

Расчетная толщина стружки равна 4,5 мм, экспериментальная — 4,2 мм (по данным автора) и 4,0 мм (по данным Ю. А. Калашникова [4]). Силы  $P_g = 125,6 \cdot 10^3$  Н/м и  $R_{c1} = 5,7 \cdot 10^3$  Н/м, отклонения от данных эксперимента составляют около 6 %.

Таким образом, предложенный метод расчета позволяет определить параметры получаемой стружки в зависимости от угла резания, влажности древесины и ее механических свойств, а также максимальные силы, возникающие в процессе резания. При дальнейшем совершенствовании теории стружкообразования продольно-торцового резания древесины необходимо учесть влияние радиуса затупления реза, переменного угла встречи с волокнами, скорости резания (инерционные силы), а также сил, действующих по задней грани реза.

### Выводы

1. Полученные зависимости позволяют с достаточной точностью рассчитать параметры стружки и максимальные силы по передней грани реза для первого и второго случаев попутного продольно-торцового резания древесины с большими подачами на резец.

2. Предложенный метод расчета позволяет теоретически (без эмпирических коэффициентов) определить параметры процесса, что значительно расширяет возможности метода и позволяет управлять процессом данного вида резания.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Боярский М. В. К математическому описанию влияния наклона волокон на прочность древесины // Сб. по обмену произв. и науч. опытом.— Йошкар-Ола: Марийское областное НТО лесн. пром-сти, 1974.— Вып. 7.— 6 с. [2]. Воскресенский С. А. Резание древесины.— М.: Гослесбумиздат, 1955.— С. 40—50; 113—143. [3]. Калашников Ю. А. Исследование процесса затягивания древесины режущими ножами в дисковых рубительных машинах: Дис. ... канд. техн. наук.— М., 1971.— 158 с. [4]. Кузьмин С. И. Теория стружкообразования при прямолинейном резании древесины вдоль волокон: Дис. ... канд. техн. наук.— Харьков, 1952.— 205 с. [5]. Рушнов Н. П. Исследование процесса элементообразования при резании древесины в рубительных машинах // Тр. ЦНИИМЭ.— 1969.— Вып. 98.— С. 70—85. [6]. Franz H. C. An Analysis of the Wood-Cutting Process: Ph. D. Thesis, University of Michigan Press, Ann Arbor, 1958. [7]. Haritler N., Stade J. Chipper operation for improved chip quality // Svensk Pappersfiding.— 1977.— V. 80, N 14.— P. 447—457.

Поступила 26 ноября 1991 г.

УДК 674.815-41

## АКТИВНЫЕ СПОСОБЫ УМЕНЬШЕНИЯ ПОКОРОБЛЕННОСТИ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

С. М. ПЛОТНИКОВ

Сибирский технологический институт

Распространенным и трудноустраняемым дефектом древесностружечных плит является покоробленность, которая может быть обусловлена внешними и внутренними причинами. К внешним относят изменение влажности окружающей среды, механические деформации плиты в процессе ее эксплуатации, складирования на неровной поверхности и т. д. Вызванную подобными причинами покоробленность снижают так называемыми пассивными способами: нанесением на поверхность плиты водостойких покрытий, выдержкой плиты в штабеле, деформированием плиты при одновременном температурно-влажностном воздействии [5]. Нами ранее [3] предложено регулировать начальную покоробленность

щитов из древесностружечных плит при помощи одно- или двухсторонней калибровки.

Внутренними причинами покоробленности являются несимметрия профилей плотности и влажности стружечных пакетов относительно нейтральной плоскости, неодинаковая сошлифовка наружных слоев, несимметрия температур нагревательных плит прессов и т. д. Последнее вызвано дополнительным прогревом нижней части стружечного пакета, происходящим между загрузкой его в пресс и смыканием прессы, большим нагревом верхней прессующей поверхности по сравнению с нижней за счет свободной конвекции горячего воздуха и др. Кроме того, внутренние причины могут быть искусственно заложены в плитах для горизонтальных несущих элементов с несимметричной структурой, за счет которой возможно создание равной прочности слоев, а также экономия связующего или древесного сырья без потери прочности плит на изгиб.

Анализ процесса коробления, обусловленного внутренними причинами приведен в [4]. Используя его результаты, можно решать задачу синтеза покоробленности плиты. Она заключается в том, чтобы целенаправленно задавать такую несимметрию структурного, влажностного или температурного режимов, которая компенсировала бы покоробленность плиты, вызванную технологическим режимом.

Если несимметрию температуры можно создавать в самом прессе, влажности — непосредственно перед прессом (например, за счет незначительного дождевания верхней поверхности пакета), то несимметрия структуры образуется только на участке формирования. Продолжительность прохождения древесно-клеевой композиции от участка формирования до раскрытия прессы и фиксации покоробленности плиты значительная (более 20 мин), поэтому система устранения покоробленности за счет несимметрии структуры имела бы большую инерционность.

