

## Архитектурно-строительное материаловедение

Руководитель программы д.т.н., проф. Ярцев В. П.

*Ермаков С. В., Веретенников Ю. Н., Киселёва О. А.*

### ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАТОРОВ НАПРЯЖЕНИЙ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ДРЕВЕСНЫХ КОМПОЗИТОВ

*Работа выполнена под руководством к.х.н., доц. Киселевой О. А.*

*ТГТУ, Кафедра «Конструкции зданий  
и сооружений»*

Ранее было установлено, что наличие концентраторов напряжений оказывает значительное влияние на прочность фанеры [1]. В процессе эксплуатации материал находится под действием длительных нагрузок, поэтому возникла необходимость в изучении влияния концентратора напряжений на долговечность материала.

Испытания проводили при поперечном изгибе в режиме заданных постоянных температур и напряжений. Долговечность  $\tau$  (время от момента приложения нагрузки до момента разрушения) фиксировали с помощью секундомера или потенциометра. Температуру в процессе испытания поддерживали ЛАТРОм и потенциометром постоянной с точностью  $\pm 1^\circ\text{C}$ . Для экспериментов использовали образцы фанеры размерами  $10 \times 6,5 \times 12$  с отверстиями по центру пластин диаметром 3 мм. Полученные данные представлены на рисунке 1-2.

Для фанеры характерен сложный механизм разрушения (рисунок 1) (зависимость представляет собой семейство веерообразных прямых образующих два «прямых» пучка) и описываются уравнением (1). Так в интервале напряжений 60-80 МПа происходит послойное ее разрушение, а в интервале напряжений 80-100 фанера работает как монолитный материал.

$$\tau = \tau_m \exp \left[ \frac{U_0 - \gamma \sigma}{R} (T^{-1} - T_m^{-1}) \right] \quad (1)$$

где  $\tau_m$ ,  $U_0$ ,  $\gamma$  и  $T_m$  – физические константы материала:  $\tau_m$  – минимальная долговечность (период колебания кинетических единиц – ато-

мов, групп атомов, сегментов), с;  $U_0$  – максимальная энергия активации разрушения, кДж/моль;  $\gamma$  – структурно-механическая константа, кДж/(моль×МПа);  $T_m$  – предельная температура существования твёрдого тела (температура разложения), К;  $R$  – универсальная газовая постоянная, кДж/(моль×К);  $\tau$  – время до разрушения (долговечность), с;  $\sigma$  – напряжение, МПа;  $T$  – температура, К.

Следует отметить, что фанера марки ФСФ по-разному работает в интервалах температур до и после 40 °С, что, по-видимому, связано с изменением состояния смолы, которая при повышенных температурах доотверждается. Кроме того, для фанеры этой марки характерны большие величины энергии активации, что вызвано явлением кратности [2] – одновременно происходит разрушение не одной, а нескольких связей.

При введении концентратора напряжений сложный механизм разрушения фанеры сохраняется. Однако, происходит изменение вида зависимости: в области малых напряжений <50 МПа она принимает вид «обратного пучка», описываемого уравнением (2), а в области больших напряжений >50 МПа – «прямого» (уравнение (1)). Такое поведение композитов, по-видимому, связано с изменением их структуры в результате ориентации вокруг дефекта.

$$\tau = \tau_m^* \exp \frac{U_0^* - \gamma^* \sigma}{RT} \left( \frac{T_m^*}{T} - 1 \right) \quad (2)$$

где  $\tau_m^*$ ,  $U_0^*$ ,  $\gamma^*$ ,  $T_m^*$  – эмпирические константы.

Величины физических и эмпирических констант, входящие в уравнения (1)-(2) представлены в таблице 1



