

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

ИСПЫТАНИЕ СОЕДИНЕНИЯ НА ГВОЗДЯХ

Цель работы

Теоретическое и экспериментальное изучение работы под нагрузкой образца соединения на гвоздях.

Задачи работы

1. Вычислить расчетную несущую способность образца соединения на гвоздях N_{Π} (расчетную нагрузку $P_{\text{расч}}$), кН.
2. Вычислить теоретическую верхнюю границу области упругой работы образца $N_{I-II}^{\text{теор}}$, кН.
3. В результате испытания определить деформации образца на этапах нагружения и максимальную несущую способность образца N_{max} , кН.
4. Построить график зависимости полной средней деформации $D_{\text{Пср}}$ от нагрузки P .
5. Определить величину деформации $D_{\text{Прасч}}$, мм, при расчетной нагрузке $P_{\text{расч}}$.
6. Построить график зависимости остаточной деформации цикла d_o от упругой деформации цикла D_y .
7. Определить фактическую верхнюю границу области упругой работы образца N_{I-II} , кН.
8. Выполнить оценку несущей способности и деформативности образца соединения на гвоздях путем сравнения фактических значений с теоретическими.

Конструкция образца гвоздевого соединения

Образец соединения симметричный, двухсрезный, предназначен для испытания по сжатой схеме.

Конструкция образца и его проектные размеры показаны на рис. 1.

Количество гвоздей $m =$ _____.

Определение расчетной несущей способности одного гвоздя на один «срез»

Расчетную несущую способность одного гвоздя на один «срез» T , кН, определяют по формулам табл. 18 [1]. Все размеры подставляются в см.

Коэффициент длительной прочности $m_{дл}=1$ для режима нагружения А (линейно возрастающая нагрузка при стандартных машинных испытаниях) по табл. 4 [1].

1. Из условия смятия древесины в нагельном гнезде

В крайних элементах

а) Для шва со стороны забивки гвоздя расчетная толщина крайнего деревянного элемента равна толщине доски $a_{расч1} = a =$ _____ см.

$$T_{a1} = 1,2a_{расч1} \cdot d_{гв} = \text{_____} = \text{_____} \text{ кН.}$$

б) Для шва со стороны заострения гвоздя расчетная толщина крайнего деревянного элемента уменьшается на $1,5d_{гв}$, так как гвоздь пробивает крайнюю доску насквозь, и возможен отщеп волокон.

$$a_{расч2} = a - 1,5d_{гв} = \text{_____} = \text{_____} \text{ см.}$$

$$T_{a2} = 1,2a_{расч2} \cdot d_{гв} = \text{_____} = \text{_____} \text{ кН.}$$

В среднем элементе

$$T_c = 0,75c \cdot d_{гв} = \text{_____} = \text{_____} \text{ кН.}$$

2. Из условия изгиба гвоздя

а) Для шва со стороны забивки гвоздя

$$T_{и1} = 3,1d_{гв}^2 + 0,012a^2 = \text{_____} = \text{_____} \text{ кН.}$$

б) Для шва со стороны заострения гвоздя

$$T_{и2} = 3,1d_{гв}^2 + 0,012a_{расч2}^2 = \text{_____} = \text{_____} \text{ кН.}$$

Но не более

$$T_{и}^{max} = 5d_{гв}^2 = \text{_____} = \text{_____} \text{ кН.}$$

Определение расчетной несущей способности образца соединения на ГВОЗДЯХ

Минимальная расчетная несущая способность одного гвоздя на один «срез»:

а) Для шва со стороны забивки гвоздя $T_{\min 1} = \underline{\hspace{2cm}}$ кН.

б) Для шва со стороны заострения гвоздя $T_{\min 2} = \underline{\hspace{2cm}}$ кН.