В работе [7] отмечено, что процесс коробления протекает по экспоненциальному закону. Измерив покоробленность уже через несколько минут после выгрузки плиты из прессы, можно достаточно точно оценить будущую покоробленность остывшей плиты. Данный принцип положен в основу двух активных способов уменьшения покоробленности плит [1, 2] за счет несимметрии влажностного и температурного режимов, которые рассмотрены в данной работе.

Первый способ заключается в том, что в зависимости от измеренной через 5...40 мин после выгрузки плиты из прессы значения покоробленности  $\Delta f$  (стрелы прогиба в центре плиты на пересечении диагоналей) при последующем формировании трехслойного ковра создают разность влажности (%) между его наружными слоями, согласно выражению

$$\Delta u = \left(1 + \frac{4,50}{t}\right) \frac{0,306}{b} h^{3,60} \rho^{-1,58} \Delta f^{1,07}. \quad (1)$$

Здесь  $t$  — период между выгрузкой плиты из прессы и моментом измерения ее покоробленности, мин;

$b$  — длина стороны измеряемой плиты, мм;

$h$  — толщина измеряемой плиты, мм;

$\rho$  — плотность изготавливаемой плиты, г/см<sup>3</sup>.

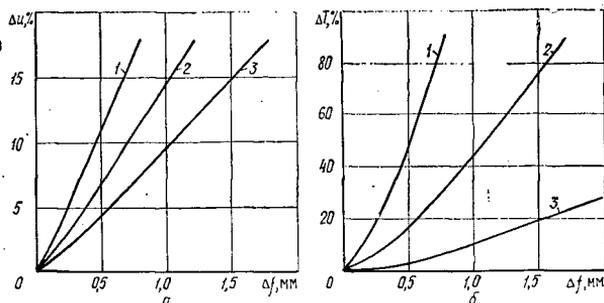
Более влажным формируют наружный слой, в сторону которого изогнута середина готовой плиты. Например, при изгибе середины плиты вверх влажности верхнего и нижнего наружных слоев вычисляются по формулам

$$u_{\text{в}} = u_{\text{ср}} + \frac{\Delta u}{2}; \quad u_{\text{н}} = u_{\text{ср}} - \frac{\Delta u}{2}. \quad (2)$$

Средняя влажность наружных слоев  $u_{\text{ср}} = \frac{1}{2}(u_{\text{в}} + u_{\text{н}})$  остается неизменной.

В результате разности влажности наружных слоев ковра стружка в них находится на разных стадиях разбухания. При прессовании такого ковра связующее в наружных слоях отверждается неодновременно. В плите возникают внутренние механические напряжения. Они уравниваются сразу после раскрытия пресса за счет коробления плиты: середина плиты выгибается в сторону более сухого слоя. Это можно объяснить тем, что либо стружка этого слоя продолжает набухать, либо стружка противоположного слоя, потеряв большую часть влаги при прессовании, сокращается в объеме. Конечное значение происходящего коробления, вызванного двумя причинами, практически равно нулю.

На рис. а представлены зависимости  $\Delta u$  (для трехслойного стружечного ковра со средней влажностью 12 % при соотношении слоев 1:3:1) от  $\Delta f$  (для плиты толщиной 16 мм, форматом 1000 × 500 мм), измеренной через 20 мин после выгрузки плиты из пресса.



Зависимость разности влажности  $\Delta u$  между наружными слоями трехслойного стружечного ковра (а) и разности температуры между прессующими поверхностями  $\Delta T$  при средней температуре 160 °С (б) от покоробленности  $\Delta f$  готовой плиты при различной средней плотности плиты: 1 — 0,5; 2 — 0,7; 3 — 0,9 г/см<sup>3</sup>

Второй способ характеризуется тем, что при прессовании плит создают разность температур (°С) прессующих поверхностей, значение которой вычисляем по формуле

$$\Delta T = \left(1 + \frac{4,50}{t}\right) \frac{7,51}{b} h^{3,60} \rho^{4,28} \Delta f^{1,36}. \quad (3)$$

Задают более высокую температуру той прессующей поверхности, в сторону которой изогнута середина готовой плиты. Например, при изгибе середины плиты вверх температуры верхней и нижней прессующих поверхностей должны быть равны:

$$T_{\text{в}} = T_{\text{ср}} + \frac{\Delta T}{2}; \quad T_{\text{н}} = T_{\text{ср}} - \frac{\Delta T}{2}. \quad (4)$$

При этом средняя температура прессования  $T_{\text{ср}} = \frac{1}{2}(T_{\text{в}} + T_{\text{н}})$  остается неизменной.

В результате разницы температур между прессующими поверхностями перенос теплоты парогазовым давлением внутрь пакета неодинаков относительно центральной горизонтальной плоскости. Связующее в верхних и нижних слоях пакета отверждается также неодновременно, вызывая покоробленность плиты.

На рис. б представлены зависимости необходимой разности температур  $\Delta T$  между прессующими поверхностями (при средней температуре  $160^\circ\text{C}$ ) от  $\Delta f$  (для плиты толщиной 16 мм, форматом  $1000 \times 500 \text{ мм}^2$ ), измеренной через 20 мин после выгрузки из пресса.

