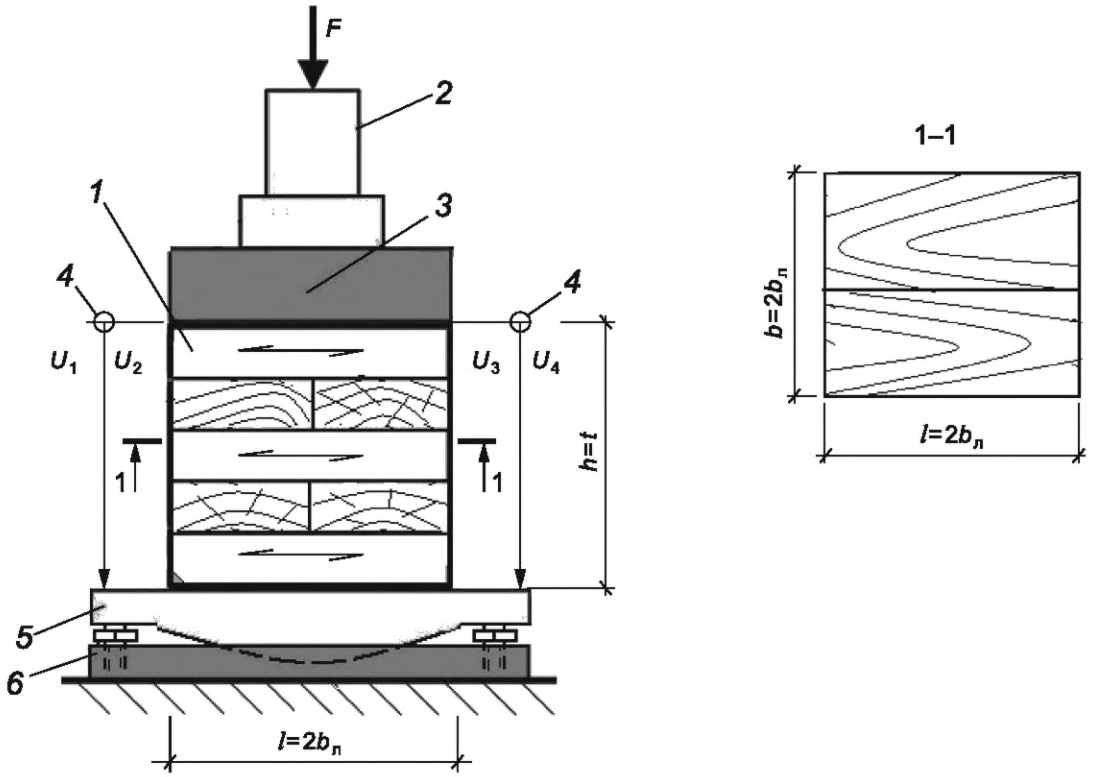
6.5.2 Проведение испытаний

6.5.2.1 Испытание образцов, представляющих прямоугольные призмы, проводят на сжатие поперек волокон путем приложения нагрузки по всей поверхности, параллельной поверхности плиты (рисунок 7).

6.5.2.2 Нагрузку к образцу прикладывают с постоянной скоростью, при этом максимальная нагрузка F_{max} должна быть достигнута через (300 ± 120) с. Скорость нагружения определяют из результатов предварительных испытаний. Оптимальная продолжительность достижения F_{max} для каждого образца — 300 с.

6.5.2.3 В процессе испытания образца регистрируют время до его разрушения и заносят в протокол испытаний. Если продолжительность испытаний образца отличается более чем на 120 с от оптимального значения 300 с, то это отмечают в протоколе испытаний.

6.5.2.4 Результаты испытаний заносят в протокол испытаний.



1 — испытуемый образец; *2* — нагружающее устройство; *3* — стальная пластина; *4* — датчики перемещений (деформаций) U_1, U_2, U_3 и U_4, расположенные по углам образца; *5* — стальная полусферическая пластина; *6* — регулировочные и блокировочные винты

Рисунок 7 — Схема испытания образцов для определения модуля упругости при сжатии поперек волокон

6.5.3 Обработка результатов

6.5.3.1 Для каждого испытанного образца прочность $R_{c,90}^{вр}$ на сжатие перекрестноклееной древесины в направлении перпендикулярно к волокнам наружных слоев плиты определяют по формуле

$$R_{c,90}^{вр} = \frac{F_{c,90,max}^{р}}{b\,l}, \quad (6)$$

где $F_{c,90,max}^{р}$ — рассчитываемое значение разрушающей нагрузки, Н, определяемое согласно 6.5.3.2 и рисунку 8;

b — ширина поперечного сечения испытанного образца (см. рисунок 7), мм;

l — длина поперечного сечения испытанного образца (см. рисунок 7), мм.

6.5.3.2 Рассчитываемое значение разрушающей нагрузки $F_{c,90,max}^{р}$ образца определяют следующим образом.

Предварительно для каждого образца, используя результаты испытаний, строят график зависимости «нагрузка — деформация», как показано на рисунке 8. Вычисляют значения $0{,}1F_{c,90,max}$ и $0{,}4F_{c,90,max}$ и определяют соответствующие им точки на графике. Через данные две точки проводят прямую *1*. Через точку, соответствующую значению нагрузки $F = 0$ и деформации $u = 0{,}01h$, строят прямую *2*, параллельную прямой *1*. За значение $F_{c,90,max}^{р}$ принимают точку пересечения прямой *2* с графиком зависимости «нагрузка — деформация». Если значение $F_{c,90,max}^{р}$ находится в пределах 5 % от $F_{c,90,max}$, то данное значение может быть использовано для определения прочности $f_{c,90}$ при сжатии. Если данное условие не выполняется, то процедуру повторяют до получения значения $F_{c,90,max}^{р}$, удовлетворяющего установленному выше отклонению.

