

А. А. Барташевич, проф., канд. техн. наук;  
Л. В. Игнатович, доц., канд. техн. наук  
(БГТУ, г. Минск)

## ТЕПЛОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОЦЕССА СКЛЕИВАНИЯ СЛОИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

Процесс изготовления слоистых материалов из древесины (фанеры, гнукотклееных деталей, слоистых пластиков и др.) включает несколько операций, одной из важнейшей является операция склеивания пакетов в горячем прессу (где осуществляется формирование клеевых соединений).

На качество клеевого соединения, т.е. на прочность, водостойкость, долговечность оказывают влияние такие факторы как: вид клея, его состав, вязкость, удельный расход, температура плит пресса, продолжительность и давление прессования.

Большое влияние на характер образования адгезионно-когезионных связей оказывают режимы склеивания, особенно температура.

Известно, что при склеивании с кондуктивным нагревом тепло от внешнего теплоносителя передается клеевой прослойке через тонкий слой материала, в данном случае – через шпон. Тепло передается кондуктивно благодаря теплопроводности материала.

Определяющим фактором при установлении режимов склеивания являются размеры и теплотехнические характеристики материала (например, лущеного шпона). Необходимое общее время нагрева складывается из времени нагрева материала до наиболее удаленного клеевого слоя и времени, необходимого для отверждения клеевой прослойки. Отверждение клея начинается уже в период прогрева материала, т. е. еще до достижения требуемой температуры.

Расчетный метод определения режимов склеивания основан на экспериментальном определении достигаемой полноты отверждения клея и прочности соединений при различной температуре клеевой прослойки.

Для расчета тепловых параметров процесса склеивания слоистых материалов, рассмотрим случай, когда наружные листы шпона склеиваются с внутренним (трехслойная фанера из шпона толщиной 1,5 мм).

Температура в зоне клеевой прослойки может быть выражена формулой

$$t = t_o + \frac{2K}{1+K} (t_{np} - t_o) \sum_{n=1}^{\infty} \left( \frac{1-K}{1+K} \right)^{n-1} \operatorname{erfc} \frac{2n-1}{2\sqrt{Fo_1}},$$

где  $t$  – текущая температура клеевой прослойки, °С;  $t_0$  – температура окружающей среды, °С;  $t_{np}$  – температура на поверхности нагревателей (плиты пресса), °С;  $K$  – критерий, характеризующий тепловую активность наружного слоя слоистого материала по отношению ко второму слою, то есть

$$K = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \sqrt{\frac{a_2}{a_1}},$$

где  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$  – коэффициенты теплопроводности соответственно для наружного и второго слоя, Вт/м·град;  $a_1$  и  $a_2$  – коэффициенты температуропроводности для наружного и второго слоев материала, м<sup>2</sup>/сек;  $erfc$  – обозначение функции ошибок Гаусса с аргументом

$$\frac{2n-1}{2\sqrt{Fo_1}},$$

$Fo_1$  – обозначение критерия Фурье для обшивки толщиной  $R$ :

$$Fo_1 = \frac{a_1 \tau}{R^2},$$

$\tau$  – время, сек;  $R$  – расстояние от поверхности шпона до клеевой прослойки.

Для фанеры критерий  $K$  близок к 1. Тогда формула значительно упрощается. Рассматриваемую систему тел можно заменить одним полуограниченным телом, соприкасающимся с нагревателем, температура которого постоянна. Формула для определения температуры в клеевой прослойке запишется так

$$t = t_0 + (t_{np} - t_0) \operatorname{erfc} \frac{1}{2\sqrt{Fo_1}}$$

Анализ расчетных и экспериментальных значений температур показал удовлетворительное согласование их между собой в течение всего цикла нагрева.

На основании выше сказанного можно заключить следующее:

- определение величины давления в зависимости от вязкости ( $P_{кл}$ ) и минимальной составляющей ( $P_{мин}$ ) не вызывают затруднений;
- теоретический метод расчета усилий прессования следует использовать в исследовательских целях, при освоении нового, нестандартного оборудования, а также для анализа причин в случае появления отклонений качества склеиваемой фанеры от нормативных требований;
- для практической работы на стандартном оборудовании с плоскими плитами пресса достаточен экспериментальный метод определения общего давления прессования.