

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ
И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 674.815-41

ИССЛЕДОВАНИЕ
ПОКОРОБЛЕННОСТИ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ
С АСИММЕТРИЧНОЙ СТРУКТУРОЙ

С. М. ПЛОТНИКОВ

Сибирский технологический институт

Получить древесностружечные плиты (ДСП) с абсолютно симметричной структурой практически невозможно. В производственных условиях всегда в большей или меньшей степени существует асимметрия профилей плотности и влажности по толщине стружечных пакетов или асимметрия температур верхней и нижней нагревательных плит прессов. Асимметрию профиля плотности по толщине обуславливают несинхронная работа формирующих машин наружных слоев, неодинаковая влажность или осмоленность слоев сформированного стружечного ковра, просеивание мелких фракций стружки внутрь ковра, подсыхание его при транспортировке до пресса и другие причины. Асимметрия нагревательных плит пресса вызывает неодинаковый перенос тепла и парогазового давления по толщине стружечного пакета, что, в свою очередь, ведет к неодновременному отверждению связующего в симметричных слоях пакета и к асимметрии профиля готовой плиты. В результате плиты приобретают внутренние механические напряжения и коробятся, причем большую покоробленность невозможно устранить выдержкой плит в штабеле или шлифованием.

В литературе известны исследования потери формоустойчивости ДСП, возникающей вследствие воздействия климата [2, 3] и односторонней влажности [1] на плиту. В данных случаях коробление плиты происходило в течение длительного времени, до нескольких суток и даже месяцев, и не было связано с асимметрией профиля плотности плиты, вызванной технологией.

В отличие от рассмотренных причин потеря формоустойчивости плиты из-за ее асимметричного строения происходит сразу после выгрузки плиты из пресса в течение нескольких минут до ее остывания и уравнивания механических напряжений.

В настоящей работе исследована зависимость покоробленности ДСП от разного соотношения масс и влажности между верхним и нижним наружными слоями стружечного пакета, различного содержания воды на верхней и нижней поверхностях пакета и различия температуры между верхней и нижней нагревательными плитами пресса. Было проведено 4 серии экспериментов, уровни варьирования факторов в которых представлены в табл. 1.

Каждый вариант проводили по классическому плану. Вторым фактором в каждом варианте — плотность плит, которая имела также три уровня варьирования: 0,5, 0,7 и 0,9 г/см³. Для плит использовали промышленно изготовленную стружку внутреннего и наружных слоев из древесины сосны, высушенную до 3 %-й влажности и осмоленную фенолформальдегидным клеем Leuna 4543 с добавлением 6 % парафиновой эмульсии Leuna 602. Стружечные пакеты получали вручную, причем для вариантов 1 и 2 формировали трехслойные пакеты с соотношением слоев 1:3:1, для вариантов 3 и 4 — однослойные из смеси стружки наружных и внутреннего слоев. Дозированное увлажнение поддона и верхней поверхности пакета по варианту 3 осуществляли специальным разбрызгивающим устройством,

Таблица 1

Но- мер вари- анта	Варьируемый параметр	Условное обозна- чение	Уровни варьирования		
1	Соотношение масс наружных слоев	m_v/m_n	1,4	2,2	3,0
2	Соотношение влажности наружных слоев: абсолютные значения, %/ % разность абсолютных значений, %	Δu	23/17 6	26/14 12	29/11 18
3	Соотношение воды в наружных по- верхностях: абсолютные значения, %/ % разность абсолютных значений, %	ΔW	33/67 34	16/83 67	0/100 100
4	Соотношение температур нагреватель- ных плит: абсолютные значения, град/град разность абсолютных значений, град	ΔT	175/150 25	190/135 55	205/120 85

Средняя влажность пакета по вариантам 1, 3 и 4 составляла 10 %, причем в варианте 1 такое значение влажности было одинаковым для наружных и внутреннего слоев. Прессование проводили в электрообогреваемом лабораторном прессе при температуре для первых трех вариантов 160 °С. Продолжительность прессования — 6 мин, длительность достижения давления — 1,5 мин. Формат изготавливаемых плит — 420 × 420 мм, толщина 16 мм.

Сразу после выгрузки из пресса плиты устанавливали на трех опорах приспособления (рис. 1), которое предварительно было отъюстировано на выдержанной шлифованной плите толщиной 16 мм. Испытания проводили при температуре воздуха 20 °С, относительной влажности 65 %. Первый замер выполняли через 20 с после выгрузки плиты из пресса. Измерения проводили в течение 40 мин для каждой плиты.

