

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ИСПЫТАНИЕ СОЕДИНЕНИЯ НА ЛОБОВОЙ ВРУБКЕ

Цель работы

Теоретическое и экспериментальное изучение работы под нагрузкой образца соединения на лобовой врубке.

Задачи работы

1. Определить расчетную несущую способность образца соединения на лобовой врубке $N_{\text{п}}$ и расчетную нагрузку $P_{\text{расч}}$, кН.
2. Вычислить теоретическую разрушающую нагрузку (максимальную несущую способность образца) $P_t^{\text{теор}} = N_t^{\text{теор}}$, кН.
3. В результате испытания определить деформации смятия образца на этапах нагружения и фактическую разрушающую нагрузку $P_t = N_t$, кН.
4. Построить график зависимости средней деформации смятия образца $\Delta_{\text{ср}}$ от нагрузки P .
5. Определить величину деформации смятия образца $\Delta_{\text{расч}}$, мм, при расчетной нагрузке $P_{\text{расч}}$ и величину рыхлой деформации $\Delta_{\text{рыхл}}$, мм.
6. Выполнить оценку несущей способности и деформативности образца соединения на лобовой врубке путем сравнения фактических значений с теоретическими.

Конструкция образца

Геометрическая схема образца соединения на лобовой врубке и его проектные размеры показаны на рис. 1.

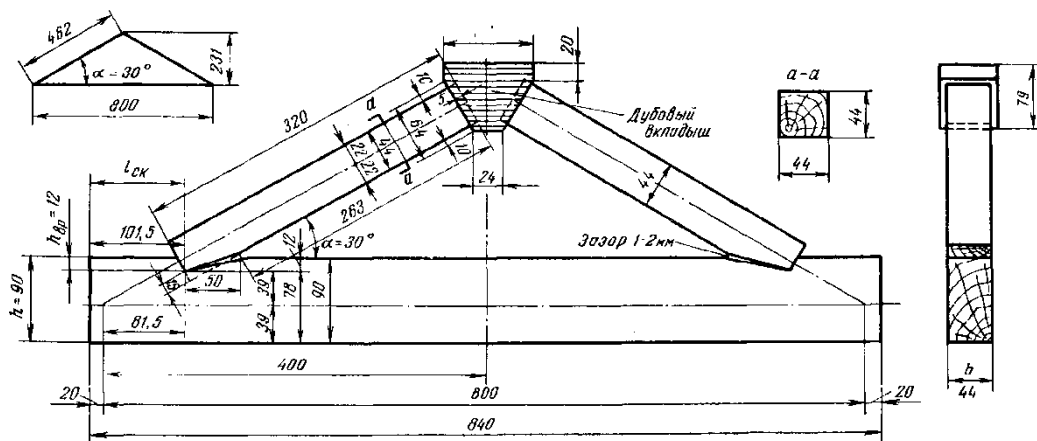


Рис. 1. Конструкция образца соединения на лобовой врубке

Фактические размеры образца устанавливают его непосредственным измерением перед испытанием.

Ширина поясов $b =$ _____ мм.

Высота нижнего пояса $h =$ _____ мм.

Глубина врубки $h_{вр} =$ _____ мм.

Длина площадки скалывания $l_{ск} =$ _____ мм.

Плечо сил скалывания $e =$ _____ мм.

Угол между верхним и нижним поясами $\alpha =$ _____ °.

Данные для расчета

Материал: _____ (сосна 2-ого сорта).

Влажность древесины $W =$ _____ % (не более 12%).

Расчетное сопротивление древесины смятию вдоль волокон (п. 1а табл. 3, табл. 4 [1]):

$$R_{см} = R_{см}^A \cdot m_{дл} = \text{_____} \cdot 0,66 = \text{_____} \text{ МПа.}$$

Расчетное сопротивление древесины местному смятию поперек волокон в лобовых врубках (п. 4а табл. 3, табл. 4 [1]):

$$R_{см90} = R_{см90}^A \cdot m_{дл} = \text{_____} \cdot 0,66 = \text{_____} \text{ МПа.}$$

Расчетное сопротивление древесины смятию под углом α к направлению волокон (п. 6.5 [1]):

$$R_{см\alpha} = \frac{R_{см}}{1 + \left(\frac{R_{см}}{R_{см90}} - 1 \right) \sin^3 \alpha} = \text{_____} = \text{_____} \text{ МПа,}$$

где $R_{см}$ – расчетное сопротивление древесины смятию вдоль волокон, МПа;

$R_{см90}$ – расчетное сопротивление древесины местному смятию поперек волокон в лобовых врубках, МПа.