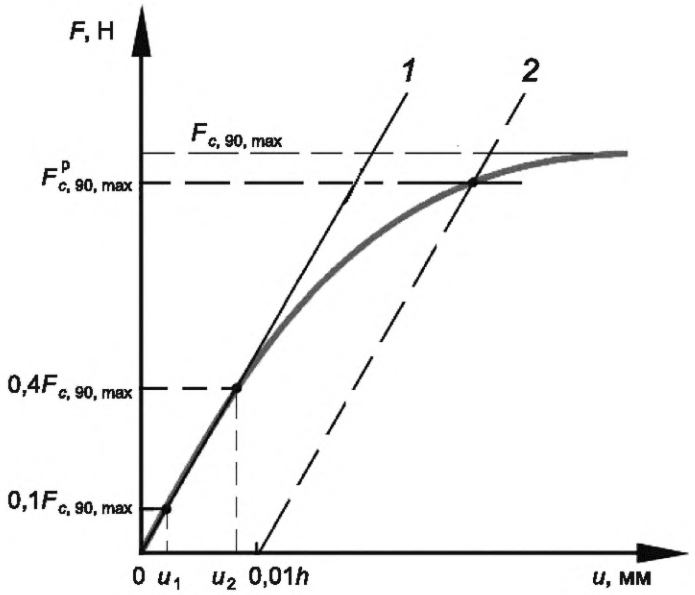


Рисунок 8 — Диаграмма деформирования образца «нагрузка — деформация» при его сжатии

7 Прочностные и упругие характеристики, определяемые по результатам испытаний с нагрузками, приложенными в плоскости плиты

7.1 Метод определения модуля упругости при сжатии вдоль волокон наружных слоев плиты

7.1.1 Образцы для испытаний

7.1.1.1 Число образцов для испытаний принимают в зависимости от ширины поперечного сечения в соответствии с требованиями 6.1.1.3.

7.1.1.2 Форма и размеры образцов для испытаний должны соответствовать рисунку 9. Высоту h поперечного сечения образца принимают равной толщине t плиты, а ширину — равной $b = (4 \div 6)b_{л}$, где $b_{л}$ — ширина ламели наружного слоя плиты. Длину L образца для испытаний принимают равной шестикратному значению меньшего значения поперечного сечения.

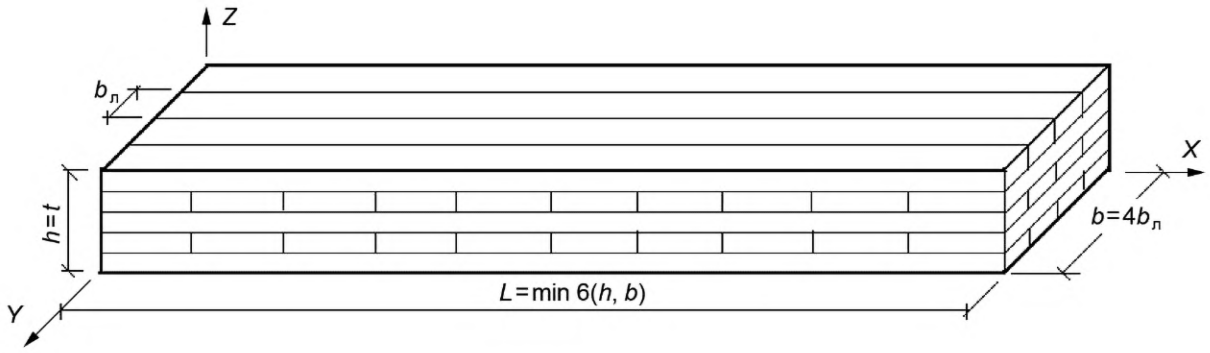


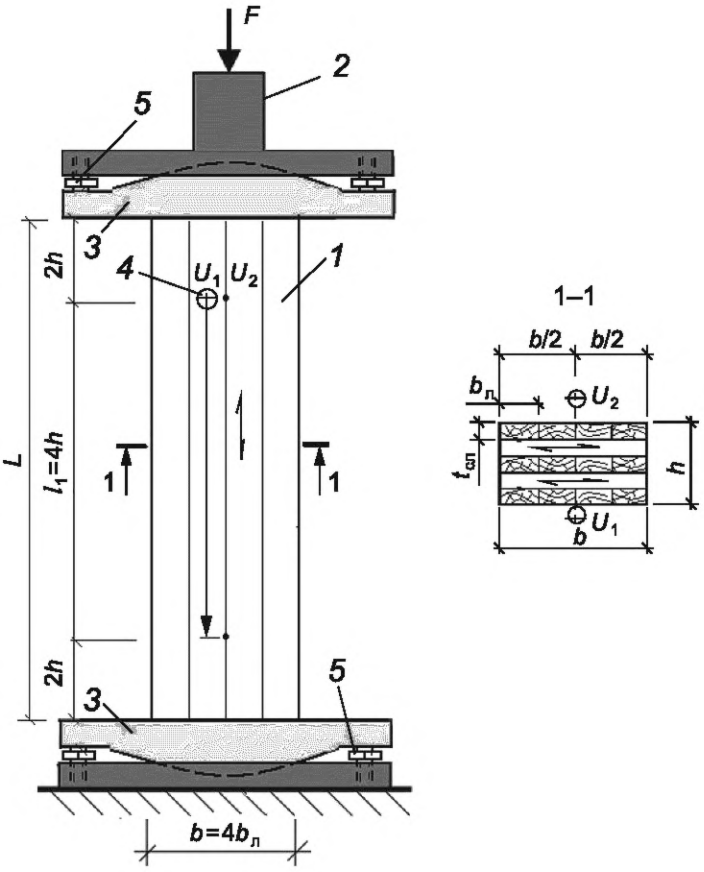
Рисунок 9 — Форма и размеры образца для испытаний

7.1.1.3 Торцевые поверхности образцов должны быть тщательно подготовлены таким образом, чтобы они были плоскими и параллельными друг другу, а также перпендикулярными к оси нагружения. Данную подготовку проводят после кондиционирования образцов, если в этом была необходимость.

7.1.2 Проведение испытаний

7.1.2.1 Испытания образцов, представляющих собой прямоугольные призмы, проводят на сжатие вдоль волокон наружных слоев плиты путем приложения нагрузки по всей поверхности, которая вызывает в материале деформации, соответствующие его линейно-упругой работе.

7.1.2.2 Испытания образцов проводят по схеме, приведенной на рисунке 10. Испытуемый образец устанавливают в вертикальном положении и нагружают вдоль оси образца с использованием шарнирных прижимных головок испытательной машины или других приспособлений, обеспечивающих приложение нагрузки без возникновения изгиба. После приложения предварительной нагрузки загрузочные головки должны быть зафиксированы для предотвращения углового перемещения, т. е. должно быть исключено смещение загрузочных головок от оси нагружения.



1 — испытуемый образец; *2* — нагружающее устройство; *3* — стальная пластина со сферическим шарниром; *4* — датчики перемещений U_1 и U_2; *5* — регулировочные и блокировочные винты

Рисунок 10 — Схема испытания образцов для определения модуля упругости при сжатии вдоль волокон

7.1.2.3 Нагружение образца осуществляют с постоянной скоростью. Скорость перемещения активной части нагружающего устройства, мм/с, не должна превышать 0,00005 *L*.

