

Практическое занятие № 1

На тему: «Расчет деревянных элементов на растяжение»

На растяжение вдоль подокон древесины работает как упругий материал, подчиняясь закону Гука вплоть до разрушения. Разрушение происходит хрупкий характер и не сопровождается значительными деформациями. Временное, сопротивление древесины сосны и ели растяжению составляет для чистой древесины $R_{вр.ч} = 100$ МПа, для пиломатериала $R_{вр} = 25-34$ МПа. Расчетное сопротивление растяжению для режима нагружения В (табл. 2 СП 64.13330.2017) $R_p = 7-10$ МПа. Коэффициент вариации (статистическая характеристика изменчивости свойства) для растяжения составляет $V = 20-24\%$. На несущую способность деревянных элементов, работающих на растяжение, оказывают влияние следующие факторы: анизотропия механических свойств древесины (проявляется в характере разрушения, которое сопровождается образованием трещин с зацепистыми берегами, что является следствием разрыва клеточных оболочек древесины поперек волокон); пороки древесины (наличие в деревянных элементах сучков, косослоя и других естественных дефектов): концентрация напряжений в зоне ослаблений (за счет передачи внутренних усилий с перерезанных слоев древесины на остальную часть растянутого элемента); взаимное наложение концентрации напряжений от нескольких ослаблений. Эффект возникает при расположении ослаблений по длине растянутого элемента достаточно близко друг к другу. Данный фактор учитывается в расчете растянутых деревянных элементов при определении расчетной величины площади поперечного сечения элемента:

- если ослабления, не расположенные на одной линии по длине элемента, располагаются близко друг от друга - они должны рассматриваться при определении расчетной площади поперечного сечения как условно совмещенные и одном сечении;

- если ослабления, не расположенные на одной линии по длине элемента, располагаются достаточно далеко друг от друга - указанный эффект

отсутствует и площадь поперечного сечения элемента должна определяться с учетом максимального из существующих ослаблений.

Расчет центрально-растянутых элементов производят по формуле

$$\sigma_p = N_p / F_{нт} \leq R_p \cdot m_{дл} \cdot m_o$$

где σ_p - напряжения растяжения, МПа; N_p - расчетная продольная сила, Н; R_p - расчетное сопротивление древесины растяжению, МПа; $m_o=0,8$ - коэффициент, учитывающий концентрацию напряжения в зоне ослабления (если таковые имеются); $F_{нт}$ - расчетная площадь поперечного сечения элемента, мм². При определении $F_{нт}$ ослабления, расположенные на участке длиной до 200 мм, следует принимать совмещенными в одном сечении.

Задача 1.

Подобрать сечение деревянного элемента из цельной древесины, работающего на центральное растяжение при следующих условиях (см. рис.1):

Растягивающее усилие $N_p = 28$ кН;

В элементе имеются ослабления тремя отверстиями для болтов $d_{отв}=16$ мм;

Расстояние между отверстиями вдоль волокон $S=150$ мм;

- Класс ответственности здания – III, $\gamma_n=0.9$;
- Температурно-влажностные условия эксплуатации 2 (табл. 1 СП 64.13330.2017 /2/).

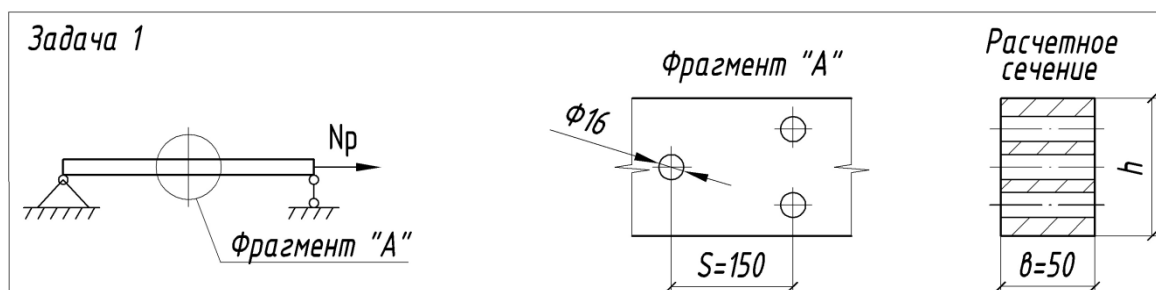


Рис. 1. К задаче № 1

Решение.

Принимаем:

материал - древесина сосны 2-го сорта;

толщина доски по сортаменту $b = 50$ мм.