Расчетное сопротивление древесины скалыванию вдоль волокон в лобовых врубках для максимального напряжения (п. 5 в табл. 3, табл. 4 [1]):

$$R_{ск} = R_{ск}^A \cdot m_{дл} = \text{_____} \cdot 0,66 = \text{_____} \text{ МПа.}$$

Среднее по площадке скалывания расчетное сопротивление древесины

скалыванию вдоль волокон (п. 8.3 [1]):

$$R_{\text{ск}}^{\text{ср}} = \frac{R_{\text{ск}}}{1 + \beta \frac{l_{\text{ск}}}{e}} = \text{_____} = \text{_____} \text{ МПа},$$

где $R_{\text{ск}}$ – расчетное сопротивление древесины скалыванию вдоль волокон в лобовых врубках для максимального напряжения, МПа;

$l_{\text{ск}}$ – длина площадки скалывания;

e – плечо сил скалывания;

$\beta=0,25$, так как скалывание одностороннее (см. эпюру скалывающих напряжений по длине площадки скалывания, приведенную на рис. 2).

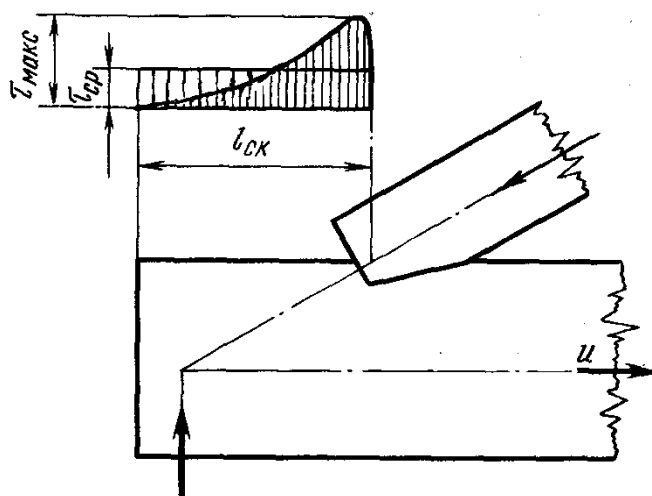


Рис. 2. Эпюра скалывающих напряжений

Определение расчетной несущей способности образца соединения на лобовой врубке

а) Статический расчет образца

Из диаграммы усилий (рис. 3): $U = \frac{P}{2 \tan \alpha}$.

Отсюда $P = 2U \cdot \tan \alpha$.

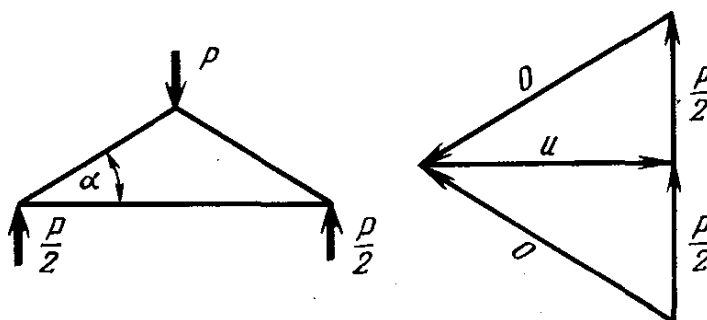


Рис. 3. Диаграмма усилий в образце соединения на лобовой врубке

б) Определение величин расчетных усилий в образце соединения на лобовой врубке

Из условия скалывания: $U_{ск} = R_{ск}^{cp} \cdot l_{ск} \cdot b = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$ кН.

Из условия смятия: $U_{см} = R_{см\alpha} \cdot h_{вр} \cdot b = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$ кН.

в) Определение нагрузки, соответствующей расчетной несущей способности образца соединения на лобовой врубке $N_{п}$

Из условия скалывания:

$$P_{ск} = N_{п.ск} = 2U_{ск} \cdot \tan \alpha = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ кН.}$$

Из условия смятия:

$$P_{см} = N_{п.см} = 2U_{см} \cdot \tan \alpha = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ кН.}$$

За расчетную нагрузку $P_{расч}$ принимаем меньшее из двух значений.

г) Определение теоретического значения разрушающей нагрузки (максимальной несущей способности образца) при кратковременном машинном испытании

Теоретическое значение разрушающей нагрузки $P_t^{теор} = N_t^{теор}$ определяем из условия скалывания. Расчетная нагрузка, полученная из условия скалывания, меньше, чем из условия смятия. Однако разрушение врубки под нагрузкой происходит именно от скалывания. Объясняется это тем, что расчетное сопротивление древесины скалыванию (табл. 3 [1]) устанавливают из условия предела прочности материала, а расчетное сопротивление древесины смятию – из условия ограничения деформаций смятия.