7.1.2.4 Деформации *u* следует определять на центрально расположенном участке с длиной базы измерения l_1, равной четырехкратному значению меньшего размера поперечного сечения образца. Деформации *u* измеряют с помощью двух индикаторов часового типа или иных датчиков перемещений, расположенных с двух сторон образца (см. рисунок 10) и удовлетворяющих требованиям 4.3.

Значение деформации *u* определяют как среднее значение из показаний датчиков перемещений для соответствующего значения нагрузки *F*.

7.1.2.5 Деформации следует определять с точностью до 1 %, а при деформации менее 2 мм — с точностью до 0,02 мм.

7.1.3 Обработка результатов

Модуль упругости $E_{c,0}$ определяют по формуле

$$E_{c,0} = \frac{(F_2 - F_1)}{(u_2 - u_1)} \frac{l_1}{b\sum_{1}^{n} t_{i,сл}}, \quad (7)$$

где $(F_2 - F_1)$ — приращение нагрузки, Н, на прямолинейном участке диаграммы деформирования образца (см. рисунок 4);

$(u_2 - u_1)$ — значение приращения деформации образца, мм, соответствующее приращению нагрузки $\Delta F = (F_2 - F_1)$, определяемое согласно требованиям 6.1.3.2 и 6.1.3.3;

l_1 — длина базы измерения деформаций (см. рисунок 10), мм;

b — ширина поперечного сечения образца (см. рисунок 10), мм;

$t_{i,сл}$ — толщина поперечного сечения i-го слоя, параллельного наружным слоям плиты (см. рисунок 10), мм;

n — число слоев в поперечном сечении образца, параллельных наружным слоям плиты.

7.2 Метод определения прочности на сжатие в плоскости плиты

7.2.1 Образцы для испытаний

7.2.1.1 Число образцов для испытаний принимают в зависимости от ширины поперечного сечения в соответствии с требованиями 6.1.1.

7.2.1.2 Форма и размеры образцов для испытаний, представляющих собой прямоугольные призмы, должны соответствовать рисунку 9 и требованиям 7.1.1.

7.2.2 Проведение испытаний

7.2.2.1 Испытание образцов, представляющих собой прямоугольные призмы, проводят на сжатие вдоль волокон наружных слоев плиты путем приложения сжимающей нагрузки по всей поверхности, перпендикулярной к продольной оси образца, по схеме, приведенной на рисунке 10.

7.2.2.2 Испытуемый образец устанавливают в вертикальном положении и нагружают вдоль его продольной оси с использованием шарнирных прижимных головок испытательной машины или других приспособлений, обеспечивающих приложение нагрузки без возникновения изгиба. После приложения предварительной нагрузки загрузочные головки должны быть зафиксированы для предотвращения углового перемещения, т. е. должно быть исключено смещение загрузочных головок в их плоскости.

7.2.2.3 Нагрузку к образцу прикладывают с постоянной скоростью, при этом максимальная нагрузка F_{max} должна быть достигнута через (300 ± 120) с. Скорость нагружения определяют из результатов предварительных испытаний. Оптимальная продолжительность достижения F_{max} для каждого образца — 300 с.

7.2.2.4 В процессе испытания образца регистрируют время до его разрушения, значение разрушающей нагрузки F_{max} и заносят в протокол испытаний. Если продолжительность испытаний образца отличается более чем на 120 с от оптимального значения 300 с, то это отмечают в протоколе испытаний.

7.2.3 Обработка результатов

Прочность $R_{c,90}^{вр}$ определяют по формуле

$$R_{c,90}^{вр} = \frac{F_{max}}{b\sum_{1}^{n} t_{i,сл}}, \quad (8)$$

где F_{max} — максимальная нагрузка, Н, соответствующая разрушению образца;

b — ширина поперечного сечения образца (см. рисунок 9), мм;

n — число слоев в поперечном сечении образца, параллельных наружным слоям плиты;

$t_{i,сл}$ — толщина поперечного сечения i-го слоя, мм, параллельного наружным слоям плиты (см. рисунок 9), мм.

7.3 Метод определения модуля упругости при изгибе в плоскости плиты

7.3.1 Образцы для испытаний

7.3.1.1 Число испытуемых образцов по определению модуля упругости $E_{uz,0}$ должно составлять не менее:

12 — для плит с поперечным сечением из трех слоев;

10 — для плит с поперечным сечением из пяти слоев;

7 — для плит с поперечным сечением из семи и более слоев.

7.3.1.2 Образцы для испытаний по форме и размерам должны соответствовать рисунку 11. Ширину образцов принимают равной толщине плиты t. Высоту h поперечного сечения образца принимают равной $2b_л$, где $b_л$ — ширина ламели. Длину образца L принимают равной $19h$.

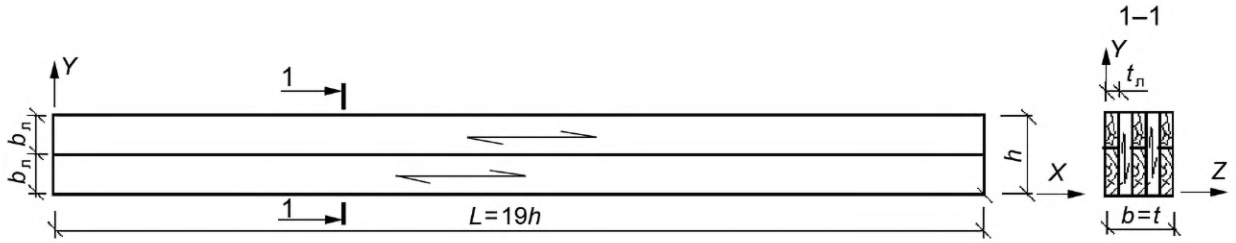
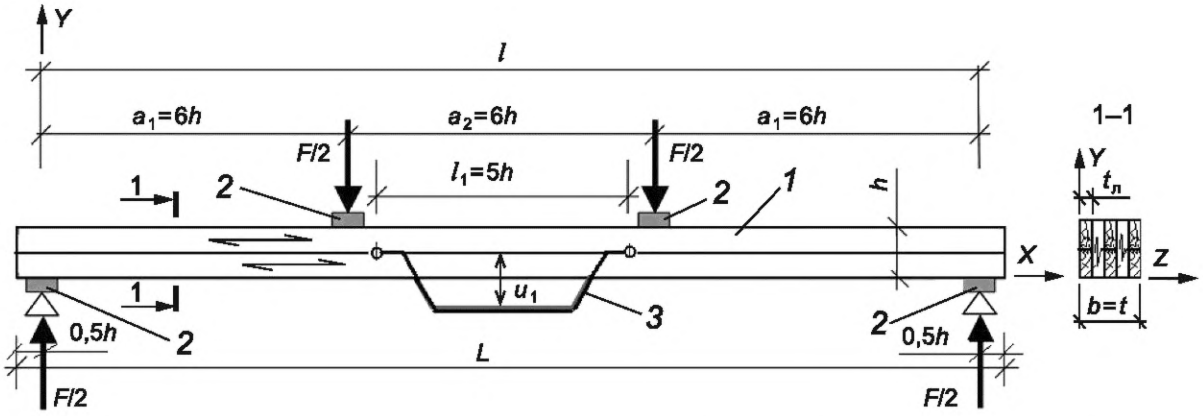