Проверка прочности центрально-растянутого элемента (п. 7.1 СП 64.13330.2017/2/)

$$\sigma_p = N_p / F_{нт} \leq R_p .$$

Тогда требуемая площадь поперечного сечения $F_{нт} \geq N_p / R_p$.

Определяем по табл. 3 СП 64.13330.2017 /2/ расчетное сопротивление древесины растяжению $R_p = R^A_p * m_{дл} * m_b / \gamma_n * m_o = 10,5 \text{ МПа} * 0,66 * 0,9 / 0,9 * 0,8 = 5,6 \text{ МПа}$,

где $m_b = 0,9$ (табл. 7 СП 64.13330.2017/2/),

$m_o = 0,8$ - коэффициент для элементов, имеющих ослабление в расчетном сечении.

Требуемая площадь поперечного сечения

$$F_{нт} \geq N_p / R_p = 28 * 10^3 / 5.6 = 5,0 * 10^3 \text{ мм}^2.$$

Поскольку ослабления не лежат на одной прямой и располагаются на участке длиной менее 200 мм ($S=150$ мм), принимаем ослабления совмещенными в одном сечении:

$$F_{осл} = 3 * d_{отв} * b = 3 * 16 * 50 = 2,4 * 10^3 \text{ мм}^2.$$

Площадь брутто сечения

$$F_{бр} = F_{нт} + F_{осл} = 5,0 * 10^3 + 2,4 * 10^3 = 7,4 * 10^3 \text{ мм}^2.$$

При ширине $b=50$ мм требуемая высота поперечного сечения растянутого элемента

$$h_{тр} \geq F_{бр} / b = 7,4 * 10^3 / 50 = 148 \text{ мм}.$$

Принимаем по сортаменту $h=150$ мм.

Ответ:

принимаем центрально растянутый элемент сечением $b \times h = 50 \times 150$ мм.

Задача 2.

Определить расчетную несущую способность деревянного элемента из клееной древесины, работающего на центральное растяжение, при следующих условиях (см. рис. 2):

сечение элемента $b \times h = 140 \times 297$ мм, толщина слоя $t = 33$ мм;

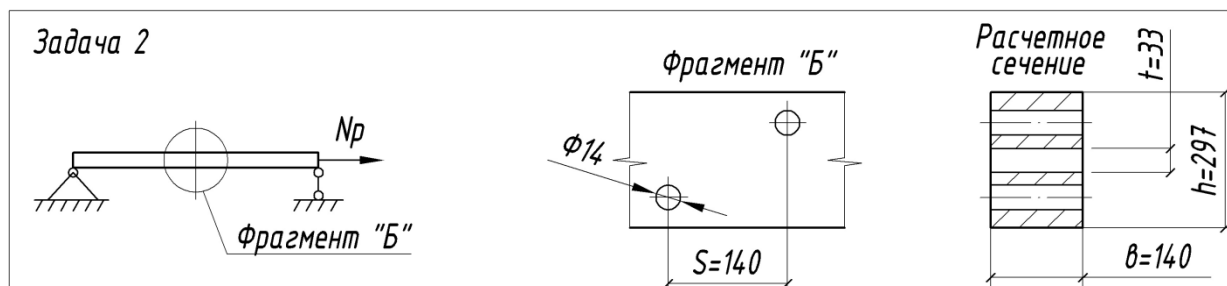
материал - древесина сосны 1-го сорта;

В элементе имеются ослабления двумя отверстиями для болтов $d_{отв}=14$ мм.

Расстояние между отверстиями вдоль волокон $S=140$ мм.

Класс ответственности здания – II, $\gamma_n=0.95$;

Температурно-влажностные условия эксплуатации 2 (табл. 1 СП 64.13330.2017 /2/).



Решение.

Проверка прочности центрально-растянутого элемента (п. 7.1 СП 64.13330.2017 /2/)

$$\sigma_p = N_p / F_{нт} \leq R_p .$$

Тогда расчетная несущая способность элемента

$$N_p \leq F_{нт} / R_p .$$

Определяем по табл. 3 СП 64.13330.2017 /2/ расчетное сопротивление элементов из клееной древесины растяжению

$$R_p = R^A_p * m_{дл} * m_{сл} * m_{в} / \gamma_n * m_o = 18 \text{ МПа} * 0,66 * 1 * 0,9 / 0,95 * 0,8 = 9,1 \text{ МПа},$$

где $m_v = 0,9$ (табл. 9 СП 64.13330.2017 /2/),

$m_o = 0,8$ - коэффициент для элементов, имеющих ослабление в расчетном сечении.

$$m_{сл} = 1 \text{ (табл. 11 СП 64.13330.2017 /2/).}$$

Площадь поперечного сечения брутто $F_{бр} = b * h = 140 * 297 = 41,58 * 10^3 \text{ мм}^2$.