Расчетное сопротивление древесины учитывает [2]: снижение прочности материала во времени при длительном действии нагрузки, статистическую изменчивость свойств материала, а также наличие пороков в древесине (сучки, косослой и др.), количество и геометрические параметры которых определяются сортом древесины [3].

Определяя теоретическое значение разрушающей нагрузки $P_t^{теор} = N_t^{теор}$, следует учесть кратковременность ее действия на образец при машинных испытаниях, а также однородность материала и отсутствие пороков в

деревянных элементах образца:

$$P_t^{\text{теор}} = N_t^{\text{теор}} = \frac{N_{\text{п.ск}} \cdot \gamma_m}{m_{\text{дл}} \cdot K_c} = \frac{\quad}{\quad} = \quad \text{кН},$$

где $m_{\text{дл}}=0,66$ – коэффициент длительной прочности, учитывающий снижение прочности древесины при длительном действии нагрузки;

$K_c=0,7$ – коэффициент, учитывающий снижение прочности древесины из-за наличия пороков (при наличии в древесине образца сучков и других пороков в пределах, соответствующих 2-ому сорту древесины, согласно требованиям [4], $K_c=1$);

$\gamma_m=1,1$ – коэффициент надежности по материалу [2].

Техника безопасности при испытании

Образец должен быть закреплен.

Напротив торцов образца должны быть установлены защитные экраны.

Во избежание несчастных случаев во время испытания нельзя находиться напротив торцов образца.

Проведение испытания

Испытание проводят на разрывной машине типа Р-5 при шкале силоизмерителя до 20 кН. При испытании образца определяют деформации смятия врубки и разрушающую нагрузку $P_t=N_t$.

Измерение деформаций смятия врубки следует производить индикаторами часового типа с ценой деления 0,01 мм, установленными симметрично с противоположных сторон образца.

Образец соединения на лобовой врубке с указанием схемы расстановки приборов и приложения нагрузки показан на рис. 4.

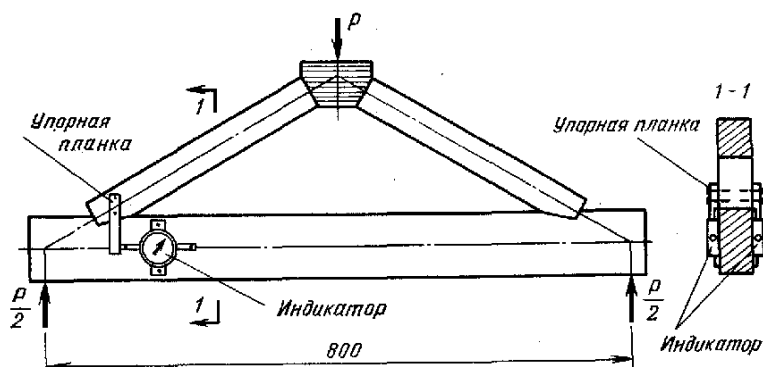


Рис. 4. Схема испытания образца соединения на лобовой врубке и расстановка приборов

Нагружение образца осуществляют ступенями по 1 кН, с равномерной скоростью, без разгрузки. При достижении каждой из ступеней нагружения производят запись отсчетов по двум индикаторам в таблицу «Результаты испытаний» (табл. 1).

Таблица 1 Результаты испытаний

Нагрузка P , кН	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Отсчет по инд. №1, мм											
Отсчет по инд. №2, мм											
Средняя деформация $\Delta_{\text{ср}}$, мм											

После достижения 10-ой ступени индикаторы снимают и производят дальнейшее нагружение образца до его разрушения. Обычно разрушение происходит мгновенно в результате скалывания. Записывают значение фактической разрушающей нагрузки $P_t = N_t$.

Для каждой ступени нагружения определяют среднюю деформацию смятия $\Delta_{\text{ср}}$ как среднее арифметическое между отсчетами по двум индикаторам.

По вычисленным значениям строят график зависимости средней деформации $\Delta_{\text{ср}}$ от нагрузки P (рис. 5).