Минимальная расчетная несущая способность одного гвоздя на один «срез»:

$$T_{\min} = \frac{T_{\min 1} + T_{\min 2}}{2} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ кН.}$$

Расчетная несущая способность образца соединения на гвоздях (расчетная нагрузка) составит

$$N_{\Pi} = P_{\text{расч}} = T_{\min} \cdot n_{\text{ср}} \cdot m = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ кН.}$$

Теоретическую величину нагрузки $N_{I-II}^{\text{теор}}$, соответствующей верхней границе области упругой работы соединения, определим, используя неравенство, предназначенное для оценки несущей способности соединений на гвоздях (п. 8.2.4 [4]): $\frac{N_{I-II}}{N_{\Pi}} \geq 1,3$, откуда

$$N_{I-II}^{\text{теор}} = 1,3 N_{\Pi} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ кН.}$$

Проведение испытания

Испытание проводят на машине типа Р-5 при шкале силоизмерителя до 20 кН. При испытании образца определяют деформации соединения и максимальную несущую способность образца $N_{\max}$.

Измерение деформаций следует производить индикаторами часового типа с ценой деления 0,01 мм, установленными симметрично с противоположных сторон образца. Каждый индикатор закрепляют на планке, соединяющей крайние элементы. Упор для штифта индикатора устанавливают на среднем элементе.

Образец соединения на гвоздях с указанием схемы расстановки приборов и приложения нагрузки показан на рис. 2.

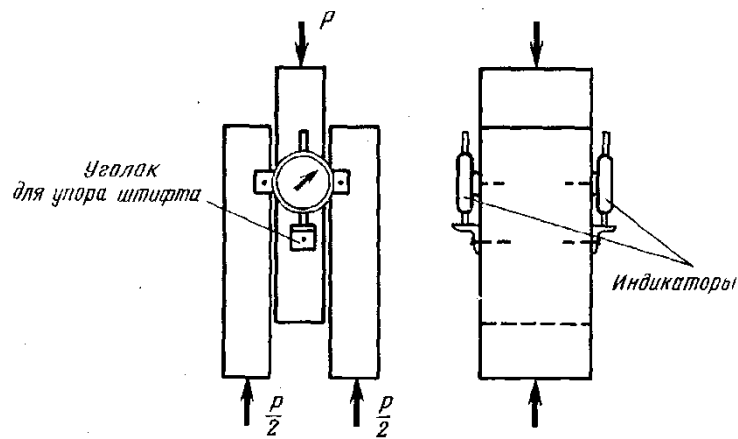


Рис. 2. Схема испытания образца соединения на гвоздях и расстановка приборов

Для ликвидации рыхлых деформаций образец предварительно загружают нагрузкой $P_0=1$ кН, которая при дальнейших испытаниях принимается за условную нулевую нагрузку.

Нагружение образца осуществляют непрерывно, ступенями по 2 кН, с разгрузкой после каждой ступени до $P_0=1$ кН, с равномерной скоростью нагружения и разгрузки 0,3 кН/с. Диаграмма нагружения образца представлена на рис. 3 в виде графика зависимости нагрузки P от времени испытания t . Интервал испытания, включающий нагружение образца до очередной ступени и его последующую разгрузку до условной нулевой нагрузки P_0 , называют циклом. Номер цикла обозначают индексом i .

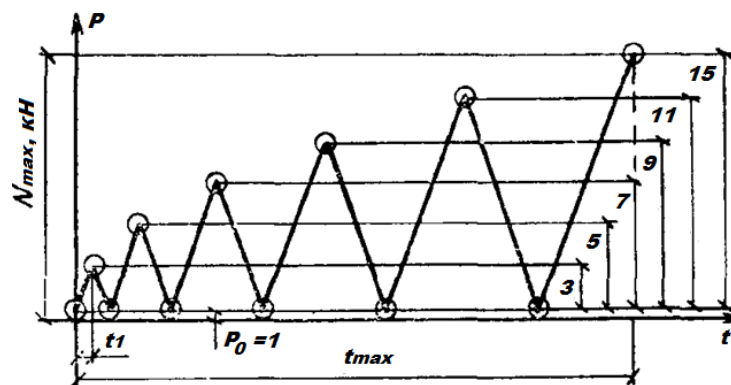


Рис. 3. Диаграмма ступенчатого нагружения образца с разгрузкой

В ходе испытания фиксируют отсчеты по приборам при первом нагружении образца нагрузкой $P_0=1$ кН. Далее отсчеты по индикаторам фиксируют в каждом цикле нагружения:

- в момент, когда нагрузка на образец, увеличиваясь, достигает очередной ступени;
- в момент, когда при последующей разгрузке образца нагрузка уменьшается до значения P_0 .

После достижения последней ступени индикаторы снимают и производят дальнейшее нагружение образца. Разрушение образца является пластическим, так как нарушения сплошности древесины не происходит. Максимальную несущую способность образца $N_{\max}$ устанавливают по силоизмерителю машины, когда при непрерывном росте деформаций соединения нагрузка на образец не увеличивается.

Обработку показаний индикаторов производят в таблице «Результаты испытаний» (табл. 1).

Таблица 1

Результаты испытаний

Нагрузка, кН	0	1	3	1	5	1	7	1	9	1	11	1	13	1	15	1
Отсчет по инд. №1, мм	0															
Отсчет по инд. №2, мм	0															
Полная средняя деформация $D_{\text{Пср}}$, мм	0															
Остаточная деформация D_0 , мм	0															
Упругая деформация цикла D_y , мм	0															
Остаточная деформация цикла d_0 , мм	0															

Для каждого цикла нагружения вычисляют:

- полную среднюю (по двум индикаторам) деформацию $D_{\text{Пср}}$;
- остаточную деформацию D_0 ;
- упругую деформацию цикла D_y ;
- остаточную деформацию цикла d_0 .

График зависимости деформаций от нагрузки представлен на рис. 4.

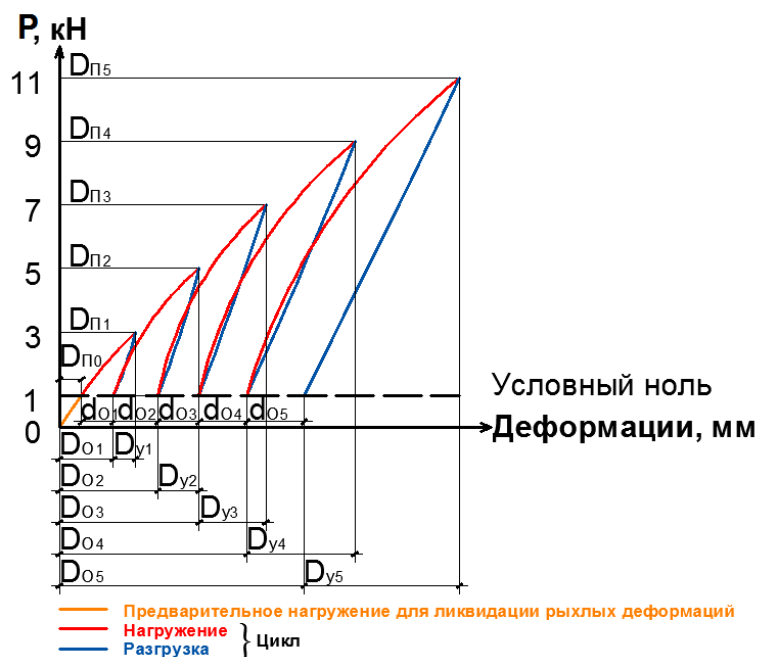


Рис. 4. График зависимости деформаций образца от нагрузки

Деформации $D_{Пср}$ и D_o вычисляют как средние по двум индикаторам. Упругие и остаточные деформации цикла определяют по следующим формулам.

Упругая деформация цикла: $D_{yi} = D_{Пi} - D_{oi}$.