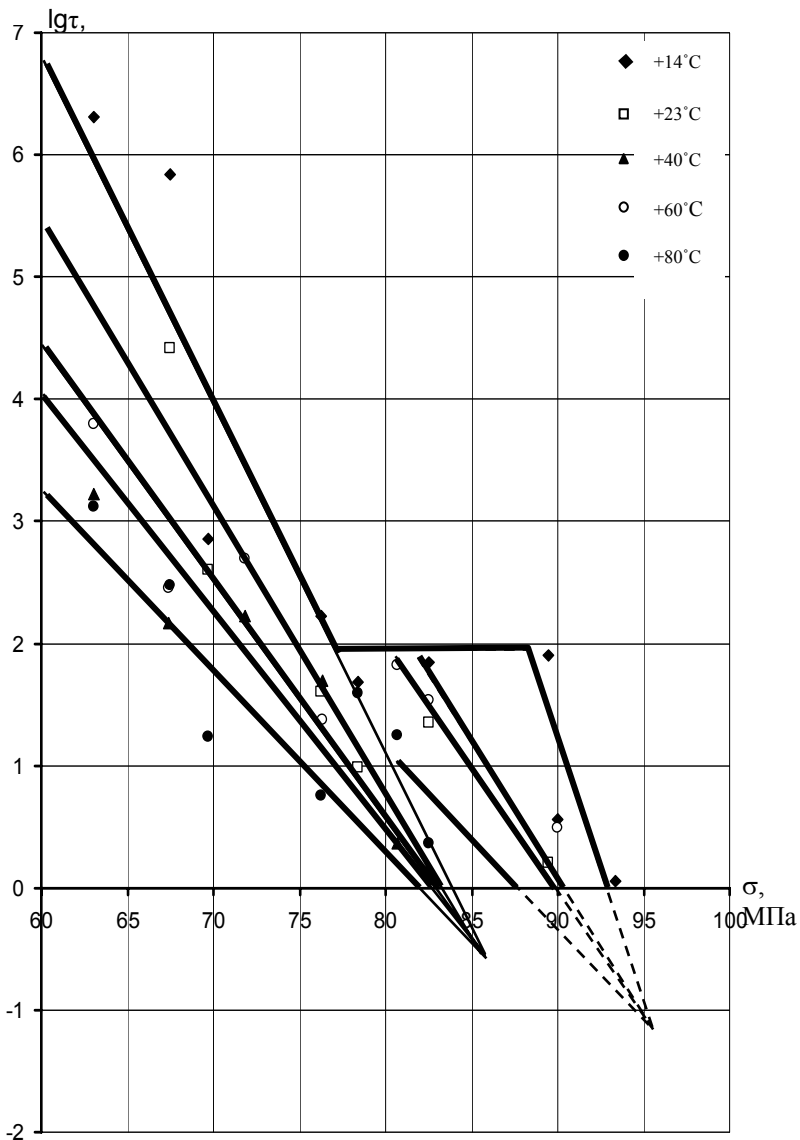


Рис. 2. Зависимость долговечности от напряжения при поперечном изгибе для фанеры (ФСФ) без концентратора напряжения.

————— - интервал напряжений 60 - 80 МПа

Таблица 1

**Значения физических констант при поперечном изгибе  
для фанеры марки ФСФ**

Наличие концентратора напряжений	Интервал температур, °С	Интервал напряжений, МПа	Физические константы			
			$\tau_m$ , с	$T_m$ , К	$U_0$ , кДж/моль	$\gamma$ , кДж/(МПа×моль)
без	14-40	60-80	$10^{-0.88}$	369	633	7
		80-100	$10^{-1}$	303	3518	45
	40-80	60-80	$10^{-0.4}$	431	486	5.6
		80-100	$10^{-1.1}$	400	790	8
с концентратором	17-40	<50	$10^{6.3}$	225	-214	-5,94
		>50	$10^1$	339	107	1,74

Из таблицы видно, что при введение концентратора напряжений происходит изменение всех констант. Причем наиболее сильно оно проявляется для энергии активации и структурно-чувствительной константы. В области малых напряжений величины эмпирических констант ( $\tau_m$ ,  $U_0$  и  $T_m$ ) фанеры близки аналогичным константам древесностружечных плит (таблица 2) [3].

Таблица 2

**Влияние концентратора напряжений на значения констант ДСП  
(при поперечном изгибе)**

Плотность ДСП, кг/м <sup>3</sup>	Константы			
	$\tau_m^*$ , с	$U_0^*$ , кДж/моль	$\gamma^*$ , кДж/(моль×МПа)	$T_m^*$ , К
<b>850</b>	<b><math>10^6</math></b>	<b>-208</b>	<b>-36</b>	<b>247</b>
<b>800</b>	<b><math>10^8</math></b>	<b>-152</b>	<b>-33</b>	<b>235</b>

Полученные данные позволяют прогнозировать по уравнениям (1) – (2) долговечность фанеры в широком диапазоне условий эксплуатации: напряжении, температуре и времени нагружения.

### Список литературы

1. Киселёва О.А., Ярцев В.П., Ермаков С.В. Влияние концентраторов напряжений на прочностные свойства древесины и древесных композитов // Сборник материалов: VI Международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы строительства и строительной индустрии» (30 июня – 2 июля 2005г.). – Тула, 2005. – с. 26-27.
2. Сузюмов А.В., Киселева О.А., Ярцев В.П. Закономерности разрушения и деформирования фанеры // Сборник статей магистрантов по материалам научной конференции. Выпуск 1. Часть 2. – Тамбов: ТОГУП «Тамбовполиграфиздат», 2005. – С. 91-94.
3. Киселёва О.А. Прогнозирование работоспособности древесностружечных и древесноволокнистых композитов в строительных изделиях.// Дис... канд. техн. наук. – Воронеж, 2003. – 205 с.