

Практическое занятие № 6

На тему: «Расчет соединений на цилиндрических нагелях»

Традиционные соединения на стальных цилиндрических нагелях могут разрушиться от:

- 1.- изгиба нагеля;
- 2.- смятия древесины соединяемых элементов в нагельном гнезде;
- 3.- скалывания древесины вдоль волокон;
- 4.- раскалывания древесины поперек волоком.
- 5.- смятия и среза деревянного нагеля.

Работа соединений из условий изгиба нагеля и смятия древесины носит вязкий характер, материалы соединений работают в упруго-пластической стадии. В то же время скалывание и раскалывание по своему характеру относятся к хрупкому виду работы древесины, для которого свойственно отсутствие пластических деформаций и мгновенный характер разрушения. Несущую способность соединений по условиям скалывания и раскалывания обеспечивают с запасом по отношению к несущей способности по изгибу и смятию расстановкой нагелей в соединении (с соблюдением того принципа, что $T=RF$).

Расчетная несущая способность, кН, на один срез нагеля и гвоздя определяется :

из условия изгиба нагеля $T_u = (2,2d^2 + 0,025a^2)\sqrt{K_\alpha m_{дл} \cdot P m_i}$

но не более $3,1d^2\sqrt{K_\alpha m_{дл} \cdot P m_i}$

из условия изгиба гвоздя $T_n = 3,1 d^2 + 0,01d^2$, но не более $4d^2$

В симметричном соединении из условия смятия древесины в нагельном гнезде среднего элемента $T_c = 0,75c d K_\alpha m_{дл} \cdot P m_i$

- в симметричном соединении из условия смятия древесины в нагельном гнезде крайнего элемента

$$T_a = 1,2ad K_\alpha m_{дл} \cdot P m_i$$

- в несимметричном соединении из условия смятия древесины в нагельном гнезде

$$T_c = k C d K_{\alpha} \cdot m_{дл} \cdot \Pi m_i$$

где а, с, d - параметры соединения, см; K_{α} - коэффициент по табл.21 /2/ при смятии древесины под углом к волокнам (при $\alpha=0$ $K_{\alpha}=1$); k - коэффициент, принимается по табл.18 /2/.

Из полученных значений выбирают минимальное, которое и будет являться расчетной несущей способностью одного среза одного нагеля или гвоздя в соединении при заданных параметрах а, с и d: $[T] = T_{\min}$. Требуемое количество нагелей в соединении определяется по формуле:

$$n = N / ([T] n_{ср}) .$$

где N - действующее усилие, [T] - расчетная несущая способность одного среза одного нагеля или гвоздя; $n_{ср}$ - количество срезов одного нагеля или гвоздя.

Задача 10.

Запроектировать растянутый стык затяжки распорной системы треугольного очертания при следующих условиях (см. рис. 1):

- сечение затяжки $C \cdot h = 100 \times 200$ мм;
- усилие в затяжке $N_p = 140$ кН.

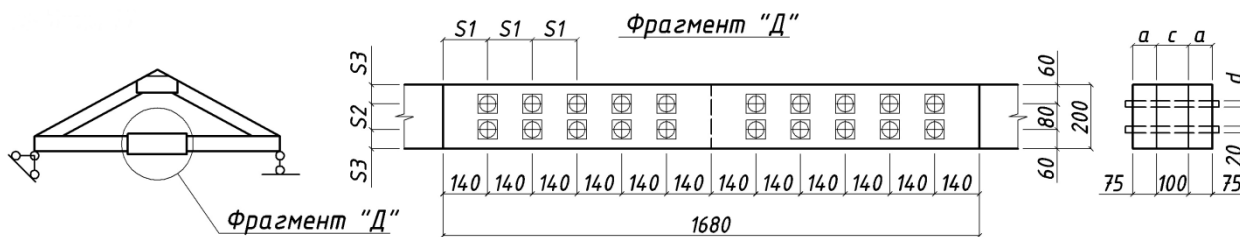


Рис. 1. К задаче № 10

Решение.

1. Конструктивные требования:

диаметр нагеля $16 \text{ мм} \leq d_{наг} \leq 24 \text{ мм}$.

Толщина боковых накладок $a \geq 1/2 C$.

2. Принимаем: нагели $d_{наг} = 20$ мм, боковые накладки $a \cdot h = 75 \times 200$ мм.

Параметры симметричного двухсрезного соединения $a=7.5$ см, $c=10$ см, $d=2$ см.

3. Определяем расчетную несущую способность (РНС) 1-го среза 1-го нагеля по табл. 18 СП 64.13330.2017 /2/:

- из условия смятия древесины в среднем элементе:

$$T_c = 0.75 \cdot C \cdot d \cdot k_\alpha \cdot m_{дл} = 0.75 \cdot 10 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 0.66 = 10 \text{ кН};$$

- из условия смятия древесины в крайнем элементе:

$$T_a = 1.2 \cdot a \cdot d \cdot k_\alpha \cdot m_{дл} = 1.2 \cdot 7.5 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 0.66 = 12 \text{ кН};$$

- из условия изгиба нагеля:

$$T_{и} = (2.2 \cdot d^2 + 0.025 \cdot a^2) \sqrt{m_{дл}} = (2.2 \cdot 2^2 + 0.025 \cdot 7.5^2) \sqrt{0.66} = 8.3 \text{ кН};$$

- но не более чем: $T_{и}' = 3.1 \cdot d^2 \sqrt{m_{дл}} = 3.1 \cdot 2^2 \sqrt{0.66} = 10 \text{ кН}.$

Принимаем за РНС 1-го среза 1-го нагеля минимальное из полученных значений

$$[T_{\min}] = 8.3 \text{ кН}.$$

4. Требуемое количество нагелей

$$n = N_p / ([T_{\min}] \cdot n_{ср}) = 140 / (8.3 \cdot 2) = 8.43 \text{ шт},$$

где $n_{ср} = 2$ – количество срезов.

