

УДК 624.01

О.В. УМНОВА

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ДРЕВЕСИНЫ НАГЕЛЬНОГО ГНЕЗДА

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ВЛИЯНИЮ ТЕМПЕРАТУРЫ НА НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ДРЕВЕСИНЫ НАГЕЛЬНОГО ОТВЕРСТИЯ ПРАКТИЧЕСКИ ОТСУТСТВУЮТ. ОДНАКО ИЗВЕСТНО, ЧТО ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДРЕВЕСИНЫ СУЩЕСТВЕННО.

Влияние температуры в [1] при расчете деревянных конструкций учитывается коэффициентом $m_t = 1$ при $t < 35$ °С и 0,8 при $t \leq 50$ °С [1], а также коэффициентом m_b [1], который учитывает условия эксплуатации. На эти коэффициенты умножаются при расчете расчетные сопротивления, модули упругости и сдвига.

В нашем случае модули упругости, соответствующие направлению волокон, при различных температурах (20, 40, 60 и 80 °С) определяли по формулам, приведенным в [2]

$$E_{d,90}^{сж.т} = (0,062 - 0,0001T) \cdot 10^4; \quad (1)$$

$$E_d^{сж.а} = (1,1 - 0,00166T) \cdot 10^4. \quad (2)$$

Деревянные образцы изготавливали из сосны. Влажность древесины согласно [3] находилась в пределах $\omega = 12 \dots 18$ %. Толщина деревянных образцов принята равной 80 мм при диаметре условно жесткого штампа – 20 мм и длине 120 мм. Расстояния от торцов элемента вдоль волокон древесины до оси штампа $S \geq 6d$ и от оси штампа до боковой грани образца $S \geq 3d$.

В отверстия вставляли штампы с обеспечением плотной посадки, при этом исключали запрессовывание их с целью исключения смятия древесины нагельного гнезда.

Для количественной оценки напряжений, возникающих при смятии древесины нагельного гнезда, использовали проволочные тензорезисторы с базой 10 мм и АИД-4. Разметка мест наклейки тензодатчиков и подготовка образца к температурным испытаниям показана на рис. 1.

Заданная температура испытания (от 20 до 80 °С) поддерживалась при помощи съемной печи, контактного термометра и реле включения печи.

Нагружение производили с помощью разрывной машины UR 2167-P 50 и специального нагружающего устройства, обеспечивающего зазор между пластиной и образцом не менее 2 мм, со скоростью 1 мм/мин [4].

Теоретический расчет перемещений и напряжений проводили методом конечных элементов с использованием программы Лира-8.

Распределение напряжений в зоне нагельного гнезда принимали по формуле [5], считая радиус отверстия и штампа условно одинаковыми

$$\sigma_r = k \sigma_{ср} \left(\cos \varphi - \cos \frac{\varphi_0}{2} \right) \cos \varphi, \quad (3)$$

где $\sigma_{ср} = \frac{N}{\delta d_{ш}}$; $N = N_{I-II}$ – действующая на образец нагрузка, равная условному пределу пропорциональности смятия древесины нагельного гнезда, кН; δ – толщина деревянного элемента, см; $d_{ш}$ – диаметр жесткого штампа, см

$$k = 1 / (1 - \cos \varphi_0 / 2)^2;$$

$\varphi_0 = 144^\circ$ – максимальный угол распределения давления; φ – угол определения напряжений (постановки тензодатчиков) по направлению к волокнам древесины.



а)

б)

Рис. 1 Разметка мест наклейки тензодатчиков (а) и подготовка образца к температурным испытаниям (б)

Экспериментальные значения напряжений в образце до условного предела пропорциональности определялись по закону Гука

$$\sigma = E\varepsilon, \quad (4)$$

где E – модуль упругости древесины сосны, принимаемый в зависимости от угла постановки тензодатчиков к направлению волокон деревянного образца и температуры испытания (формулы 1-2), МПа.

Эпюры теоретических значений напряжений при условном пределе пропорциональности (верхняя граница упругой работы древесины) для температуры 20 °С представлены на рис. 2.

В табл. приведены значения полученных напряжений.

Выводы по работе:

1 Установлена условный предел пропорциональности (N_{I-II}) древесины в отверстии нагельного гнезда для температур 20, 40, 60, 80 °С и диаметра штампа 20 мм:

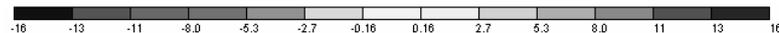
а) Перемещения u , мм



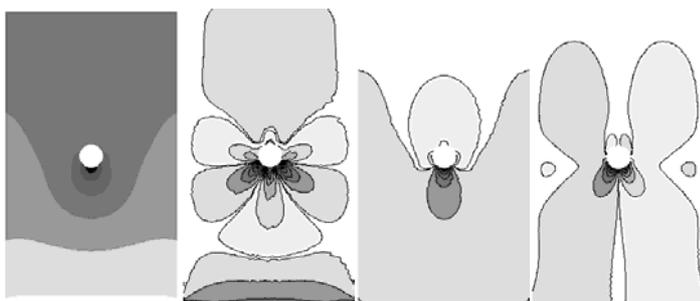
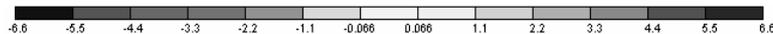
б) Напряжения x , МПа



в) Напряжения y , МПа



г) Напряжения касательные, МПа



а)

б)

в)

г)

Рис. 2 Изолинии напряжений смятия и перемещений вокруг отверстия нагельного гнезда при условном пределе пропорциональности для диаметра штампа 20 мм при температуре испытаний 20 °С

Таблица

Угол направ- ления к волокон- нам, φ , °	Напряжения, МПа				
	Теоретиче- ские	Экспериментальные			
		при температуре испытаний, °С			
	20	20	40	60	80
0	0,776	-0,132	-0,89	-0,034	-0,790
45	-4,07	-5,563	-4,635	-3,321	-5,162
90	-10,302	-8,155	-6,757	-7,170	-10,34
135	-4,07	-5,563	-4,635	-3,321	-5,162
180	0,776	-0,132	-0,89	-0,034	-0,790

- 2 Существенного влияния температуры на величину N_{I-II} не наблюдалось.
- 3 Определены теоретические и экспериментальные напряжения смятия в отверстии.
- 4 Выполнена статистическая обработка данных методом простой регрессии с использованием программного комплекта Stadia.
- 5 Получены адекватные регрессионные уравнения для всех температур. В общем виде уравнение представляет собой полином третьей степени.
- 6 Температура не влияет на общий вид распределения напряжений смятия в отверстии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 СНИП II-25-80. Деревянные конструкции. Нормы проектирования / Госстрой СССР. М.: Стройиздат, 1983. 31 с.
- 2 Стородубцева Т.Н. Композиционный материал на основе древесины для железнодорожных шпал: Трещиностойкость под действием физических факторов: Монография / Т.Н. Стородубцева; Воронежская государственная лесотехническая академия. Воронеж: Изд-во Воронежского гос. ун-та, 2002. 216 с.
- 3 Рекомендации по испытанию деревянных конструкций / ЦНИИСК им. Кучеренко. М.: Госстрой СССР, 1981. 38 с.
- 4 Рекомендации по испытанию соединений деревянных конструкций / ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. М.: Стройиздат, 1980. 40 с.
- 5 Дмитриев П.А. Экспериментальные исследования соединений элементов деревянных конструкций на металлических и пластмассовых нагелях и теория их расчета с учетом упруговязких и пластических деформаций: Дис ... докт. техн. наук. Новосибирск, 1975. 526 с.