

УДК 674.815.41

А.Б. Израелит, М.Ш. Пильцер
(Ленинградская лесотехническая академия)

ОСТАТОЧНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ В ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТАХ

После прессования древесностружечной плиты она остывает и прессующие давления снимаются. В результате пьезотермообработки древесные частицы в плите связаны в единую монолитную композицию. Поэтому снятие давлений и остывание приводят к ликвидации накопленных упругих деформаций частиц, становятся причиной появления внутренних остаточных напряжений, влияющих на прочность древесностружечных плит. Основные причины появления этих остаточных напряжений заключаются, во-первых, в различной поперечной деформативности различно ориентированных частиц и, во-вторых, в их различной температурной деформативности вдоль и поперек волокон. Настоящая статья посвящена анализу этих остаточных напряжений и установлению их зависимости от технологических факторов пьезотермообработки.

Рассмотрим совместное деформирование двух склеенных древесных частиц различной толщины δ_1 и δ_2 после снятия давления и остывания (рис.1). Ориентацию частиц в плоскости плиты (в плоскости xu) полагаем произвольной при условии, что длина и ширина частицы лежат в этой плоскости. Именно так частицы в основном располагаются в процессе насыпания ковра и прессования.

Запишем условия равновесия и условия совместности деформаций выделенного склеенного элемента из двух частиц при остывании на температуру T и снятии давления p . Напряжения в плоскости частиц обозначим $\sigma_{x_1}, \sigma_{y_1}, \sigma_{x_2}, \sigma_{y_2}$.

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_{y_1} \delta_1 = \sigma_{y_2} \delta_2 \quad ; \quad \sigma_{x_1} \delta_1 = \sigma_{x_2} \delta_2 \quad ; \\ \frac{\sigma_{x_1}}{E_{x_1}} - \frac{V_{xy_1} \sigma_{y_1}}{E_{y_1}} + \frac{V_{xz_1} p}{E_{z_1}} - \alpha_{x_1} T = - \frac{\sigma_{x_2}}{E_{x_2}} - \frac{V_{xy_2} \sigma_{y_2}}{E_{y_2}} + \frac{V_{xz_2} p}{E_{z_2}} + \alpha_{x_2} T \quad ; \\ - \frac{\sigma_{y_1}}{E_{y_1}} - \frac{V_{yx_1} \sigma_{x_1}}{E_{x_1}} + \frac{V_{yz_1} p}{E_{z_1}} + \alpha_{y_1} T = \frac{\sigma_{y_2}}{E_{y_2}} + \frac{V_{yx_2} \sigma_{x_2}}{E_{x_2}} + \frac{V_{yz_2} p}{E_{z_2}} + \alpha_{y_2} T \quad , \end{array} \right. \quad (I)$$

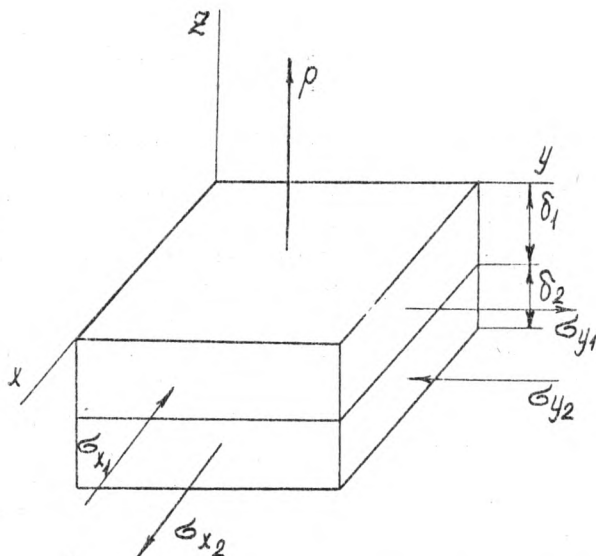


Рис. I. Схема действия остаточных напряжений в древесных частицах

где E_x, E_y, E_z - модули упругости соответствующих по номеру частиц вдоль осей, $V_{xy}, V_{xz}, V_{yx}, V_{yz}$ - коэффициенты Пуассона, характеризующие деформацию в направлении оси, определяемой первым индексом от напряжений в направлении второго индекса, α_x, α_y - коэффициенты линейной температурной деформации.