Принимаем по 10 нагелей с каждой стороны стыка – всего на узел 20 шт.

5. Расстановка нагелей в узле п.п. 8.20 СП 64.13330.2017 /2/:

Ставим нагели в 2 ряда.

Расстояния :

• «вдоль волокон» - между соседними нагелями, от оси нагеля до торца элемента $S_1 = 7d = 7 \cdot 20 = 140 \text{ мм}.$

Тогда длина накладок $L_{накл} = 12 \cdot 140 = 1680 \text{ мм}.$

• «поперек волокон» - между соседними нагелями

$$S_2 = 3.5d = 3.5 \cdot 20 = 70 \text{ мм}$$

• «поперек волокон» - от оси крайнего нагеля до кромки деревянного элемента $S_3 = 3d = 3 \cdot 20 = 60 \text{ мм}.$

Принимаем в узле $S_3 = 60 \text{ мм}.$ Тогда расстояние между нагелями

$$B=200-60*2=80 \text{ мм} > S_2=70 \text{ мм}.$$

Ответ: накладки сечением 75x200(h)x1680 мм – 2 шт., нагели d=20 мм – 20 шт., расстановка нагелей: $S_1=140$ мм, $S_2=80$ мм, $S_3=60$ мм.

Задача 11.

Определить расчетную несущую способность растянутого стыка деревянной затяжки при следующих условиях (см. рис. 2):

- Соединение симметричное 2-х срезное;
- Средний элемент $C*h=200*250$ мм;
- Крайние элементы $a*h=100*250$ мм;
- Нагели $d=24$ мм, $n=16$ шт. – на весь стык,
- Расстановка нагелей в узле в 2 ряда: $S_1=180$ мм, $S_2=100$ мм, $S_3=75$ мм.

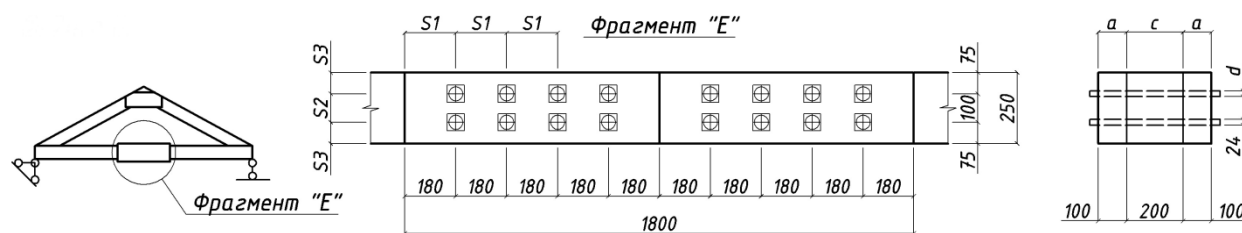


Рис. 2. К задаче № 11

Решение.

Параметры симметричного двухсрезного соединения

$$c=20 \text{ см}, a=10 \text{ см}, d=2.4 \text{ см}.$$

Проверяем расстановку нагелей в стыке

$$S_1 \geq 7d = 7 \cdot 24 = 168 \text{ мм} < 180 \text{ мм}. \text{ Удовлетворяет требованиям п. 8.20 /2/}.$$

$$S_2 \geq 3,5d = 3,5 \cdot 24 = 84 \text{ мм} < 100 \text{ мм}. \text{ Удовлетворяет требованиям п. 8.20 /2/}.$$

$$S_3 \geq 3d = 3 \cdot 24 = 72 \text{ мм} < 75 \text{ мм}. \text{ Удовлетворяет требованиям п. 8.20 /2/}.$$

Определяем РНС 1-го среза 1-го нагеля по табл. 18 СП 64.13330.2017 /2/:

Т.к. смятие древесины в гнезде нагеля происходит вдоль волокон $k_a = 1$,

- из условия смятия древесины в среднем элементе

$$T_c = 0,75 \cdot C \cdot d \cdot m_{дл} = 0,75 \cdot 20 \cdot 2,4 \cdot 0,66 = 24 \text{ кН};$$

- из условия смятия древесины в крайнем элементе

$$T_a = 1,2 \cdot a \cdot d \cdot m_{дл} = 1,2 \cdot 10 \cdot 2,4 \cdot 0,66 = 19,2 \text{ кН};$$

- из условия изгиба нагеля $T_{и} = (2,2 \cdot d^2 + 0,025a^2) \sqrt{m_{дл}}$
 $= (2,2 \cdot 2,4^2 + 0,025 \cdot 10^2) \sqrt{0,66} = 12,4 \text{ кН};$

- но не более чем $T_{и}' = 3,1 \cdot d^2 \sqrt{m_{дл}} = 3,1 \cdot 2,4^2 \sqrt{0,66} = 14,4 \text{ кН}.$

Принимаем за расчетную несущую способность 1-го среза 1-го нагеля минимальное из полученных значений $[T_{мин}] = 12,4 \text{ кН}.$

Расчетная несущая способность растянутого стыка

$$N_{РНС} = [T_{мин}] \cdot n \cdot n_{ср} = 12,4 \cdot 8 \cdot 2 = 198,4 \text{ кН}.$$

Ответ: расчетная несущая способность растянутого стыка $N_{РНС} = 198,4 \text{ кН}.$