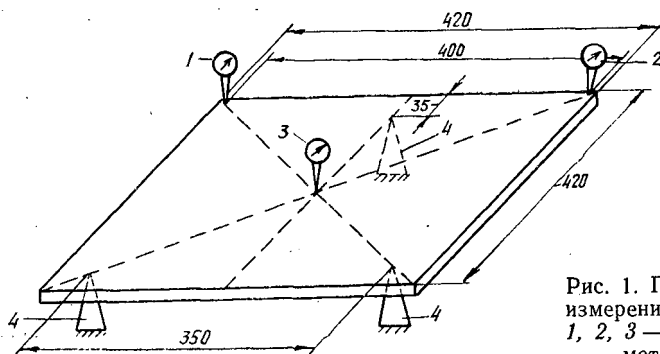


Рис. 1. Приспособление для измерения коробления плит: 1, 2, 3 — шкальные микрометры; 4 — опоры

Очевидно, на покоробленность неостывшей плиты влияют не только ее внутренние напряжения, но и нежелательные факторы: собственная масса образца, масса измерительных приборов, разность температур на верхней и нижней поверхностях плиты (при горизонтальном положении образца теплоотвод с его верхней поверхности значительно лучше, чем с нижней). В литературе [1, 2] этими факторами пренебрегали, однако они вносят помеху в результаты измерений.

Обозначим через F деформацию образца, обусловленную действием нежелательных факторов. Считая, что эта деформация происходит всегда в одном направлении, можно определить покоробленность плиты, установленной на опорах в прямом $\Delta f'_v$ и в перевернутом состоянии $\Delta f'_n$ после выгрузки из пресса:

$$\Delta f'_v = \frac{f_1 + f_2}{2} - f_3 = \Delta f_v + F; \quad (1)$$

$$\Delta f'_H = \frac{f_1 + f_2}{2} - f_3 = \Delta f_H - F, \quad (2)$$

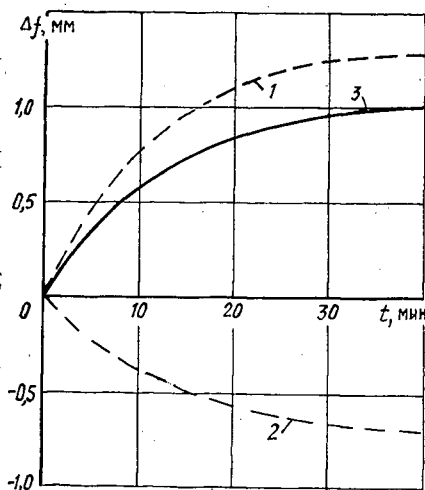
где f_1, f_2 и f_3 — показания соответственно 1-, 2- и 3-го микрометров; $\Delta f_B, \Delta f_H$ — деформация, вызванная асимметрией структуры.

Конечное значение покоробленности вычисляли как среднее арифметическое

$$\Delta f = \frac{|\Delta f_B + F| - |\Delta f_H - F|}{2} = \frac{|\Delta f_B| + |\Delta f_H|}{2}. \quad (3)$$

В данной методике при изготовлении и обмере каждого образца дважды деформацию F автоматически исключали из результатов. Для проведения четырех вариантов экспериментов при трех ступенях варьирования каждого фактора, трех ступенях плотности, дублировании каждого образца для исключения деформации F и двукратном повторении опытов было изготовлено $4 \times 3 \times 3 \times 2 \times 2 = 144$ плиты.

Рис. 2. Усредненные кривые коробления плиты плотностью $0,7 \text{ г/см}^3$ с соотношением масс наружных слоев 2,2 (вариант 1): 1 — для плиты в прямом состоянии; 2 — в перевернутом состоянии; 3 — общая покоробленность



Зависимости $\Delta f(t)$ показаны на рис. 2. В общем случае их можно выразить регрессионным уравнением вида

$$\Delta f = a_0 x_1^{a_1} x_2^{a_2}, \quad (4)$$

где x_1 — варьируемый параметр;
 x_2 — плотность плиты, г/см^3 .

В табл. 2 представлены процентные значения массы определенной регрессионных уравнений (4) в различные моменты измерения покоробленности по каждому варианту.

Таблица 2

Вариант	Масса определенности уравнений, %, в разные моменты измерения покоробленности, мин			
	5	10	20	30
1	85	86	86	86
2	34	89	90	92
3	—	10	86	98
4	—	—	73	79

Таблица 3

Вариант	Численное значение коэффициента			Стандартное отклонение, мм
	a_0	a_1	a_2	
1	0,521	0,925	0,662	0,016
2	0,067	0,935	1,485	0,023
3	0,145	0,304	-0,848	0,011
4	0,011	0,734	-3,139	0,056

Как видно из данных табл. 2, с увеличением промежутка времени между выгрузкой плиты из пресса и моментом измерения масса определенности уравнений повышается. Численные значения коэффициентов уравнения (4) для момента измерения 20 мин представлены в табл. 3.

Графические результаты обработки экспериментальных данных представлены на рис. 3.

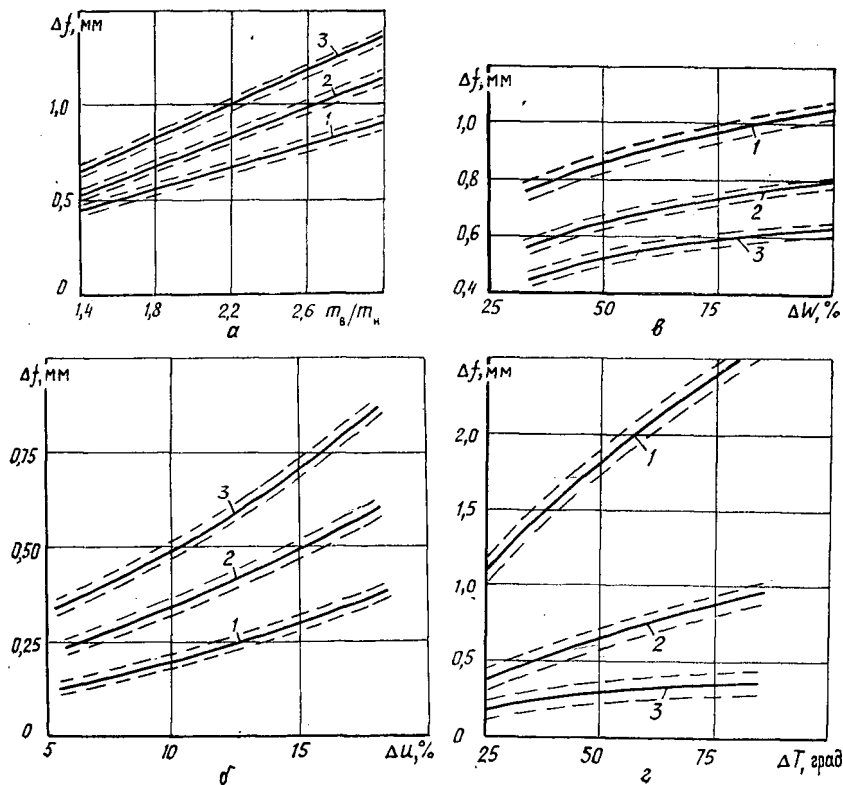


Рис. 3. Покоробленность плиты в зависимости: а — от соотношения масс наружных слоев пакета; б — от разности влажности наружных слоев пакета; в — от разности воды на верхней и нижней поверхностях пакета; г — от разности температур верхней и нижней плит пресса; плотность плит: 1 — 0,5; 2 — 0,7; 3 — 0,9 г/см³

С ростом разности масс наружных слоев деформация плиты увеличивается (рис. 3, а), причем тем сильнее, чем больше ее плотность. Середина плиты выгибается в сторону наружного слоя с меньшей массой. Наружный слой большей массы имеет большее число клеевых связей, поэтому объем слоя при отверждении уменьшается сильнее, возникают неуравновешенные механические напряжения, и плита коробится в сторону этого слоя.

С увеличением разности влажности наружных слоев и одновременным повышением плотности плиты ее деформация также возрастает (рис. 3, б). В процессе горячего прессования стружка наружных слоев находилась в разных стадиях разбухания, и связующее в этих слоях отверждалось неодновременно. Возникают напряжения по толщине плиты, которые уравниваются сразу после раскрытия пресса посредством коробления плиты. Середина плиты выгибается в сторону

более сухого слоя, так как либо стружка этого слоя продолжает набухать, либо стружка противоположного слоя, потеряв большую часть влаги при прессовании, сокращается в объеме.

С увеличением разности поверхностной влажности пакета стрела прогиба плиты возрастает (рис. 3, в), середина плиты изгибается в сторону более влажной поверхности, в этом случае подходят пояснения предыдущего случая. Однако здесь с увеличением плотности образца наблюдается обратная картина: деформация заметно снижается, так как механические напряжения в данном варианте возникают только на поверхностях плиты, и повышенная ее плотность противодействует деформации.

С увеличением разности температур верхней и нижней нагревательных плит пресса деформация образцов возрастает, особенно при малой плотности, так как парогазовое давление в процессе прессования таких плит меньше, а теплообмен между слоями хуже. Как видно из рис. 3, г, температурная асимметрия особенно сильно влияет на покоробленность. Середина плиты выгибается в сторону более холодной поверхности, тем самым уравниваются внутренние напряжения плиты, возникающие при неодинаковом отверждении связующего.

На основании экспериментальных исследований установлены численные значения покоробленности ДСП, происходящей в результате асимметрии массы и влажности верхнего и нижнего наружных слоев стружечного пакета, неодинакового увлажнения верхней и нижней поверхностей его и колебаний температуры нагревательных плит пресса.

Результаты исследований можно использовать для уменьшения или исключения такого трудноустраняемого дефекта плит, каким является покоробленность. Этого можно добиться путем искусственного создания асимметрии структуры стружечного пакета с помощью специальной автоматической системы, в которой периодически измеряют покоробленность готовой плиты. Предпосылки для такого регулирования вытекают из того, что уже через 5...10 мин после выгрузки плиты из пресса можно достаточно точно установить корреляцию имеющейся деформации с будущей покоробленностью плиты.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Dobrowolska E., Neumüller J., Kühne G. Entwicklung einer Messmethode zur Untersuchung der Formbeständigkeit von Spanplatten. Holztechnologie.—Leipzig 27, 1986.—6.—S. 316—319. [2]. Dueholm S. Untersuchungen zum Deformationsverhalten von geschichteten Holzwerkstoffplatten unter Klimateinwirkung.—Hamburg: Univ.—Diss. 1976. [3]. Kehr E., Scherfke R. Über die Formabweichungen (Plattenverzug) von dreischichtigen Spanplatten Holztechnologie.—Leipzig 1, 1970.—4.—S. 258—263.

Поступила 1 декабря 1987 г.

УДК 674.821

НОВЫЙ СПОСОБ НЕПРЕРЫВНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ДРЕВЕСНОЙ СТРУЖКИ В ПНЕВМОПРОВОДЕ

Ю. И. МЕРЕМЬЯНИН

Воронежский лесотехнический институт

Быстрое и точное измерение влажности древесной стружки — актуальная задача в деревообрабатывающей промышленности, так как от этого зависит качество древесностружечных плит (ДСП).

Применяемый на производстве термогравиметрический метод измерения наиболее точный из всех известных, но его существенный недостаток — долговременность. Кондуктометрический способ, основанный на измерении электрического сопротивления материала, имеет низкую точность измерения; при больших влажностях он неработоспособен, так как при этом теряется чувствительность измерения.

Радиоактивный способ и метод ядерного магнитного резонанса слишком сложны для использования их на производстве, а потому очень дорогостоящи. Из остальных способов наиболее распространен диэлькометрический, при котором измеряют диэлектрическую проницаемость стружки или (что все равно) электрическую емкость датчика, заполненного измеряемой стружкой. Однако этот способ имеет низкую точность измерения из-за колебаний плотности стружки, заполняющей датчик [2].

В настоящее время разработан и находится в стадии испытания влагомер ВДС-201, работающий по методу инфракрасной спектроскопии. Однако используемая в нем дорогостоящая оптика повышает стоимость влагомера. Кроме того, существенное влияние оказывает сильная запыленность цехов, где изготавливают ДСП.

В Воронежском лесотехническом институте разработан способ непрерывного измерения влажности древесной стружки, движущейся в пневмопроводе; этот метод позволяет избавиться от влияния колебания плотности потока стружки. Основа его — использование электростатического поля, созданного на некотором участке пневмопровода, по которому движется стружка из сушилки в смеситель. При движении частичек стружки в пневмопроводе они, как и любые другие движущиеся в потоке частицы из диэлектрического материала, электрически заряжаются от трения даже при отсутствии электрического поля. Попадая в поле, частицы древесной стружки дополнительно заряжаются за счет поляризации. Происходит это по следующей причине. В электрическом поле с напряженностью E положительные и отрицательные заряды диэлектрика перемещаются. Это приводит к появлению на поверхностях диэлектрика, соседних с электродами, слоев с некомпенсированными положительными и отрицательными электрическими зарядами. Таким образом и образуются электрические заряды Q , вызванные поляризацией. Электрический заряд частицы в соответствии с [3] определяют по формуле

$$Q = \epsilon_0 (\epsilon_1 - \epsilon_2) SE,$$

где ϵ_0 — электрическая постоянная в системе СИ;

ϵ_1 — относительная диэлектрическая проницаемость древесной стружки;