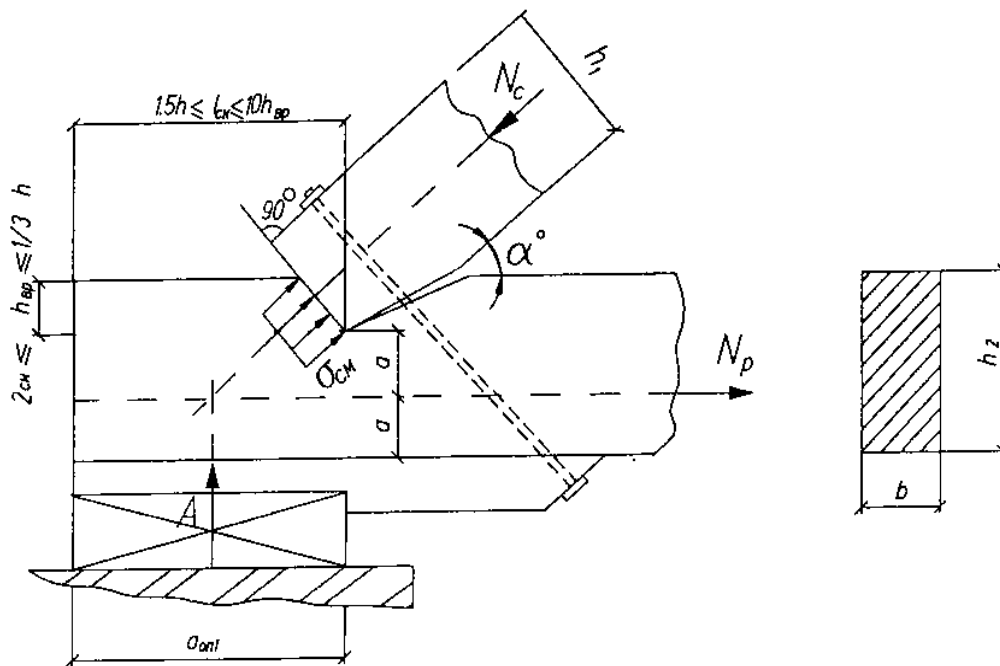


# ДЕРЕВЯННЫЕ КОНСТРУКЦИИ.

## Задача №1

### Расчет лобовой врубки



Рассчитать лобовую врубку, изображенную на рисунке, по исходным данным табл. 1.

Таблица 1

№ вариантов	Исходные данные								
	$N_c$ , кН	$\alpha^\circ$	$b$ , мм	$h_1$ , мм	$h_2$ , мм	$h_{ep}$ , мм	$l_{ck}$ , мм	Материал сорт	Условия эксплуатации
0	90	30	150	200	250	60	400	сосна, 1с	A1
1	80	35	125	225	300	75	450	дуб, 2с	A2
2	70	40	150	250	375	80	500	кедр, 1с	A3
3	60	45	150	275	320	95	600	клен, 2с	B1
4	100	40	175	250	300	90	600	дуб, 1с	B2
5	90	35	150	225	325	70	550	ясень, 2с	B3
6	100	30	150	200	250	65	500	пихта, 1с	B1

7	70	25	175	200	280	55	400	береза, 2с	В2
8	90	45	175	275	330	85	550	вяз, 1с	В3
9	120	30	200	250	300	75	550	ель, 1с	А2

Номер варианта определяется по шифру студента:  $N_c$  – по последней цифре шифра;  $\alpha^\circ$  – по предпоследней цифре шифра;  $b$  – по третьей цифре с конца;  $h_1$  и  $h_{ep}$  – по предпоследней цифре;  $h_2$  – по последней цифре;  $l_{ck}$  – по третьей цифре с конца; **материал** – по последней цифре; **условия эксплуатации** – по предпоследней цифре; А1 - класс условий эксплуатации 1а и срок службы  $\leq 50$  лет; А2 - класс условий эксплуатации 1б и срок службы 75 лет; А3 - класс условий эксплуатации 1а и срок службы более 100 лет; В1 - класс условий эксплуатации 2 и срок службы  $\leq 50$  лет; В2 - класс условий эксплуатации 2 и срок службы 75 лет; В3 - класс условий эксплуатации 2 и срок службы более 100 лет; В1 - класс условий эксплуатации 3 и срок службы  $\leq 50$  лет; В2 - класс условий эксплуатации 3 и срок службы 75 лет; В3 - класс условий эксплуатации 3 и срок службы более 100 лет.

Расчет лобовой врубки сводится к проверке напряжений смятия по контактными поверхностям в деревянном элементе, в котором силы сжатия действуют перпендикулярно к волокнам, проверке того же элемента на скалывание и проверке прочности ослабленного сечения нижнего элемента на растяжение.

#### Исходные данные:

$N_c = 80$  кН;  $\alpha^\circ = 30^\circ$ ;  $b = 175$  мм;  $h_1 = 200$  мм;  $h_2 = 300$  мм;  $h_{ep} = 60$  мм;  $l_{ck} = 550$  мм; дуб 2с; при классе условий эксплуатации А1, 1а и сроке службы 50 лет.

Расчетные сопротивления древесины, *отсортированной по сортам*, назначаем для древесины 2-го сорта согласно **СП 64.13300.2017** пп.6.1, 6.2, 6.9

$$R^p = R^A m_{dl} \Pi m_i$$

$R^A$  – расчетное сопротивление древесины, МПа, приведенное в таблице 3, влажностью 12% для режима нагружения А, согласно таблице 4, в сооружениях 2-го класса функционального назначения, согласно приложению А, при сроке эксплуатации не более 50 лет;

$m_{dl}$  – коэффициент длительной прочности, соответствующий режиму длительности загрузки (таблица 4);

$\Pi m_i$  – произведение коэффициентов условий работы (согласно п.6.9).

Расчетное сопротивление смятию  $R_{cm}$

$$R_{cm} = R_{cm}^A \cdot m_{dl} \cdot m_\sigma \cdot m_m \cdot m_n \cdot m_{c.c.} = 22,5 \cdot 0,66 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1 = 19,31 \text{ МПа}$$

Расчетное сопротивление скалыванию  $R_{ck}$

$$R_{ck} = R_{ck}^A \cdot m_{dl} \cdot m_\sigma \cdot m_m \cdot m_n \cdot m_{c.c.} = 3,2 \cdot 0,66 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1 = 2,75 \text{ МПа}$$

Расчетное сопротивление растяжению  $R_p$

$$R_p = R_p^A \cdot m_{\text{дл}} \cdot m_{\text{в}} \cdot m_m \cdot m_n \cdot m_{\text{с.с.}} \cdot m_0 = 10,5 \cdot 0,66 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 0,8 = 7,21 \text{ МПа}$$

## 1. Расчет на смятие

Расчетное сопротивление смятию вдоль волокон  $R_{\text{см}}$

$$R_{\text{см}} = R_{\text{см}}^A \cdot m_{\text{дл}} \cdot m_{\text{в}} \cdot m_m \cdot m_n \cdot m_{\text{с.с.}} = 22,5 \cdot 0,66 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1 = 19,31 \text{ МПа}$$

Расчетное сопротивление смятию под углом  $\alpha = 30^\circ$   $R_{\text{см}30}$

$$R_{\text{см}\alpha}^A = \frac{R_{\text{см}}^A}{1 + \left( \frac{R_{\text{см}}^A}{R_{\text{см}90}^A} - 1 \right) \sin^3 \alpha} = \frac{22,5}{1 + \left( \frac{22,5}{4,5} - 1 \right) 0,5^3} = 15 \text{ МПа}$$

где  $R_{\text{см}90}^A$  – расчетное сопротивление смятию поперек волокон.

С учетом коэффициентов условий работы

$$R_{\text{см}\alpha} = R_{\text{см}\alpha}^A \cdot m_{\text{дл}} \cdot m_{\text{в}} \cdot m_m \cdot m_n \cdot m_{\text{с.с.}} = 15 \cdot 0,66 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1 = 12,87 \text{ МПа}$$

Площадка смятия в сжатом элементе расположена перпендикулярно направлению волокон древесины, а в растянутом элементе – под углом  $\alpha = 30^\circ$  к направлению волокон.

Поэтому прочность на смятие в сжатом элементе рассчитывается по формуле:

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{N_c}{F_{\text{см}}} = \frac{80 \cdot 10^3}{0,012} = 6,66 \text{ МПа} < R_{\text{см}} = 19,31 \text{ МПа}; F_{\text{см}} = \frac{b \cdot h_{\text{сп}}}{\cos \alpha} = \frac{0,175 \cdot 0,06}{0,866} = 0,012 \text{ м}^2$$

Прочность на смятие в растянутом элементе рассчитывается по формуле

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{N_p}{F_{\text{см}}} = \frac{70 \cdot 10^3}{0,012} = 5,8 \text{ МПа} < R_{\text{см}} = 12,87 \text{ МПа}; N_p = N_c \cdot \cos \alpha = 80 \cdot 0,866 = 70 \text{ кН}$$

т.е. прочность лобовой врубки на смятие обеспечена.

## 2. Расчет на скалывание

Проверка средних скалывающих напряжений по длине площадки скалывания производится по формуле

$$\tau_{\text{СК}} = \frac{T_{\text{СК}}}{F_{\text{СК}}} = \frac{N_c \cos \alpha}{b \cdot l_{\text{СК}}} = \frac{80 \cdot 0,866 \cdot 10^3}{0,175 \cdot 0,55} = 0,72 \text{ МПа} < R_{\text{СК}} = 2,75 \text{ МПа}$$

где  $T_{\text{СК}}$  – расчетная скалывающая сила,  $T_{\text{СК}} = N_p = N_c \cos \alpha$ ;  $F_{\text{СК}}$  – площадь скалывания;  $l_{\text{СК}}$  – расчетная длина площадки скалывания;  $b$  – ширина растянутого элемента.

Расчетное сопротивление скалыванию  $R_{ск}$  с учетом всех необходимых коэффициентов условий работы, определяется по формуле  
 $R_{ск} = 3,2 \cdot m_{дл} \cdot m_e \cdot m_m \cdot m_n \cdot m_{с.с.} = 3,2 \cdot 0,66 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1 = 2,75$  МПа  
 т.е. прочность лобовой врубки на скалывание обеспечена.

### 3. Расчет на растяжение нижнего пояса

Проверка напряжений в нижнем поясе производится в месте наибольшего ослабления врезкой по формуле

$$\sigma_p = \frac{N_p}{F_{нт}} < R_p \quad \sigma_p = \frac{80 \cdot 0,866 \cdot 10^3}{0,042} = 1,65 \cdot 10^6 \frac{H}{M^2} = 1,65 \text{ МПа} < 7,14 \text{ МПа}$$

где  $N_p$  – расчетное усилие растяжения;  $F_{нт}$  – площадь сечения нетто растянутого элемента,  $F_{нт} = b \cdot (h_2 - h_{сп}) = 0,175 \cdot (0,3 - 0,06) = 0,042 \text{ м}^2$ .  $R_p$  – расчетное сопротивление древесины на растяжение с учетом ослабления врезкой в расчетном сечении и всех других необходимых коэффициентов условий работы.

$R_p \cdot 10,5 \cdot 0,66 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 0,8 = 7,21$  МПа, т.е. несущая способность нижнего пояса фермы на растяжение обеспечена.