

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;  $\delta$  – 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;  $\varphi$  – угол определения напряжений (постановки тензодатчиков) по направлению к волокнам древесины.



a)

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.

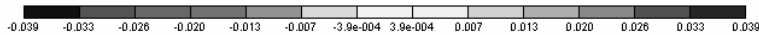
Эпюры теоретических значений напряжений при условном пределе пропорциональности (верхняя граница упругой работы древесины) для температуры 20 °С представлены на рис. 2.

В табл. приведены значения полученных напряжений.

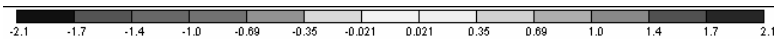
**Выводы по работе:**

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:

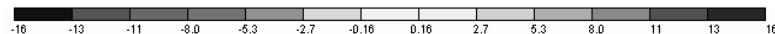
а) Перемещения  $u$ , мм



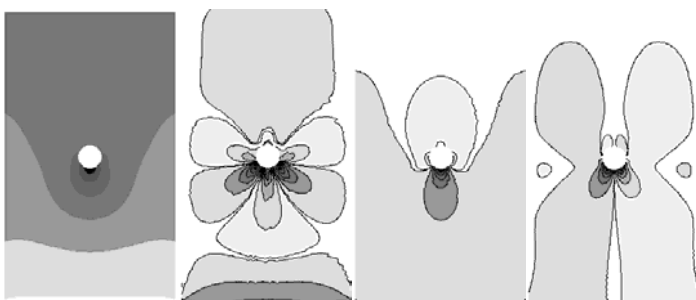
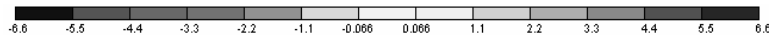
б) Напряжения  $x$ , МПа



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, $\varphi$ , °	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.