В связи с тем, что упругомеханические свойства древесины наиболее сильно различаются вдоль и поперек волокон, рассмотрим случай такого ортогонального расположения склеенных частиц. В этом случае остаточные пьезотермические напряжения, очевидно, достигают максимальной величины.

Условия равновесия при этом сохраняют свою форму

$$K\sigma_{y1} = \sigma_{y2} ; \quad K\sigma_{x1} = \sigma_{x2} , \quad (2)$$

где $K = -\frac{\delta_1}{\delta_2}$ - отношение толщины более тонкой частицы к более толстой, $K \leq 1$.

Условия совместности деформаций после подстановки соот-

соответствующих значений модулей упругости и коэффициентов Пуассона при обозначении направлений вдоль и поперек волокон индексами 0 и 1 примут вид:

$$\begin{aligned} \frac{\sigma_{x1}}{E_0} + \frac{V_{01}\sigma_{y1}}{E_1} + \frac{V_{01}\rho}{E_1} + \alpha_0 T &= \frac{\sigma_{x2}}{E_1} - \frac{V_{10}\sigma_{y2}}{E_0} + \frac{V_{11}\rho}{E_1} + \alpha_1 T; \\ -\frac{\sigma_{y1}}{E_1} - \frac{V_{10}\sigma_{x1}}{E_0} + \frac{V_{11}\rho}{E_1} + \alpha_1 T &= \frac{\sigma_{y2}}{E_0} + \frac{V_{01}\sigma_{x2}}{E_1} + \frac{V_{01}\rho}{E_1} + \alpha_0 T. \quad (3) \end{aligned}$$

При составлении уравнений совместности деформаций мы пренебрегли различием свойств частиц в тангентальном и радиальном направлениях, вводя усредненный поперечный модуль упругости E_1 и соответствующие усредненные коэффициенты Пуассона V_{11} , V_{10} и V_{01} . Аналогичную индексацию мы ввели к коэффициентам линейного расширения, индекс 0 характеризует направление вдоль волокон, индекс 1 — поперек.

Предложенное усреднение поперечных свойств древесных частиц соответствует технологии их изготовления, так как частицы могут быть различно ориентированы относительно осей анизотропии. С другой стороны, это предположение лежит в пределах точности исходных предпосылок исследования в связи с большой вариативностью свойств древесины и особенно древесных частиц, подвергшихся дополнительной механической обработке.

Решая уравнения (2) и (3) совместно, находим

$$\begin{aligned} \sigma_{x1} &= \frac{[E_0\rho(V_{11}-V_{01})+E_0E_1(\alpha_1-\alpha_0)T][E_1K(1-V_{10})+E_0(1-V_{01})]}{[E_1K(1-V_{10})+E_0(1-V_{01})](E_1+KE_0)+[E_1(1-V_{10})+E_0K(1-V_{01})][E_1KV_{10}+E_0V_{01}]}, \\ \sigma_{y1} &= \frac{[E_0\rho(V_{11}-V_{01})+E_0E_1(\alpha_1-\alpha_0)T][E_1(1-V_{01})+E_0K(1-V_{01})]}{[E_1K(1-V_{10})+E_0(1-V_{01})](E_1+KE_0)+[E_1(1-V_{10})+E_0K(1-V_{01})][E_1KV_{10}+E_0V_{01}]}, \\ \sigma_{x2} &= K\sigma_{x1}; \quad \sigma_{y2} = K\sigma_{y1}. \end{aligned} \quad (4)$$

Полученные зависимости показывают, что напряжения распределены обратно пропорционально толщинам частиц, т.е. наиболее напряженными являются тонкие частицы.

Зададимся некоторыми усредненными значениями упругих характеристик частиц для проведения численного исследования:

$E_0 = 15000 \text{ МПа}$, $E_1 = 500 \text{ МПа}$, $V_{11} = 0,80$, $V_{01} = 0,04$, $V_{10} = 0,5$,
 $\alpha_1 = 35 \cdot 10^{-6}$, $\alpha_0 = 5 \cdot 10^{-6}$.