Рисунок 11 — Форма и размеры образцов для испытаний по определению модуля упругости вдоль волокон наружных слоев при изгибе плиты в ее плоскости

7.3.2 Проведение испытаний

7.3.2.1 Испытание образца проводят по балочной схеме на четырехточечное приложение нагрузки, вызывающей деформации в материале, уровень которых находится в области его упруго-линейного деформирования.

7.3.2.2 Схема испытания образцов приведена на рисунке 12. Пролет принимают равным $l = 18h$, $a_1 = a_2 = 6h$.



1 — испытуемый образец; *2* — опорные пластины; *3* — датчик перемещений; u_1 — деформации на участке l_1

Рисунок 12 — Схема испытания образцов для определения модуля упругости при изгибе в плоскости плиты

7.3.2.3 Для минимизации местного смятия под опорами и в местах передачи нагрузки на образец в качестве подкладок используют стальные опорные пластины *2* (рисунок 12). Длина данных прокладок должна составлять не менее $0,5h$, где h — высота поперечного сечения образца, а ширина — не менее ширины b образца.

7.3.2.4 Нагружение образца осуществляют с постоянной скоростью. Скорость перемещения головки нагружающего устройства, мм/с, не должна превышать $0,003h$.

7.3.2.5 Максимальная нагрузка, прикладываемая к образцу, не должна превышать $0,4F_{max}$, где F_{max} — среднее значение разрушающей нагрузки образца, которое определяют путем предварительных испытаний образцов из перекрестноклееной древесины одинаковых сорта (класса прочности) и размеров ламелей или из опыта аналогичных испытаний.

Число испытуемых образцов для предварительных испытаний должно быть не менее:

5 — для плит с поперечным сечением из трех слоев;

4 — для плит с поперечным сечением из пяти слоев;

3 — для плит с поперечным сечением из семи и более слоев.

7.3.2.6 В процессе испытания образца с помощью индикаторов часового типа или датчиков деформаций (перемещений), которые устанавливают на двух боковых поверхностях образца на базе l_1, фиксируют вертикальные перемещения u при нагрузке $F_1 = 0{,}1F_{max}$ и $F_1 = 0{,}4F_{max}$.

7.3.2.7 Перемещение (деформацию) u принимают как среднее значение перемещений, измеренных от нейтральной оси на двух боковых поверхностях образца в центре базы l_1 (см. рисунок 12), длина которой равна $5h$, где h — высота поперечного сечения образца.

7.3.3 Обработка результатов

7.3.3.1 Для каждого образца строят диаграммы деформирования «F — u», используя данные испытаний, и выполняют регрессионный анализ зависимости «F — u» в интервале нагрузки от $0{,}1F_{max}$ до $0{,}4F_{max}$ согласно требованиям 6.1.3.2 и 6.1.3.3.

7.3.3.2 Для каждого испытанного образца модуль упругости $E_{z,0}$ вычисляют по формуле

$$E_{z,0} = \frac{a_1 l_1^2}{16 I_{нт}} \frac{(F_2 - F_1)}{(u_2 - u_1)}, \quad (9)$$

где a_1 — расстояние от опоры до точки приложения силы $F/2$ (см. рисунок 12), мм;

l_1 — длина участка (базы) измерения по нейтральной оси образца, в середине которой измеряют вертикальные перемещения u (см. рисунок 12), мм;

$(F_2 - F_1)$ — приращение нагрузки, Н, соответствующее линии регрессии графика с коэффициентом корреляции не менее 0,99;

$I_{нт}$ — момент инерции площади нетто поперечного сечения образца, мм^4;

$(u_2 - u_1)$ — приращение деформации, мм, соответствующее приращению нагрузки $(F_2 - F_1)$ на рисунке 4.

7.3.3.3 Модуль упругости $E_{uz,0}$ вычисляют с точностью до 1 %.

7.4 Метод определения прочности на изгиб в плоскости плиты

7.4.1 Образцы для испытаний

7.4.1.1 Число испытуемых образцов принимают в соответствии с требованиями 7.3.1.1.

7.4.1.2 Форму и размеры образцов для испытаний принимают в соответствии с рисунком 12 и требованиями 7.3.1.

7.4.1.3 Для определения прочности $R^{вр}_{z,0}$ перекрестноклееной древесины могут быть использованы образцы, которые применялись при определении модуля упругости $E_{z,0}$ в 7.3.

7.4.2 Проведение испытаний

7.4.2.1 Испытание образца проводят по балочной схеме на четырехточечное нагружение по схеме, приведенной на рисунке 12.

7.4.2.2 Подготовка образцов к испытаниям должна соответствовать требованиям 7.3.2.3.

7.4.2.3 Нагрузку к образцу прикладывают с постоянной скоростью, при этом максимальная нагрузка F_{max} должна быть достигнута через (300 ± 120) с. Скорость нагружения определяют из результатов предварительных испытаний. Оптимальная продолжительность достижения F_{max} для каждого образца — 300 с.

7.4.2.4 В процессе испытания образца регистрируют время до его разрушения и заносят в протокол испытаний. Если продолжительность испытаний образца отличается более чем на 120 с от оптимального значения 300 с, то это отмечают в протоколе испытаний.

7.4.2.5 Испытание образца проводят до его разрушения, отмечая в протоколе испытаний характер разрушения и значение разрушающей нагрузки F_{max}.

7.4.3 Обработка результатов

7.4.3.1 Для каждого испытанного образца прочность $R^{вр}_{z,0}$ перекрестноклееной древесины в направлении волокон наружных слоев плиты при изгибе ее в плоскости определяют по формуле

$$R^{вр}_{z,0} = \frac{F_{max} a_1}{2W_{нт}}, \quad (10)$$

где F_{max} — значение разрушающей нагрузки, Н;

a_1 — расстояние от опоры до точки приложения силы $F/2$ (см. рисунок 12), мм;

$W_{нт}$ — момент сопротивления площади нетто поперечного сечения образца, мм^3.