Остаточная деформация цикла: $d_{oi} = D_{oi} - D_{o\ i-1}$; $d_{o1} = D_{o1} - D_{П0}$.

По полученным результатам строят график зависимости полной средней деформации $D_{Пср}$ от нагрузки P (рис. 5).

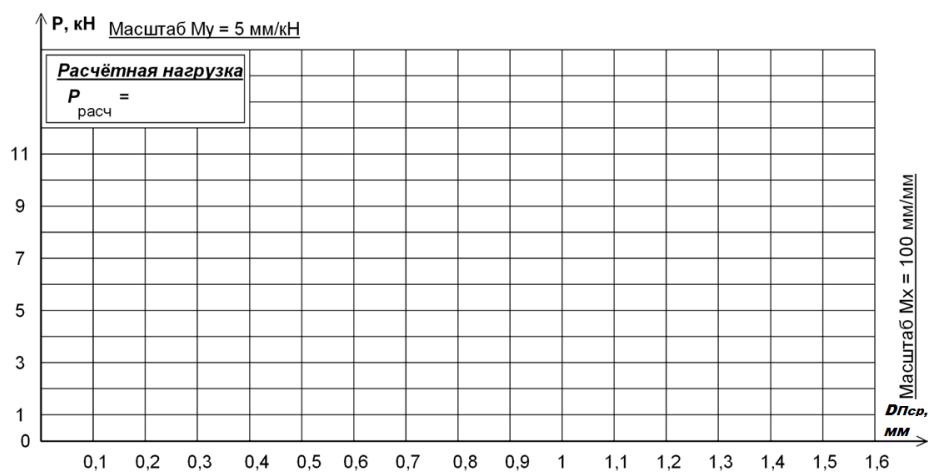


Рис. 5. Поле для построения графика зависимости полной средней деформации $D_{Пср}$ от нагрузки P

По графику определяют величину деформации $D_{\text{Прасч}}$ при расчетной нагрузке $P_{\text{расч}}$.

Величину нагрузки $N_{\text{I-II}}$ для образца соединения на гвоздях определяют по результатам испытаний в следующей последовательности:

1. По форме табл. 1 вычисляют деформации образца на всех циклах нагружения.

2. Строят график зависимости между упругими деформациями D_y и остаточными деформациями цикла d_o (рис. 6). Каждой ступени нагружения образца соответствует определенная точка на этом графике (рис. 7). Нагрузка на образец, после которой резко возрастают остаточные деформации цикла d_o , называется верхней границей области упругой работы соединения $N_{\text{I-II}}$.

3. По графику находят нагрузку $N_{\text{I-II}}$, при которой резко возрастают остаточные деформации.