Сомножитель  $(1 + 4,50/t)$  в уравнениях (1), (3) характеризует процесс коробления плиты во времени. Причем, чем позже сняты замеры, тем сильнее успевает деформироваться плита, тем меньше ее деформация в дальнейшем (тем меньше величина данного сомножителя). При  $t = \infty$  этот сомножитель равен единице.

Достаточно точно корреляцию коробления с будущей деформацией плиты можно установить не менее чем через 5 мин после выгрузки плиты из пресса. Значения коэффициентов уравнений (1), (3) справедливы для реальных значений толщины изготавливаемых плит (10...20 мм) и их плотности (0,5...0,9 г/см<sup>3</sup>). Формат плиты учитывается введением показателя  $b$ , т. к. величина покоробленности, согласно [6], подчиняется условию подобия: покоробленность плиты форматом  $1000 \times 1000$  мм в 2 раза больше, чем  $500 \times 500$  мм при прочих равных параметрах.

В лабораторных условиях были изготовлены партии плит по 10 штук в каждой.

А. Плита трехслойная из промышленной сосновой стружки на карбамидоформальдегидном связующем толщиной 16 мм, форматом  $1000 \times 500$  мм, плотностью 0,7 г/см<sup>3</sup>. Влажность наружных и внутреннего слоев исходного пакета составляет 15 и 10 %, массовое соотношение слоев в процентах — 15:60:25, температура прессования  $160^\circ\text{C}$ .

Б. Условия изготовления и параметры плит те же, что и для А, но влажности слоев пакета составляют 25, 10 и 8 %.

В. Условия изготовления и параметры плит те же, что и для А, но температуры верхней и нижней прессующих поверхностей составляют  $195$  и  $125^\circ\text{C}$ .

После выгрузки из пресса плиты выдерживали в горизонтальном состоянии, охлаждая приблизительно до  $30^\circ\text{C}$ , после чего измеряли стрелу их прогиба. Средняя для 10 измерений покоробленность плит партий А, Б и В составила соответственно 2,8, 0,9 и 0,6 мм. Таким образом за счет определенной несимметрии влажности наружных слоев и разности температур прессующих поверхностей покоробленность существенно снизилась.

Проведенные исследования показали, что с помощью предложенных активных способов принципиально возможно значительное снижение или полное устранение покоробленности древесностружечных плит, независимо от причин, вызывающих коробление. При этом возможно сокращение выдержки плит в штабелях, что дает экономию производственных площадей. Представленные результаты могут быть использованы также при изготовлении специальных древесностружечных плит для горизонтальных элементов, которые обладают наибольшей прочностью на изгиб при определенной несимметрии структуры.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. А. с. 1653960 СССР, МКИ 5 В 27 N 3/02. Способ изготовления древесностружечных плит / С. М. Плотников (СССР).— № 4697655 / 15 (22); Заявлено 29.05.89; Опубл. 7.06.91. Бюл. № 21 // Открытия. Изобретения.— 1991.— № 21.— С. 60. [2]. А. с. 1653961 СССР, МКИ 5 В 27 N 3/02. Способ изготовления древесностружечных плит / С. М. Плотников (СССР).— № 4698745/15 (22). Заявлено 29.05.89; Опубл. 7.06.91. Бюл. № 21 // Открытия. Изобретения.— 1991.— № 21.— С. 60. [3]. Базанов Л. Ф. Влияние технологических факторов на деформацию щитов из древесностружечных плит при облицовывании: Автореф. дис. ... канд. техн. наук.— М., 1984.— 24 с. [4]. Плотников С. М. Исследование покоробленности древесностружечных плит с асимметричной структурой // Лесн. журн.— 1989.— № 1.— С. 49—53.— (Изн. высш. учеб. заведений). [5]. Поташев О. Е., Лапшин Ю. Г. Механика древесных

плит.— М.: Лесн. пром-сть, 1982.— 112 с. [6]. Dobrowojska E., Neumüller J., Kühne G. Entwicklung einer Messmethode zur Untersuchung der Formbeständigkeit von Spanplatten. Holztechnologie.— 1986.— N 6.— S. 316—319. [7]. Plotnikov S., Niemz P. Untersuchungen zum Einfluss ausgewählter technologischer Parameter auf den Plattenverzug von Spanplatten // Holztechnologie.— 1988.— N 6.— S. 311—313.

Поступила 17 марта 1992 г.

УДК 674.812

## УСИЛИЕ ПРЕССОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ КЛИНОМ

М. В. ЦЫХМАНОВ, В. В. ВОРОНИН

Воронежский лесотехнический институт

В термомеханическом модифицировании древесины наиболее распространено одноосное прессование в прессформах, для которого все технологические параметры достаточно подробно обоснованы [6].

Проведены многочисленные исследования, направленные на снижение усилий прессования древесины путем ее предварительной обработки аммиаком, карбамидом, нагреванием или пропариванием [1, 2, 5, 7].

Более рациональным является способ уплотнения прямоугольных заготовок в обойме внедрением клина [3, 4].

В данной работе приведен анализ необходимого для прессования древесины клином усилия, которое является важным энергетическим параметром при выборе типа и мощности прессового оборудования.

