

**РАСЧЕТ  
ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНОГО КОВРА  
С ЗАДАНЫМ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ  
ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА ПО ТОЛЩИНЕ**

В. И. ХЛУД, С. З. САГАЛЬ, А. И. ПОЖИТОК

Украинское научно-производственное деревообрабатывающее объединение  
Московский лесотехнический институт

Свойствами древесностружечных материалов и изделий можно управлять при наличии надежных методов формирования ковра с заданным распределением фракционного состава по толщине. Эффективен, с этой точки зрения, метод, при котором фракционирование и укладка древесных частиц осуществляются с помощью вибрирующих сит.

Известные методы расчета вибрационной сортировки зернистых материалов [2—4] не позволяют определять распределение фракционного состава по длине сита и не применимы для полидисперсных материалов со значительным разбросом размеров частиц.

Рассмотрим поведение слоя полидисперсного зернистого материала, непрерывно поступающего на вибрирующее сито. Под воздействием вибрационного поля происходит перемещение слоя материала по ситу, самосортирование по фракциям и просеивание частиц через отверстия. Количество материала по длине сита постоянно уменьшается. При высоком содержании проходových фракций в исходной смеси и небольшой начальной толщине слоя на сите самосортирование частиц по крупности можно не учитывать. В этом случае скорость изменения массы  $m$ , кг, проходových частиц  $i$ -той фракции пропорциональна количеству этой фракции на данном участке сита

$$\frac{dm_i}{d\tau} = -k_i m_i, \quad (1)$$

где  $\tau$  — продолжительность времени, с;

$k_i$  — коэффициент просеивания,  $c^{-1}$ .

Коэффициент просеивания  $k_i$  характеризует долю просеявшихся частиц  $i$ -той фракции за единицу времени.

Решая уравнение (1) при  $\tau = 0$ ,  $m_i = m_{0i}$  и учитывая, что  $\tau = \frac{L}{V_{cp}}$  ( $L$  — длина сита, м;  $V_{cp}$  — средняя скорость перемещения слоя материала по ситу,  $m \cdot c^{-1}$ ), получаем:

$$m_i = m_{0i} \exp\left(-\frac{k_i}{V_{cp}} L\right). \quad (2)$$

Выражение (2) позволяет определять остаток частиц  $i$ -той фракции, не просеявшихся через отверстия на длине сита  $L$ . Сумма остатков всех фракций составляет сход  $m_{cx}$ , который включает проходových ( $b < d$ ) и сходовые ( $b \geq d$ ) частицы ( $b$  — ширина частицы, м;  $d$  — диаметр отверстия сита, м):

$$m_{cx} = \sum_{i=1}^n m_i = \sum_{i=1}^n m_{0i} \exp\left(-\frac{k_i}{V_{cp}} L\right). \quad (3)$$

Здесь  $n$  — число фракций.

Масса просеявшихся частиц  $i$ -той фракции

$$m_{\text{пр}i} = m_{0i} \left[ 1 - \exp \left( - \frac{k_i}{V_{\text{ср}}} L \right) \right], \quad (4)$$

а общее количество просеявшегося материала можно выразить как сумму всех фракций

$$m_{\text{пр}} = \sum_{i=1}^n m_{0i} \left[ 1 - \exp \left( - \frac{k_i}{V_{\text{ср}}} L \right) \right]. \quad (5)$$

Для расчета процесса вибрационного фракционирования полидисперсных материалов по уравнениям (2)—(5) необходимо знать  $V_{\text{ср}}$  и  $k_i$ .

Среднюю скорость перемещения слоя материала по вибрирующему сити вычисляли по формуле [1]

$$V_{\text{ср}} = \frac{L \left[ Q - \xi \frac{\sum_{j=1}^N P_{\text{пр}}(L_j)}{2} \right]}{u}, \quad (6)$$

где  $Q$  — количество подаваемого материала на сито,  $\text{кг} \cdot \text{с}^{-1}$ ;  
 $\xi$  — коэффициент, учитывающий нелинейный характер просеивания проходовых частиц по длине сита;  
 $P_{\text{пр}}$  — количество просеявшихся частиц за единицу времени,  $\text{кг} \cdot \text{с}^{-1}$ ;  
 $u$  — масса материала на сите,  $\text{кг}$ .

После преобразований уравнения (2) получаем линейную зависимость для определения коэффициента просеивания

$$\ln \frac{m_i}{m_{0i}} = - C_i L, \quad (7)$$

$$\text{где} \quad C_i = \frac{k_i}{V_{\text{ср}}}. \quad (8)$$

По результатам фракционного анализа определяли распределение массы частиц  $i$ -той фракции на сите и строили график (рис. 1) зависимости (7). Коэффициент просеивания вычисляли из выражения (8).

Изложенный подход к решению задачи вибрационного фракционирования полидисперсных материалов экспериментально подтвержден на лабораторной установке, основным рабочим органом которой является сито, закрепленное в раме, шарнирно установленной на четырех параллельных подвесках. Колебательное движение сити сообщается посредством эксцентрикового механизма.

Для опытов использовали стружку, полученную на станке ДС-6. После осмоления древесных частиц композицию с содержанием связующего 12% подсушивали до влажности  $8 \pm 2\%$ . Фракционирование древесноклеевой композиции осуществляли на сите размером  $0,41 \times 0,31$  м с круглыми отверстиями диаметром  $5 \cdot 10^{-3}$  м, при 600 колеб./мин, амплитуде  $10^{-2}$  м, угле наклона  $12^\circ$ . Количество подаваемого мате-

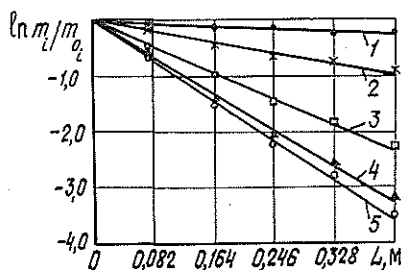


Рис. 1. К определению коэффициента просеивания.

1 — фракция 5/3; 2 — 3/2; 3 — 2/1; 4 — 1/0,5; 5 — фракция 0,5/0.

риала на сито составляло  $4,74 \cdot 10^{-2}$  кг/с, а средняя скорость перемещения слоя композиции —  $1,66 \cdot 10^{-1}$  м/с.

Фракционный состав композиции и коэффициенты просеивания для указанных условий приведены в таблице.

Фракции	7/5	5/3	3/2	2/1	1/0,5	0,5/0
Соотношение фракций, %	10,0	18,0	30,0	22,0	12,0	8,0
$k_i \cdot 10^{-1}, c^{-1}$	0	1,0	4,3	9,5	13,3	14,7

Сопоставление результатов расчета по формуле (2) и опытных данных (рис. 2) показывает их удовлетворительное совпадение.

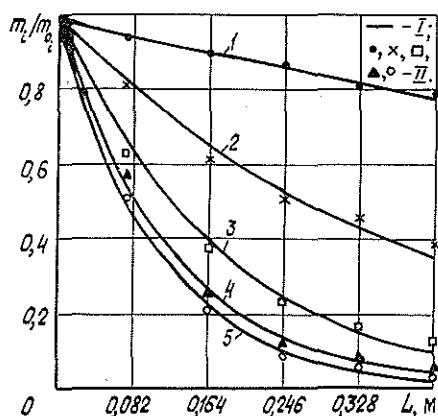


Рис. 2. Изменение доли проходовых фракций по длине сита.

1 — 5/3; 2 — 3/2; 3 — 2/1; 4 — 1/0,5; 5 — 0,5/0; I — расчет по формуле (2); II — опытные данные.

Разделенные по размерам древесные частицы укладывали в многослойный стружечный ковер на поддон или другой транспортный орган с параболическим распределением фракционного состава по толщине. Для расчета распределения принимали, что  $j$ -тый участок сита формирует слой стружечного ковра соответствующего фракционного состава. Насыпную толщину  $j$ -того слоя ковра  $\delta_j$ , м, формируемого за счет просеивания частиц, определяли по формуле:

$$\delta_j = \frac{q_j L_j}{\rho_j V_{\text{тр}}}, \quad (9)$$

а толщину слоя, насыпаемого за счет схода, по выражению:

$$\delta_{\text{сх}} = \frac{q_{\text{сх}}}{\rho_{\text{сх}} V_{\text{тр}}}. \quad (10)$$

В формулах (9) и (10) обозначено:

$q_j$  — удельная производительность просеивания частиц  $j$ -того слоя,  $\text{кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ ;

$q_{\text{сх}}$  — удельная производительность схода материала с сита,  $\text{кг} \cdot \text{м}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$ ;

$\rho$  — насыпная плотность,  $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$ ;

$V_{\text{тр}}$  — скорость перемещения транспортера,  $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$ .

Пользуясь формулами (9) и (10), можно рассчитать распределение фракционного состава по толщине стружечного ковра. Управление распределением, осуществляемое изменением коэффициента просеивания и средней скорости перемещения слоя частиц по ситу путем варьирования параметров вибрации и характеристик сит, позволяет регулировать свойства древесностружечных материалов.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Альтерман А. И. Определение времени пребывания и средней скорости подачи продукта на сите рассева. — Сообщ. и реф. ВНИИЗа, 1959, вып. 5. [2]. Блехман И. И., Джанелидзе Г. Ю. Вибрационное перемещение. — М.: Наука, 1964. — 410 с. [3]. Гортинский В. В., Демский А. Б., Борискин М. А. Процессы сепарирования на зерноперерабатывающих предприятиях. — М.: Колос, 1980. — 304 с.

[4]. Дашевский В. И., Непомнящий Е. А. Некоторые результаты исследования процесса сепарирования зерна кукурузы.—Тр. ВНИИЗа, 1967, вып. 57, с. 14—26.

Поступила 9 сентября 1985 г.

УДК 630\*812.71

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПО ДИАГРАММЕ ИЗГИБА ДРЕВЕСИНЫ

В. Н. ВОЛЫНСКИЙ

Архангельский лесотехнический институт

Принято считать [2, 3], что поведение древесины под нагрузкой с учетом фактора времени аналогично поведению реологической модели, состоящей из трех элементов (рис. 1). Для такой модели связь между напряжениями  $\sigma$  и деформациями  $\epsilon$  выражается следующим дифференциальным уравнением:

$$Hn\dot{\epsilon} + E\epsilon = \sigma + n\dot{\sigma}, \quad (1)$$

где  $H$  — мгновенный модуль упругости ( $H = E_2$ );

$E$  — длительный модуль упругости;

$n$  — время релаксации;

$\dot{\epsilon}$  — скорость роста деформаций;

$\dot{\sigma}$  — скорость роста напряжений;

$$E = \frac{E_1 E_2}{E_1 + E_2}. \quad (2)$$

Здесь  $E_1$  и  $E_2$  — модули упругости элементов реологической модели.

$$n = \frac{\eta}{E_1 + E_2}, \quad (3)$$

где  $\eta$  — вязкость древесины.

Из приведенных зависимостей следует, что развитие деформаций в древесине под нагрузкой во времени можно прогнозировать в полной мере, если известны три реологических показателя, связанные с принятой реологической моделью: длительный и мгновенный модули упругости и время релаксации. Эти показатели для древесины исследованы недостаточно, что связано со сложностью методов их определения. Широкое развитие получили лишь методы нахождения различных упругих показателей, особенно модуля упругости, который по своей физической сути близок к мгновенному модулю упругости, но, тем не менее, не может быть к нему приравнен.

Известно несколько способов определения реологических коэффициентов. В работах [1, 4] описаны методы, основанные на дополнительных построениях к диаграмме напряжение — деформация, полученной при испытании различных полимерных материалов. Эти методы, на наш взгляд, довольно трудоемки и не отличаются высокой точностью. Нами предложен графоаналитический способ определения коэффициентов  $H$ ,  $E$ ,  $n$  по диаграмме изгиба образцов древесины.

При испытании материалов с постоянной скоростью деформирования ( $\dot{\epsilon} = \text{const} = V_\epsilon$ ) уравнение (1) имеет решение

$$\sigma = E\epsilon + V_\epsilon n (H - E) (1 - e^{-\epsilon/nV_\epsilon}). \quad (4)$$

Запишем это уравнение в более простой форме

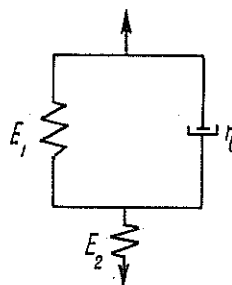


Рис. 1. Реологическая модель древесины.