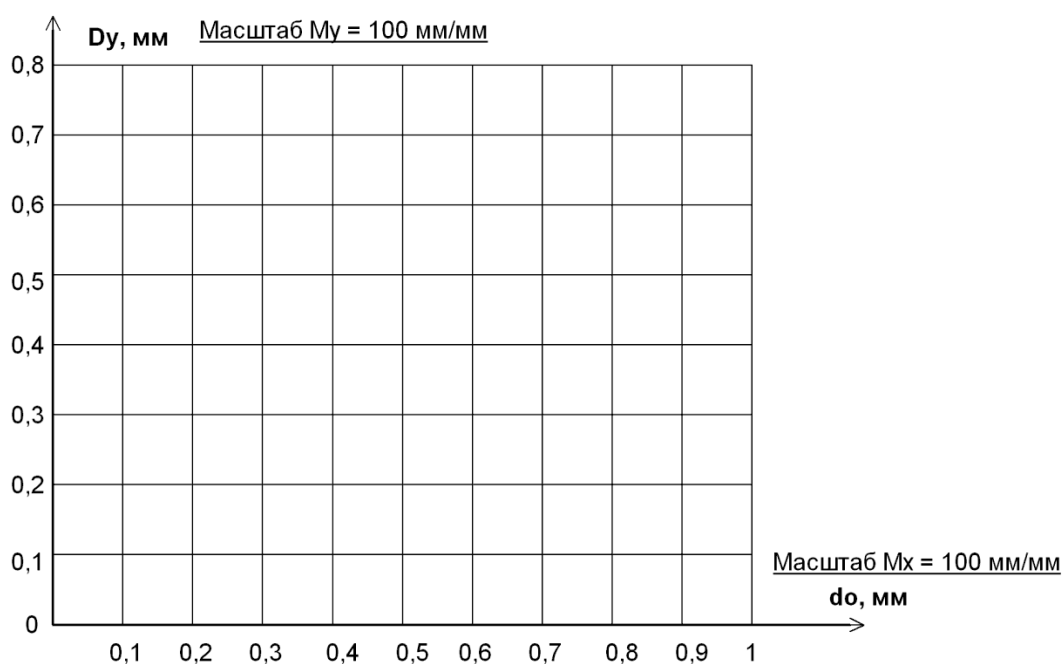


Рис. 6. Поле для построения графика зависимости между упругой деформацией D_y и остаточной за цикл деформацией d_o .

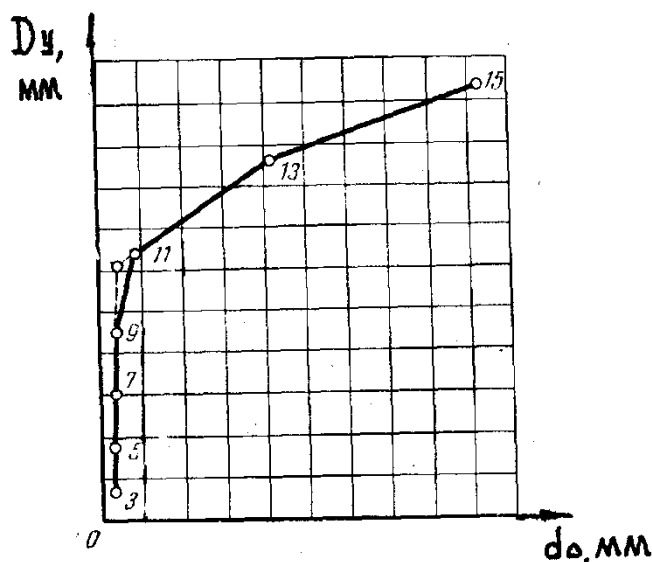


Рис. 7. График зависимости между упругой деформацией D_u и остаточной за цикл деформацией d_o .

Оценка несущей способности и деформативности образца соединения на гвоздях

Заключительным этапом работы является сравнение фактических величин нагрузки N_{I-II} и деформации при расчетной нагрузке $D_{Прасч}$, полученных в результате испытания, с их теоретическими значениями, определенными по расчету или действующим нормам [1]. Результаты лабораторной работы записываются в табл. 2.

Величину деформации образца податливого соединения на гвоздях при полном использовании его несущей способности $D_{\Pi}^{теор}$ принимают по табл.17 [1].

Таблица 2

Результаты лабораторной работы

Деформация при расчетной нагрузке $D_{Прасч}$, мм	Верхняя граница области упругой работы N_{I-II} , кН	Макс. несущая способность N_{max} , кН	Запас по верхней границе области упругой работы, %	Запас по деформации, %	Коэффициент надежности
			$\frac{ N_{I-II} - N_{I-II}^{теор} }{N_{I-II}^{теор}} \times 100\%$	$\frac{ D_{Прасч} - D_{\Pi}^{теор} }{D_{\Pi}^{теор}} \times 100\%$	$K_{факт} = \frac{N_{max}}{N_{I-II}}$

По итогам определения запасов по верхней границе области упругой работы и деформации и коэффициента надежности делается вывод о несущей способности и деформативности образца.