7.5 Метод определения прочности на сдвиг при изгибе в плоскости плиты

7.5.1 Образцы для испытаний

7.5.1.1 Число образцов в зависимости от ширины поперечного сечения принимают в соответствии с требованиями 7.3.1.1.

7.5.1.2 Образцы для испытаний по форме и размерам должны соответствовать рисунку 13. Ширину образцов принимают равной толщине плиты t. Высоту h поперечного сечения образца принимают равной $2b_л$, где $b_л$ — ширина ламели. Длину образца L принимают равной $10h$.

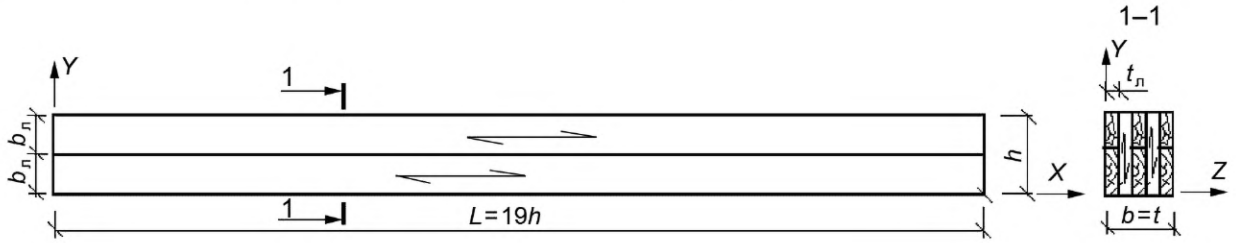
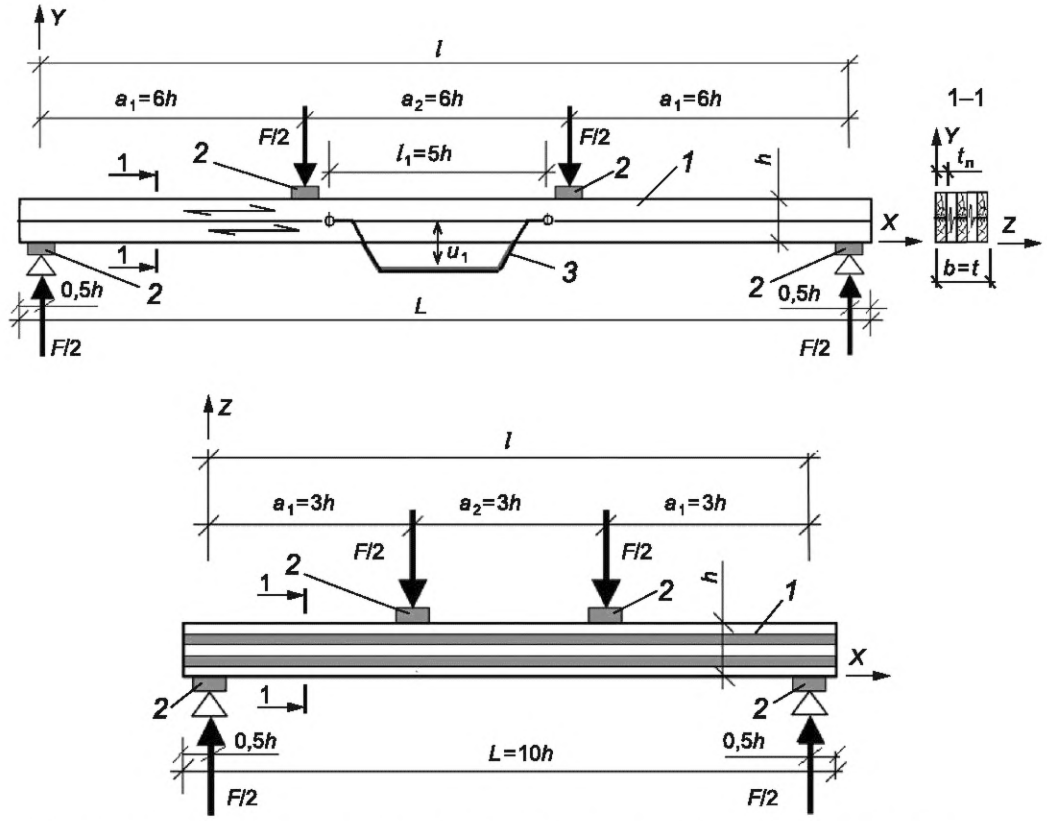


Рисунок 13 — Форма и размеры образцов для испытаний для определения прочности на сдвиг при изгибе в плоскости плиты

7.5.2 Проведение испытаний

7.5.2.1 Испытание образца проводят линейно возрастающей нагрузкой до разрушения по балочной схеме на четырехточечное нагружение путем приложения нагрузки перпендикулярно к его кромке (рисунок 14).



1 — испытуемый образец; *2* — опорные пластины; *3* — датчик перемещений; u_1 — деформации на участке l_1

Рисунок 14 — Схема испытания образцов для определения предела прочности на сдвиг при изгибе в плоскости плиты

7.5.2.2 Подготовка образцов к испытаниям должна соответствовать требованиям 7.3.2.3.

7.5.2.3 Нагрузку к образцу прикладывают с постоянной скоростью, при этом максимальная нагрузка F_{max} должна быть достигнута через (300 ± 120) с. Скорость нагружения определяют из результатов предварительных испытаний. Оптимальная продолжительность достижения F_{max} для каждого образца — 300 с.

7.5.2.4 В процессе испытания образца время до его разрушения, значение разрушающей нагрузки F_{max} и характер разрушения заносят в протокол испытаний. Если продолжительность испытаний образца отличается более чем на 120 с от оптимального значения 300 с, то это отмечают в протоколе испытаний.

7.5.3 Обработка результатов

Для каждого испытанного образца прочность $R^{вр}_{y,z}$ в направлении волокон наружных слоев плиты при изгибе ее из плоскости определяют по формуле (5).

7.6 Метод определения модуля сдвига в плоскости плиты

7.6.1 Образцы для испытаний

7.6.1.1 Значение модуля сдвига G_{xy} в плоскости плиты зависит от отношения ширины $b_л$ ламели к ее толщине $t_л$, отношения толщины продольных слоев $\Sigma t_{сл,0}$ к толщине $\Sigma t_{сл,90}$ поперечных слоев в поперечном сечении плиты.

7.6.1.2 При определении G_{xy} используют образцы в виде прямоугольных призм, выпиленных из плит под углом $\alpha = 45°$ к направлению волокон наружных слоев. Испытание проводят путем приложения сжимающей нагрузки по всей поверхности торца образца в направлении вдоль его длинной кромки и вызывающей деформации в материале, уровень которых соответствует линейно-упругой работе.