Параметры пьезотермообработки прием обычными: $T = 100^\circ\text{C}$,
 $P = 2 \text{ МПа}$. После подстановки численных значений выражения для
 напряжений примут вид:

$$\sigma_{x1} = \frac{45,3 \cdot 10^3 (250\kappa + 14400)}{(250\kappa + 14400)(500 + 15000\kappa) + (250 + 14400\kappa)(250\kappa + 600)},$$

$$\sigma_{y1} = \frac{45,3 \cdot 10^3 (250 + 14400\kappa)}{(250\kappa + 14400)(500 + 15000\kappa) + (250 + 14400\kappa)(250\kappa + 600)}.$$

В таблице подсчитаны значения напряжений при варьировании
 относительной толщиной склеиваемых стержней κ от 0,3 до 1, а на
 рис.2 построены кривые, характеризующие изменение этих напря-
 жений в наиболее напряженной тонкой частице.

Значения остаточных напряжений при варьировании
 относительной толщиной частиц

Остаточное напряжение, МПа	κ			
	0,3	0,5	0,7	1,0
$\sigma_{ост}$				
σ_{x1}	6,44	5,41	3,92	2,77
σ_{y1}	2,05	2,73	2,75	2,77
σ_{x2}	1,93	2,71	2,75	2,77
σ_{y2}	0,62	1,39	1,93	2,77

Полученные результаты и построенные графики на рис.2 по-
 казывают, что по мере наращивания толщин склеенных частиц в
 наиболее опасной тонкой частице напряжения вдоль волокон ин-
 тенсивно снижаются, а поперек - замедленно растут. Наибольшую

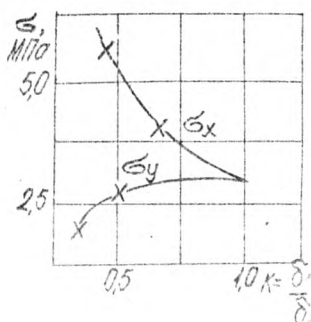


Рис. 2. Зависимость остаточных
 напряжений от относитель-
 ной толщины склеенных
 частиц

опасность для общей прочности плиты представляют напряжения поперек волокон, достигающие 2,77 МПа, при прочности частиц в этом направлении до 10...12 МПа.

Выводы

1. Хаотичное расположение частиц в древесностружечных плитах приводит к появлению в них остаточных напряжений, которые могут существенно отражаться на прочности изделий из плит.
2. Найденные зависимости позволяют оценить влияние различных технологических факторов на величины остаточных напряжений и соответственно регулировать режимы пьезотермообработки.
3. Радикальным способом снижения остаточных напряжений в древесностружечных плитах является принудительная ориентация частиц по осям анизотропии.

УДК 674.815-41

А.А.Эльберт, Л.П.Коврижных,
А.П.Штембах, Г.А.Зубарева

(Ленинградская лесотехническая академия)

МОДИФИКАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ЛИГНОСУЛЬФОНАТОВ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ КОМПОНЕНТА СВЯЗУЮЩЕГО ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

Опыт использования технических лигносульфонатов для частичного замещения карбамидоформальдегидной смолы показал, что их содержание в связующем ограничено 5...10%. Дальнейшее увеличение содержания лигносульфоната в связующем приводит к замедлению процесса поликонденсации, снижаются степень отверждения и показатели прочности и водостойкости плит [1].

Лигносульфонаты являются чрезвычайно перспективным химическим сырьем. Основные работы направлены на их модификацию с целью раскрытия возможностей взаимодействия с различными реагентами и увеличения реакционной способности лигносульфонатов [2]. Были сделаны попытки использовать лигносульфонат в композиции карбамидоформальдегидной смолы и стандартного отвердителя - хлористого аммония, но результаты показали ухудшение свойств связующего и плит на его основе.

В данной работе рассматривали возможность использования перекисных соединений, в частности, персульфата аммония, для