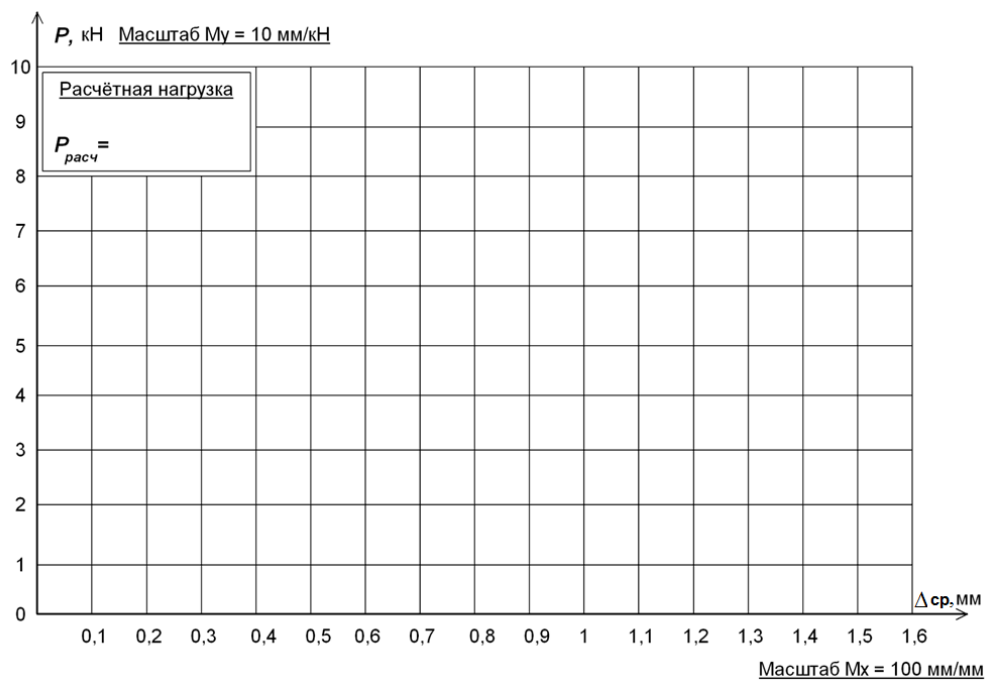


Рис. 5. Поле для построения графика зависимости средней деформации смятия образца $\Delta_{\text{ср}}$ от нагрузки P

По графику определяют величину деформации при расчетной нагрузке $\Delta_{\text{расч}}$ и рыхлой деформации $\Delta_{\text{рыхл}}$ (рис. 6).

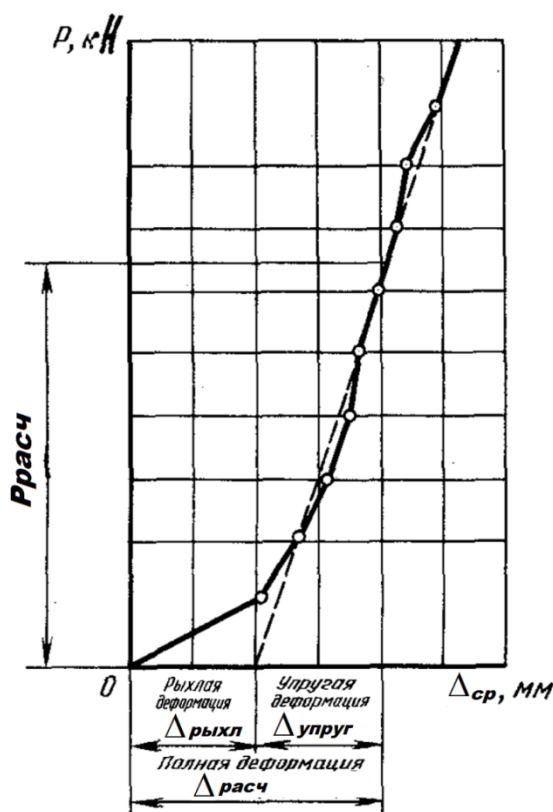


Рис.6. Определение деформаций смятия образца соединения на лобовой врубке

Оценка несущей способности и деформативности образца соединения на лобовой врубке

Заключительным этапом работы является сравнение фактических величин разрушающей нагрузки $P_t = N_t$ и деформации смятия врубки при расчетной нагрузке $\Delta_{\text{расч}}$, полученных в результате испытания, с их теоретическими значениями (табл. 2).

Величину деформации смятия образца податливого соединения на лобовой врубке при полном использовании его несущей способности $\Delta_{\text{теор}}$ принимают по табл.17 [1] .

Таблица 2 Результаты лабораторной работы

Деформация при расчетной Нагрузке $\Delta_{\text{расч}}$, мм	Величина рыхлой деформации $\Delta_{\text{рыхл}}$, мм	Разрушающая нагрузка $P_t = N_t$, кН	Запас по деформации, %	Запас по разрушающей нагрузке, %	Коэффициент надежности
---	--	---------------------------------------	------------------------	----------------------------------	------------------------

			$\frac{ \Delta_{\text{расч}} - \Delta_{\text{теор}} }{\Delta_{\text{теор}}} \times 100\%$	$\frac{ P_t - P_t^{\text{теор}} }{P_t^{\text{теор}}} \times 100\%$	$K_{\text{факт}} = \frac{P_t}{P_t^{\text{теор}}}$
--	--	--	---	--	---

По итогам определения запасов по деформации и разрушающей нагрузке и коэффициента надежности делается вывод о несущей способности и деформативности образца.