7.6.1.3 Форма и размеры образцов для испытаний должны соответствовать рисунку 15. Ширину b поперечного сечения образца принимают равной четырехкратной ширине $b_л$ ламели наружного слоя плиты, толщину t — толщине плиты. Длину l образца для испытаний принимают из расчета, чтобы она была равна $3b$, где b — ширина поперечного сечения.

7.6.1.4 Торцевые поверхности образцов должны быть тщательно подготовлены таким образом, чтобы они были плоскими и параллельными друг другу. Данную подготовку проводят после кондиционирования образцов (при необходимости).

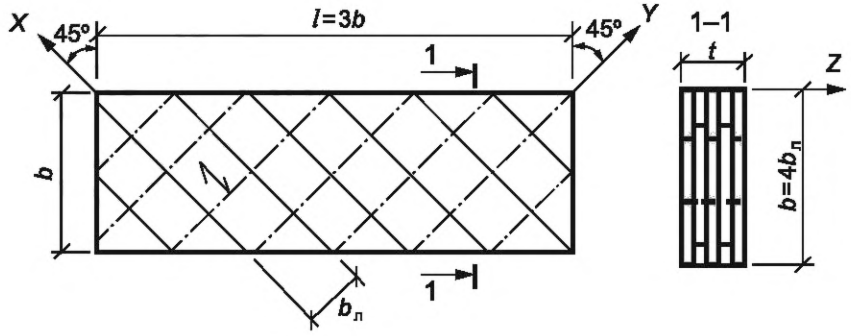


Рисунок 15 — Форма и размеры образца для испытаний

7.6.1.5 Число образцов для испытаний принимают в зависимости от числа слоев. При определении модуля сдвига G_{xy} число испытуемых образцов должно быть не менее:

20 — для плит с поперечным сечением из трех слоев;

15 — для плит с поперечным сечением из пяти слоев;

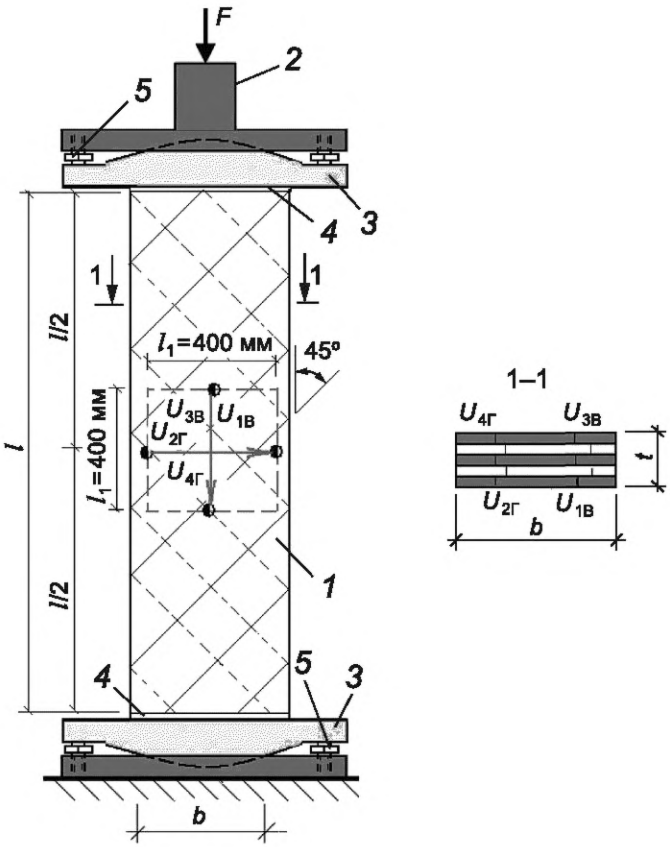
12 — для плит с поперечным сечением из семи и более слоев.

7.6.2 Проведение испытаний

7.6.2.1 Испытания образцов проводят по схеме, приведенной на рисунке 16.

Для уменьшения трения между нагружаемыми поверхностями испытуемого образца *1* и стальными пластинами *3* устанавливают тефлоновые прокладки *4*. Затем испытуемый образец *1* нагружают предварительной нагрузкой с использованием шарнирных прижимных головок испытательной машины или других приспособлений, обеспечивающих центральное приложение нагрузки. После приложения

предварительной нагрузки стальные пластины *3* должны быть зафиксированы для предупреждения их поворота в процессе испытаний.



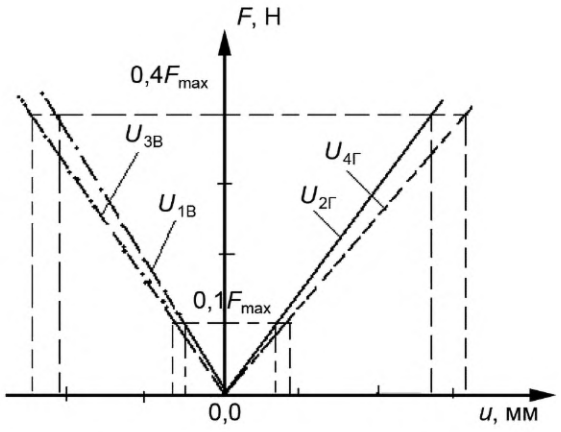
1 — испытуемый образец; *2* — нагружающее устройство; *3* — стальная пластина со сферическим шарниром; *4* — тефлоновые прокладки; *5* — регулировочные и блокировочные винты; $U_{1В}$, $U_{3В}$, $U_{2Г}$ и $U_{4Г}$ — датчики, фиксирующие вертикальные и горизонтальные перемещения (деформации)

Рисунок 16 — Схема испытания образцов для определения модуля сдвига в плоскости плиты

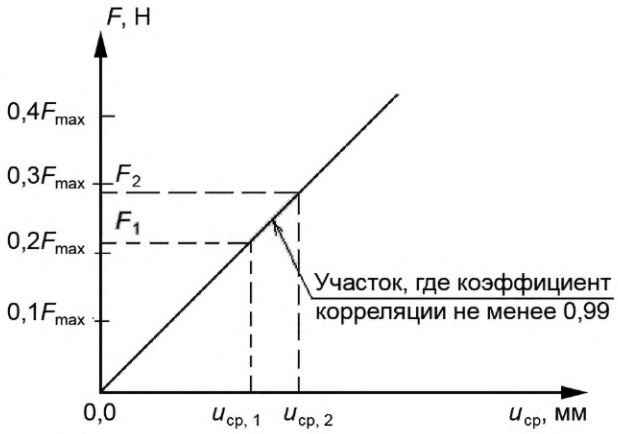
7.6.2.2 Нагружение образца осуществляют с постоянной скоростью, с использованием испытательной машины или других нагружающих устройств. Скорость перемещения активной части нагружающего устройства должна составлять 5 мм/мин.