Поскольку ослабления не лежат на одной прямой и располагаются на участке длиной менее 200 мм ($S=140$ мм), принимаем ослабления совмещенными в одном сечении:

$$F_{\text{осл}} = 2 \cdot d_{\text{отв}} \cdot b = 2 \cdot 14 \cdot 140 = 3,92 \cdot 10^3 \text{ мм}^2.$$

Площадь нетто сечения

$$F_{\text{нт}} = F_{\text{бр}} - F_{\text{осл}} = 41,58 \cdot 10^3 - 3,92 \cdot 10^3 = 37,66 \cdot 10^3 \text{ мм}^2.$$

Расчетная несущая способность центрально растянутого элемента:

$$N_p = F_{\text{нт}} \cdot R_p = 37,66 \cdot 10^3 \cdot 9,1 = 342,7 \cdot 10^3 \text{ Н} = 342,7 \text{ кН}.$$

Ответ:

Расчетная несущая способность центрально-растянутого элемента

$$N_p = 342,7 \text{ кН}.$$

Задания для самостоятельного выполнения:

1. Подобрать сечение деревянного элемента из цельной древесины, работающего на центральное растяжение при следующих условиях (см. рис.3):

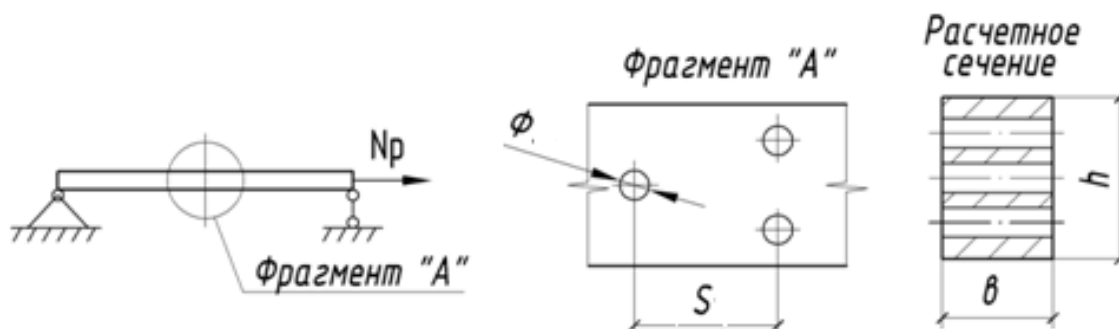


Рис. 3. Для самостоятельного выполнения по задаче № 1

№ п/п	N_p кН	d отв мм	S мм	Класс отв. здания	Температурно- влажностные условия эксплуатации
1	30	18	160	I	2
2	40	20	180	II	2
3	60	24	200	III	3
4	80	30	220	I	3
5	100	30	160	II	2

2. Определить расчетную несущую способность деревянного элемента из клееной древесины, работающего на центральное растяжение, при следующих условиях (см. рис. 4):

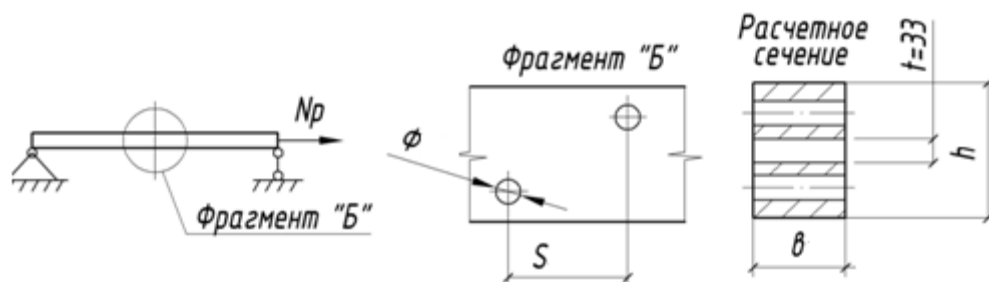


Рис. 4. Для самостоятельного выполнения по задаче № 2

№ п/п	b мм	h мм	d отв мм	S мм	Класс отв. здания	Температурно- влажностные условия эксплуатации
1	120	330	16	160	I	2
2	140	363	18	180	II	2
3	120	396	20	200	III	3
4	140	429	24	220	I	3
5	140	462	30	160	II	2