

УДК 674.815.-41.02.049.2.

А. П. Шалашов

(Московский лесотехнический институт),

В. И. Бирюков

(Всесоюзный научно-исследовательский институт древесины)

## МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТОГО КОВРА МЕЖДУ ДВУМЯ СЕТКАМИ

Эксперименты, проведенные на двухсеточной отливной установке, описанной в наших работах [1, 2], показали, что формирование древесноволокнистого ковра в замкнутой камере между двумя вертикальными сетками происходит в два этапа.

Первый этап процесса, схема которого приведена на рис. 1, представляет собой отложение волокон на каждой из сеток вследствие фильтрации воды под действием перепада давления. На некотором расстоянии от начала камеры формирования вследствие сужения сеток и роста толщины слоев волокон происходит их соединение. Последующее обезвоживание волокнистой структуры происходит в клиновом зазоре между сетками под действием давления сужающихся перфорированных плоскостей. Поэтому первый участок камеры формирования до соединения слоев волокон называется зоной формирования, а второй — зоной прессования.

Назначение процесса формирования состоит в получении древесноволокнистого ковра с определенной плотностью, которая определяется количеством поступающего в машину волокна. Высота слоя древесноволокнистой массы, равная величине начального зазора между сетками, может быть найдена из следующего выражения:

$$2h_{m0} = 2h_{c0} = \frac{100 v_n \rho_n}{(C - C_{cp}) \rho_{cp}}, \quad (1)$$

где  $v_n$  - толщина плиты, см;

$\rho_n, \rho_f$  - соответственно плотность плиты и фильтруемой воды, г/см<sup>3</sup>;

$C, C_f$  - соответственно концентрация исходной массы и фильтруемой воды.

Поскольку удаление воды при обезвоживании массы в зазоре между сетками происходит в две стороны, длина зоны формирования равна произведению скорости движения сеток и времени обезвоживания половины исходного слоя древесноволокнистой массы.

При формировании ковра в замкнутой камере можно создать значительные перепады давления. Поэтому для определения зависимости между величинами, характеризующими процесс обезвоживания, была использована установка, состоящая из вертикального цилиндра с сетчатым дном, в который заливалась исследуемая

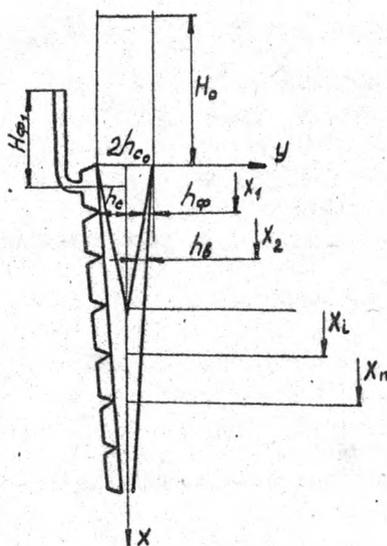


Рис. 1. Схема формирования древесноволокнистого ковра в замкнутой камере между двумя вертикальными сетками

масса, и перемещающегося в нем поршня. Установка позволяла изменять перепад давления в широком диапазоне путем приложения различных нагрузок на шток поршня. Изменение уровня массы в процессе обезвоживания фиксировалось на вращающемся барабане.

Типичные кривые обезвоживания слоя древесноволокнистой массы приведены на рис.2. Время обезвоживания слоя массы, как и следовало ожидать, уменьшается при увеличении перепада давления, а скорость фильтрации уменьшается вследствие роста слоя отлагающихся на сетке волокон. Наличие небольших пологих участков кривых в начале обезвоживания объясняется инерционностью системы нагружения.

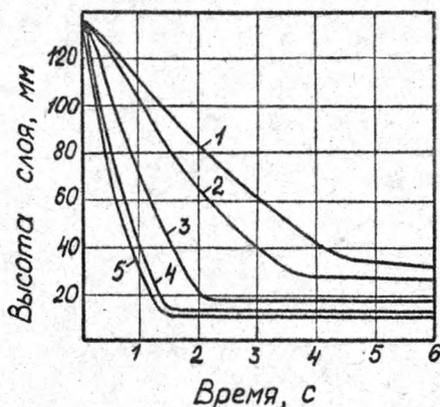


Рис. 2. Кривые обезвоживания слоя древесноволокнистой массы с концентрацией 1,2% при перепаде давления:

1- 6 кПа , 2- 16 кПа , 3- 31 кПа ,  
4- 84 кПа , 5- 1 кПа

По полученным экспериментальным данным построены графики зависимости времени обезвоживания от перепада давления, приведенные на рис.3, которые показывают, что время обезво-

живания слоя массы при использовании перепада давления примерно до 50 кПа резко уменьшается, но в дальнейшем темп сокращения времени обезвоживания резко замедляется. Это объясняется, по-видимому, значительным увеличением сопротивления слоя волокон вследствие сжатия.

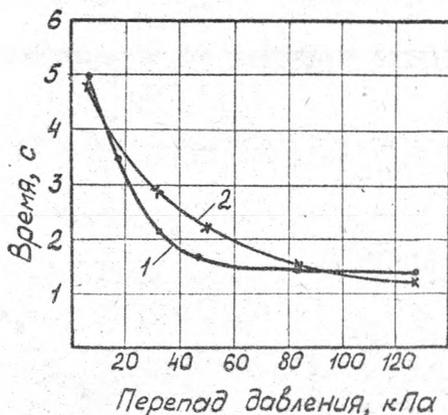


Рис. 3. Зависимость времени обезвоживания слоя древесноволокнистой массы от перепада давления:

- 1 - при концентрации массы 1,6%;
- 2 - при концентрации массы 1,2%.

По полученным кривым обезвоживания слоя массы можно определить требуемый угол наклона сеток относительно центральной оси камеры формирования. Однако при этом необходимо постепенно наращивать перепад давления в слое массы, чтобы исключить разрушение связей между волокнами в структурной сетке, одностороннюю ориентацию волокон и интенсивный унос мелких волокон с фильтруемой водой.

При анализе процесса обезвоживания массы между двумя сетками были использованы следующие зависимости.

# Электронный архив УГЛТУ

1. Уравнение Дарси в виде

$$W = K_{\varphi} \frac{H(x) - H_{\varphi}(x)}{h_{\beta}(x)}, \quad (2)$$

где  $W$  - скорость фильтрации, м/с;  
 $K_{\varphi}$  - коэффициент фильтрации, м/с;  
 $\Delta H = H(x) - H_{\varphi}(x)$  - фильтрационный напор, м;  
 $h_{\beta}(x)$  - толщина слоя волокон, осевших на сетке, м.

2. Уравнение материального баланса

$$Q_{\beta} C_{\beta} + Q C_{\varphi} = C(Q + Q_{\beta}), \quad (3)$$

где  $Q_{\beta}, Q$  - количество волокон, осевших на сетке, и фильтра-  
рата, кг;  
 $C_{\beta}$  - концентрация слоя волокон, осевших на сетке.

3. Уравнение гидростатического распределения давления  
в слое массы в зоне формования (3)

$$P = \rho g x, \quad (4)$$

где  $\rho$  - плотность древесноволокнистой массы, кг/м<sup>3</sup>;  
 $g$  - ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;  
 $x$  - координата точки зоны формования, м.

С учетом выполнения равенства (1) и получения заданной  
массы 1 м<sup>2</sup> ковра толщина слоя фильтруемой воды на каждом  
участке зоны формования должна быть равна величине уменьше-  
ния зазора между сетками:

$$h_{\varphi n} = h_{c_n} - h_{c_{n-1}}, \quad (5)$$

где  $h_{\varphi n}$  - толщина слоя фильтруемой воды на  $n$ -м  
участке зоны формования, м;  
 $h_{c_n}, h_{c_{n-1}}$  - соответственно половина зазора между сетка-  
ми в конце и начале  $n$ -го участка зоны фор-  
мования, м.

В результате совместного решения приведенных уравнений  
и интегрирования полученного дифференциального уравнения было  
определено выражение, позволяющее рассчитать изменение величи-

ны зазора между сетками в зоне формирования:

$$h_{c_n} - h_{c_{n-1}} = \sqrt{\left(\frac{k_n}{m_n} \sum_{i=0}^{n-1} \frac{h_{\varphi i} m_i}{k_i}\right)^2 + \frac{2 k_n \beta_n}{m_n V_c} x} \quad (6)$$

$$x \left[ \frac{(H_0 + X_0)^2 - (H_0 + X_{n-1})^2}{2} - H_{\varphi} (X_n - X_{n-1}) - \frac{k_n}{m_n} \sum_{i=0}^{n-1} \frac{h_{\varphi i} m_i}{k_i} \right]$$

где  $\beta$  - коэффициент перфорированности подсеточных пластин;

$$m = \frac{C - C_{\Phi}}{C_B - C};$$

$V_c$  - скорость сеток, м/с.

В зоне прессования обезвоживание волокнистой массы происходит за счет сжатия слоя. Предположив, что величина сжатия слоя одинакова по его толщине, воспользуемся для определения скорости движения воды по порам диаметром  $dy$  законом Дарси в виде

$$\omega = - \frac{k dP}{\mu dy}, \quad (7)$$

где  $\omega$  - скорость движения жидкости, м/с;

$k$  - коэффициент проницаемости, м<sup>2</sup>;

$\mu$  - динамическая вязкость жидкости, Па·с;

$dP/dy$  - градиент давления Па/м.

Отсутствие бокового расширения в зоне прессования позволяет представить деформацию слоя волокон при сужении сеток как движение собственно волокон слоя к его середине. При этом вода движется относительно волокон от середины слоя к сетке с равномерно возрастающей скоростью, которая на сетке достигает максимума.

Градиент скорости в этом случае будет равен:

$$\omega = W \frac{y}{h_B}, \quad (8)$$

а уравнение неразрывности можно записать следующим образом [4]:

$$W = -V_c \frac{d h_c}{d x} \quad (9)$$

Соединив (7), (8) и (9), а так же учитывая, что в зоне прессования  $h_c = h_s$ , получим:

$$k \frac{d P}{\mu d y} = V_c \frac{d h_c y}{d x h_c} \quad (10)$$

После интегрирования и определения постоянной интегрирования при  $y = h_c$ ,  $P = 0$  получим:

$$P = \frac{V_c d \mu}{2 h_c k} y^2 - \frac{V_c d h_c \mu}{2 k} \quad (11)$$

где 
$$\frac{d h_c}{d x} = d$$

Преобразовав (11), можно записать уравнение для расчета максимального давления в слое волокон при  $y = 0$ :

$$P_{max} = \frac{V_c h_c \mu d}{2 k} \quad (12)$$

При прямолинейных сетках в пределах участка на основании (12) можно получить уравнение для расчета величины зазора между сетками в конце участка в виде:

$$h_{c n} = h_{c n-1} - \frac{2 k P_{max} (x_n - x_{n-1})}{\mu V_c h_{c n-1}} \quad (13)$$

Формирование древесноволокнистого ковра на отливной машине представляет собой процесс создания и постоянного упрочнения структуры из волокон без ее разрушения. Поэтому необходимо, чтобы нагрузка на структурную сетку ковра возрастала по мере повышения её прочности [5]. Величина предельно допустимой нагрузки на слой массы возрастает с увеличением ее концентрации. Для определения предельного значения величины  $P_{max}$  от концентрации волокон в структурной сетке слоя были проведены эксперименты на установке, состоящей из расположенных друг в друге цилиндров. Между основаниями цилиндров помещался и сжимался до определенной концентрации испытываемый слой массы. В полость внутреннего цилиндра подавалась вода, которая проходила через его сетчатое основание и фильтровалась через отливку и прорези во внешнем цилиндре. При этом фиксировалось давление воды, при котором происходило разрушение волокнистого скелета отливки. Типичная зависимость давления разрушения от концентрации для осинового древесноволокнистой массы с помолом ЭЗ ДС приведена на рис. 4.

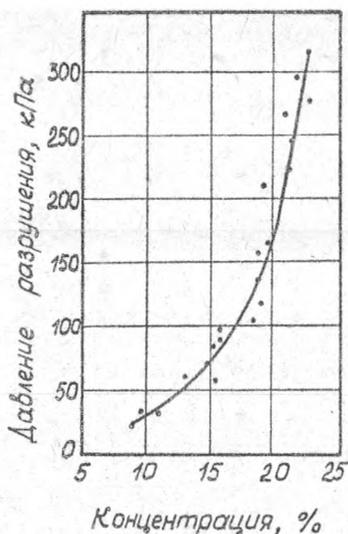


Рис. 4. Зависимость предельного давления разрушения волоконистого ковра от его концентрации для древесноволокнистой массы с помолом 33 ДС

Полученную зависимость можно использовать для расчета изменения зазора между сетками в зоне прессования двухсеточного формирующего устройства, задаваясь на каждом из участков величиной  $P_{max} < P_{пред.}$ , т.е. несколько меньшей, чем получена экспериментальным путем.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Шалашов А. П., Бирюков В. И. Способы и оборудование для отлива древесноволокнистого ковра. — ВНИИМЭлестром, Плиты и фанера, 1982, вып. 2.

2. Шалашов А. П., Бирюков В.И. Установка для исследования процесса мокрого формирования древесноволокнистого ков-ра между двумя сетками. - В кн.: Совершенствование технологии производства древесных плит. - Балабаново, 1981.
3. Шорохов В. В., Кокушин Н.Н., Кугушев И.Д.,  
Исследование процесса формования и обезвоживания картона между двумя вертикальными сетками. - Лесной журнал, 1977, № 3.
4. *Baines W.D. The Paperformer Part II. Flow in the Formation Zone of a Two-Wire Machine. - Pulp and Paper Magazine of Canada, 1967, v. 68, n 10.*
5. Бирюков В.И. Метод расчета и перспективы развития конструкции отливных машин. - В кн.: Сб. трудов ВНИИдрев. - Балабаново, 1969.

УДК 674.815-41

В. М. Балакин, И. В. Гунько,  
Г. О. Кусова, М. В. Серебрякова,  
В. В. Разумных, Ю. Ю. Горбунова  
(Уральский лесотехнический институт)

## ПРИМЕНЕНИЕ ПИРИДИНФОСФОРСОДЕРЖАЩЕГО РЕАГЕНТА В КАЧЕСТВЕ АНТИПИРЕНА ДЛЯ ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ

В связи с повышенными требованиями к пожарной безопасности строительных материалов и конструкций особую актуальность приобретает проблема защиты от огня материалов на древесной основе, в том числе древесноволокнистых и древесностружечных плит.