7.6.2.3 Максимальная нагрузка, прикладываемая к образцу, не должна превышать $0{,}4F_{max}$, где F_{max} — среднее значение разрушающей нагрузки образца, которое определяют путем предварительных испытаний не менее 10 образцов из перекрестноклееной древесины одинаковых сорта (класса прочности) и размеров ламелей или из опыта аналогичных испытаний.

7.6.2.4 В процессе испытания образца с помощью четырех датчиков деформаций (перемещений), установленных на двух боковых поверхностях образца на базе l_1 = 400 мм, фиксируют вертикальные $u_в$ и горизонтальные $u_г$ перемещения при нагрузке $F_1 = 0{,}1F_{max}$ и $F_2 = 0{,}4F_{max}$ [рисунок 17а)].



а) Диаграммы «нагрузка – деформация», построенные по показаниям вертикальных ($U_{1В}$, $U_{3В}$) и горизонтальных ($U_{2Г}$, $U_{4Г}$) датчиков деформаций



б) Зависимость средних значений деформаций материала образца от значения нагрузки

Рисунок 17 — Диаграммы «нагрузка — деформация» в диапазоне упругой работы материала испытуемого образца

7.6.3 Обработка результатов

7.6.3.1 Используя данные испытаний, для каждого образца строят диаграммы деформирования «F — $u_{ср}$» и выполняют регрессионный анализ зависимости «F — $u_{ср}$» в интервале нагрузки от $0{,}1F_{max}$ до $0{,}4F_{max}$. Значение $u_{ср}$ определяют как среднее значение измеренных по четырем датчикам деформаций на двух боковых поверхностях испытуемого образца без учета их знака.

7.6.3.2 На диаграмме деформирования «F — $u_{ср}$» [рисунок 17б)] определяют максимальную длину участка, где значение коэффициента корреляции не менее 0,99. Если указанный участок диаграммы охватывает диапазон от $0{,}2F_{max}$ до $0{,}3F_{max}$, модуль G_{xy} сдвига вычисляют по формуле

$$G_{xy} = \frac{l_1}{2\,b\,t}\frac{(F_2 - F_1)}{\left(u_{ср,2} - u_{ср,1}\right)} \qquad (11)$$

где l_1 — длина участка (базы) измерения деформаций u, мм (см. рисунок 16);

$(F_2 - F_1)$ — приращение нагрузки, Н, соответствующее линии регрессии на графике рисунка 17, б), где коэффициент корреляции не менее 0,99;

b — ширина поперечного сечения образца, мм;

t — толщина образца, мм;

$(u_{ср,2} - u_{ср,1})$ — средние значения приращения вертикальных или горизонтальных деформаций, мм, соответствующие приращению нагрузки $(F_2 - F_1)$ на рисунке 17, б).

7.6.3.3 Если коэффициент корреляции на участке диаграммы деформирования «$F - u_{ср}$» [см. рисунок 17*б*)] в диапазоне от $0{,}2F_{max}$ до $0{,}3F_{max}$ менее 0,99, следует проверить испытательное оборудование и принять меры для устранения ошибок, вызванных дефектами образца. Если из диаграммы деформирования «$F - u_{ср}$» [рисунок 17б)] невозможно выделить участок, где коэффициент корреляции составляет 0,99 и более, то образец бракуют.

8 Определение нормативных значений прочностных и упругих характеристик

8.1 Определение нормативных значений сопротивлений

Нормативные значения сопротивлений $E^{н}_{ДПК}$ определяют на основании значений прочности $R^{вр}$, установленных при испытании образцов в соответствии с требованиями настоящего стандарта и требованиями ГОСТ Р 58459.

8.2 Определение нормативных значений модулей упругости и сдвига

Нормативные значения модуля $E^{н}_{ДПК}$ упругости и сдвига $E^{н}_{ДПК}$ назначают на основании значений упругих характеристик, установленных при испытании образцов в соответствии с требованиями настоящего стандарта как меньшие значения из определенных в соответствии с требованиями ГОСТ Р 58459 и по формулам:

$$E^{н}_{ДПК} = (5/6)E_{ср}, \quad (12)$$

$$G^{н}_{ДПК} = (5/6)G_{ср}, \quad (13)$$

где $E_{ср}$ и $G_{ср}$ — средние значения модулей упругости и сдвига, установленные при испытании образцов, МПа.

Приложение А
(рекомендуемое)

Требования к оформлению протокола испытаний

А.1 Общие положения

Протокол испытаний должен содержать подробное описание образцов для испытаний, метод и результаты испытаний.

А.2 Образцы для испытаний

В протоколе испытаний должна быть приведена следующая информация:

- описание испытуемых образцов, технические характеристики и качество материала: порода древесины слоев, сорт или класс прочности древесины слоев, плотность, отклонения технических характеристик, толщина и число слоев в поперечном сечении плиты, ширина и толщина ламелей, размеры дефектов;
- размеры испытуемых образцов, тип используемого клея;
- данные о производителе материала для изготовления образцов;
- метод отбора образцов для испытаний;
- метод кондиционирования;
- другие данные, оказывающие влияние на результаты испытаний.

А.3 Методика испытаний

Должна быть приведена следующая информация:

- используемые методы испытаний и схема нагружения;
- температура и относительная влажность воздуха во время испытаний;
- описание используемого нагружающего устройства, испытательного оборудования и средств измерений;
- другая информация, которая может оказать влияние на применение результатов испытаний.

А.4 Результаты испытаний

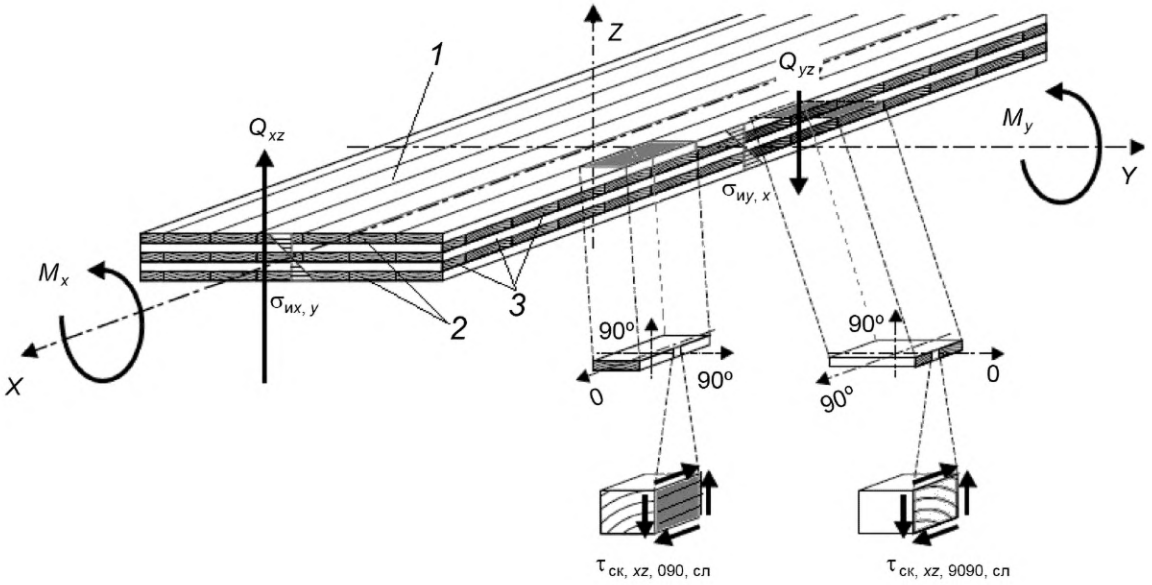
Для каждого образца для испытаний должна быть приведена следующая информация:

- влажность древесины;
- плотность древесины слоев, средняя плотность древесины испытуемого образца;
- фактические размеры;
- модуль упругости и/или значения характеристик прочности;
- место и характер разрушения испытуемого образца. Следует описать все участки, попадающие в сечение разрушения;
- время до достижения максимальной нагрузки;
- скорость нагружения испытуемого образца;
- диаграммы деформирования образца;
- другая информация, которая может повлиять на результаты испытаний.

Приложение Б
(рекомендуемое)

Пояснения к обозначениям прочностных и упругих характеристик

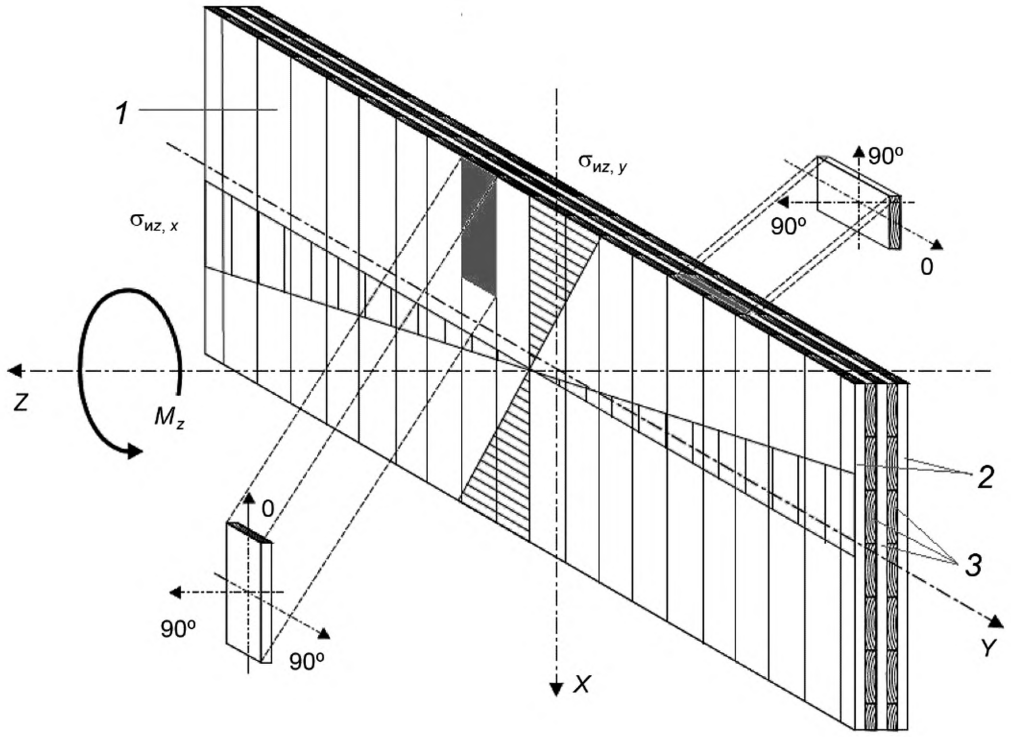
Пояснения к обозначениям прочностных и упругих характеристик приведены на рисунке Б.1.



1 — пятислойная плита; *2* — наружные слои плиты; *3* — внутренние слои плиты; *X*, *Y* и *Z* — глобальные оси плиты; 0°, 90° и 90° — локальные оси слоя; M_x и M_y — моменты относительно глобальных осей *X* и *Y*; $\sigma_{их,y}$ — нормальные напряжения в поперечном сечении плиты от изгиба ее относительно оси *X*, действующие в направлении глобальной оси *Y*; $\sigma_{иу,x}$ — нормальные напряжения в поперечном сечении плиты от изгиба ее относительно оси *Y*, действующие в направлении глобальной оси *X*; $\tau_{ск,xz,090,сл}$ — скалывающие напряжения от сдвига в плоскости *XZ*, действующие в сечениях слоев, параллельных оси *X*; $\tau_{ск,xz,9090,сл}$ — скалывающие напряжения от сдвига в плоскости *XZ*, действующие в сечениях слоев, параллельных оси *Y*

а)

Рисунок Б.1 — Схема плиты из перекрестноклееной древесины с нагрузками, перпендикулярными к плоскости, индексами моментов, поперечных сил и напряжений. Лист 1



1 — пятислойная плита; *2* — наружные слои плиты; *3* — внутренние слои плиты; *X*, *Y* и *Z* — глобальные оси плиты; 0°, 90° и 90° — локальные оси слоя; M_z — момент относительно глобальной оси *Z*; $\sigma_{иz,y}$ — нормальные напряжения от изгиба плиты относительно оси *Z* в поперечном сечении, действующие в направлении глобальной оси *Y*; $\sigma_{иz,x}$ — нормальные напряжения в поперечном сечении плиты от изгиба ее относительно оси *Z*, действующие в направлении глобальной оси *X*

б)

Рисунок Б.1, лист 2

УДК 694.146:006.354 ОКС 91.080.20

Ключевые слова: деформация, перекрестноклееная древесина, испытание, модуль упругости, модуль сдвига, нагрузка, нормативное значение, прочность

Редактор *Л.В. Коретникова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Л.С. Лысенко*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 22.07.2022. Подписано в печать 11.08.2022. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,26. Уч.-изд. л. 2,95.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «РСТ» для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru