

Состав композиции	Время отверждения композиции, с, при температуре термообработки, °С		
	110...115	150...160	200...210
КС-68М . . . . .	2520	375	190
КС-68М+гидролизный лигнин (1:1)	180	170	120

Вывод о причинах снижения времени отверждения композиции сделать трудно, так как остатки серной кислоты, содержащиеся в гидролизном лигнине, могут служить причиной снижения времени отверждения композиции.

## Выводы

1. Проведено изучение взаимодействия гидролизного лигнина с карбамидной смолой.
2. Показано, что гидролизный лигнин взаимодействует с карбамидной смолой с образованием малоустойчивых связей.
3. Для получения более устойчивых связей необходимо разработать экономически целесообразные методы модификации смолы или гидролизного лигнина.

## ЛИТЕРАТУРА

1. А. с. 590310 [СССР]. Сырьевая смесь для приготовления теплоизоляционных изделий/**В. М. Наумович, А. Г. Ефремов, В. Н. Каплун** и др.— Публ. в. Б. И., 1978, № 4.
2. Получение лигноволоконистых плит/**Сухановский С. И., Журавлева Р. М., Чудаков М. И., Яковенко А. З.**: Труды ВНИИГС.— Л., 1956, т. V.
3. **Чудаков М. И.** Промышленное использование лигнина.— М., 1972.
4. **Доронин Ю. Г., Свиткина М. М., Мирошниченко С. Н.** Синтетические смолы в деревообработке.— Л., 1979.
5. **Тиме Н. С.** Теоретические исследования и технология получения ДВП сухого способа с использованием связующих на основе мочевиноформальдегидных олигомеров: Дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук.— Л., 1975 (Ленинградская лесотехническая академия).
6. **Уэндландт У.** Термические методы анализа.— М., 1978.
7. **Злочевская Р. И., Злочевский С. И., Куприна Т. А.** Исследование термической дегидратации катнон-замещенных образцов ментморановой глины.— В кн.: Связанная вода в дисперсных системах.— М., 1975. (Межвуз. сб., вып. 2).



УДК 674.047.601.5

**В. Н. ЗАКАТИН** (ПМО «Невская Дубровка»)   
**Н. В. ЛИПЦЕВ** (Ленинградская лесотехническая академия им. С. М. Кирова)

## О ВЛИЯНИИ ПАРАМЕТРОВ СУШКИ НА ВОДОПОГЛОЩЕНИЕ МЯГКИХ ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ С РЕЗОРЦИНОМ

В предыдущих сообщениях [1, 2] были изложены результаты исследований влияния добавок резорцина на физико-механические показатели мягких древесноволокнистых плит. Было ус-

тановлено [1], что введение резорцина в пропарочную камеру дефибратора в количестве 0,3...1% от массы абс. сухого волокна снижает водопоглощение плит до требуемых значений. Основными параметрами технологического процесса, которые влияют на водопоглощение мягких плит с резорцином, являются температура сушки и влажность плит в момент окончания процесса сушки. Она должна быть не более 2%.

Целью выполненной работы являлось дальнейшее изучение характера процесса сушки мягких плит с резорцином и установ-

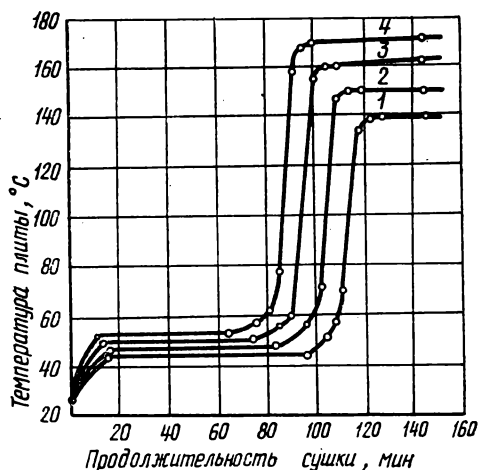


Рис. 1. Изменение температуры в центре мягких плит в процессе их сушки при температуре сушильного агента, °C:  
1 — 140; 2 — 150; 3 — 160; 4 — 170

ление температурно-временной эквивалентности процесса сушки.

Для проведения исследований отобрали массу, выработанную в цехе ДВП производственного мебельного объединения «Невская Дубровка» без проклейки. Масса изготовлена из сырья с преимущественным содержанием лиственных пород и градусом помола 26 ДС. Навеску массы разбавляли водой до концентрации 1,5%, вводили резорцин в количестве 1% от массы волокна и после перемешивания в течение 90 мин изготавливали образцы мягких древесноволокнистых плит толщиной 13 мм с относительной влажностью 80%. В середину каждого образца вводили датчик самопишущего потенциометра КСП-4 и затем высушивали в польской лабораторной закалочной камере при температурах 140, 150, 160 и 170 °C. Потенциометр автоматически фиксировал изменение температуры внутри плиты в процессе ее сушки. Результаты измерений показаны на рис. 1.

Из представленных данных видно, что температура внутри плиты изменяется неравномерно. График изменения температуры можно разбить на четыре периода:

1-й период — прогрев и подъем температуры внутри плиты до температуры мокрого термометра;

2-й период — сушка при данной температуре;

3-й период — подъем температуры внутри плиты до значения температуры сушильного агента;

4-й период — термообработка плит при данной температуре.

Из литературных данных известно, что влага в плите содержится как в свободном, так и в связанном состоянии [3]. Процесс испарения свободной влаги заканчивается к концу третьего периода сушки, так как пока внутри плиты сохраняется свободная влага, ее температура не может подняться до температуры сушильного агента [3]. В четвертом периоде сушки происходит удаление связанной влаги.

Сравнивая характер изменения полученных кривых с вариантами температурных кривых при высокотемпературной сушке древесины, полученных П. С. Серговским [3], можно сделать вывод, что процесс сушки мягких плит подобен квазивысокотемпературному процессу. Следовательно, для расчета общей продолжительности сушки мягких плит можно пользоваться известными уравнениями [3].

Общая продолжительность сушки мягких плит выражается уравнением

$$\tau_{\text{общ}} = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4,$$

где  $\tau_1$  — время прогрева плиты до температуры мокрого термометра, мин;

$\tau_2$  — время сушки плиты при температуре мокрого термометра, мин;

$\tau_3$  — время подъема температуры внутри плиты до температуры сушильного агента, мин;

$\tau_4$  — продолжительность термообработки плит при данной температуре до конечной влажности 2%, мин.

Поскольку термообработка плит в четвертом периоде сушки происходит при постоянной температуре внутри плиты, расчет ее продолжительности можно производить так же, как и для второго периода сушки. Подставляя формулы для расчета продолжительности сушки в каждом периоде в общую формулу, получим

$$\tau_{\text{общ}} = \tau_1 + \frac{S_{\text{пл}} \rho_{\text{в}} r_0 A_{\text{ц}}}{4320(t_{\text{с}} - t_{\text{к}})} \left( \frac{1}{\alpha} + \frac{S_{\text{п}}}{400} \right) \left[ (W_{\text{нач}} - 30) 0,9 + \right. \\ \left. + (30 - W_{\text{у}}) 2,3 \lg \frac{30 - W_{\text{у}}}{W_{\text{з}} - W_{\text{у}}} + (W_{\text{з}} - 2) \right],$$

где  $\tau_{\text{общ}}$  — общая продолжительность сушки мягких плит до конечной влажности 2%, мин;

$S_p$  — расчетная толщина плиты, м [3].

$$S_p = \frac{S_1 S_2}{\sqrt{S_1^2 + S_2^2}},$$

где  $S_1$  — толщина плиты, м;

$S_2$  — ширина плиты, м;

$\rho_{усл}$  — условная плотность плиты, кг/м<sup>3</sup>;

$r_0$  — скрытая теплота парообразования,  $2,25 \cdot 10^6$  Дж/кг;

$A_{ц}$  — коэффициент, учитывающий характер циркуляции воздуха. При реверсивной циркуляции — 1,0; при неревверсивной — 1,15;

$t_c$  — температура сушильного агента, °С;

$t_k = 100^\circ\text{C}$  — температура кипения воды;

$W_{нач}$  — начальная влажность плит, %;

$\alpha$  — коэффициент теплообмена, Вт/(м<sup>2</sup>·град);

$\lambda$  — коэффициент теплопроводности в поверхностной зоне, Вт/(м·град) [4].

$$\lambda = \left( \frac{\rho^2}{111 \cdot 10^5} + 0,062 \right) [1 + 0,0018 (t - 25)],$$

где  $\rho$  — плотность влажной плиты, кг/м<sup>3</sup>;

$t$  — температура плиты, °С;

$W_y$  — устойчивая влажность плит при данной температуре сушки, %. При камерной сушке устойчивая влажность идентична равновесной [3];

$W_3$  — влажность плит в конце третьего периода сушки, %.

Подставив экспериментальные данные в полученное выражение, можно рассчитать общую продолжительность процесса сушки мягких плит при различной температуре до влажности 2%. Результаты расчетов приведены в таблице.

Температура, °С	$\tau_1$ , мин	$\tau_2$ , мин	$\tau_3$ , мин	$\tau_4$ , мин	$W_3$ , %	$\alpha$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·град)	$W_{рав}^*$ , %	$\tau_{общ}$ , мин
140	16	79	26	—	18,4	18,1	2,3	—
150	15	70	27	25	17,0	16,3	1,5	137
160	14	61	28	18	15,2	15,6	1,0	121
170	13	52	29	13	13,0	15,7	0,5	107

\* Значения взяты из данных П. С. Сергеевского [3].

Из расчетных данных следует, что с увеличением температуры сушки от 140 до 170 °С время прогрева плит до температуры мокрого термометра снижается от 16 до 13 мин. Влажность плит в конце третьего периода сушки снижается от 18,4 до 13,0%. Время термообработки плит в четвертом периоде уменьшается от 25 мин при 150 °С до 13 мин при 170 °С. Общая продолжительность сушки плит до влажности 2% уменьшается от 137 мин

при температуре 150 °С до 107 мин при 170 °С. При температуре 140 °С высушить плиты до абсолютной влажности 2% практически невозможно, так как равновесная влажность при данной температуре составляет 2,3%.

Температура внутри плиты во втором периоде сушки имеет близкие по величине значения независимо от температуры сушильного агента. Но расчеты затрат тепловой энергии [5] на сушку мягких плит во втором периоде показали, что при температуре сушильного агента 170 °С на сушку затрачивается 8870, а при температуре 140 °С—7990 кДж/кг волокна. При температуре 170 °С затраты тепловой энергии на сушку мягких плит во

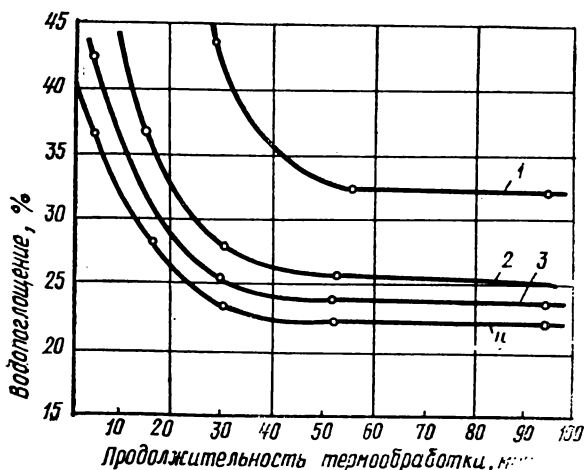


Рис. 2. Зависимость водопоглощения мягких плит от продолжительности их сушки в четвертом периоде при температуре, °С:

1 — 140; 2 — 150; 3 — 160; 4 — 170

втором периоде меньше, чем при температуре 140 °С, так как испарение свободной влаги происходит более интенсивно. Коэффициент скорости сушки при температуре 140 °С составляет 0,031, а при температуре 170 °С—0,048 кг/с влаги на килограмм абс. сухого волокна. Следовательно, для интенсификации процесса сушки выгоднее сушку мягких древесноволокнистых плит проводить при более высокой температуре. Далее необходимо было установить изменение водопоглощения плит в процессе их сушки. Для этого образцы мягких плит с резорцином подвергали сушке при вышеуказанных температурах различной продолжительности и отбирали в четвертом периоде, начиная с начального момента, через различные промежутки времени. Водопоглощение высушенных образцов определяли по ГОСТ 19592—74. Результаты испытания образцов показаны на рис. 2.

Из полученных данных видно, что с увеличением продолжительности сушки водопоглощение мягких плит снижается и достигает близкого к минимальному значения через 50 мин от начала четвертого периода сушки. Дальнейшая сушка плит не вызывает значительного снижения их водопоглощения.

Мягкие плиты с требуемой водостойкостью получают после их сушки в четвертом периоде продолжительностью не менее 24 мин при температуре 150 °С, 16 мин при 160 °С и 12 мин при

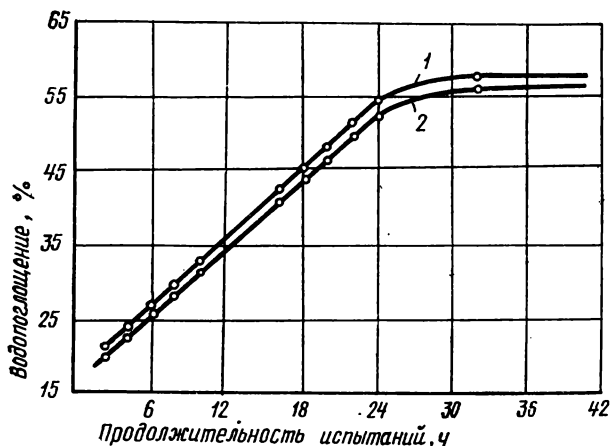


Рис. 3. Влияние продолжительности испытаний на водопоглощение мягких плит:

1 — с резорцином; 2 — с парафиновой эмульсией

170 °С. Водопоглощение мягких плит с резорцином при сушке их при температуре 140 °С требуемых значений не достигает.

Для сравнения водостойкости мягких плит, полученных из массы, проклеенной парафиновой эмульсией, и массы с добавкой 1% резорцина, изготовили образцы плит и высушили при температуре 160 °С. После кондиционирования образцы выдерживали в воде и определяли их водопоглощение за различные промежутки времени. Результаты определения представлены на рис. 3.

Из приведенных данных видно, что с увеличением продолжительности испытаний водопоглощение тех и других плит пропорционально возрастает. Они сохраняют требуемую водостойкость после испытаний в течение 8 ч. Затем с увеличением продолжительности испытаний их водопоглощение увеличивается до 57...58% и при дальнейшем выдерживании в воде повышается незначительно. Таким образом, плиты, изготовленные с добавкой 1% резорцина к массе волокна, приобретают примерно такую же водостойкость, как и плиты, проклеенные парафиновой эмульсией.

1. Процесс сушки мягких древесноволокнистых плит идентичен квазивысокотемпературному. Выведенное уравнение позволяет рассчитать продолжительность процесса сушки как в целом, так и по каждой стадии в отдельности.

2. Для получения мягких плит с добавкой 1% резорцина к массе волокна требуемой водостойкости их сушку необходимо проводить при температуре не ниже 150 °С. Продолжительность четвертого периода сушки должна быть не менее 24 мин при температуре 150 °С, 16 мин при 160 °С и 12 мин при 170 °С.

3. Мягкие древесноволокнистые плиты с добавкой 1% резорцина к массе волокна приобретают при вышеуказанном режиме сушки такую же водостойкость, как и плиты, проклеенные парафиновой эмульсией.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Закатин В. Н., Липцев Н. В., Солечник Н. Я. Мягкие древесноволокнистые плиты с резорцином.— Плиты и фанера, 1978, № 11.

2. А. с. 656869 [СССР]. Способ изготовления мягких биостойких древесноволокнистых плит/В. Н. Закатин, Н. В. Липцев, Н. Я. Солечник, Н. А. Громова.— Оpubл. в Б. И., 1979, № 14.

3. Серговский П. С. Гидротермическая обработка и консервирование древесины.— М., 1975.

4. Обливин А. Н., Воскресенский А. К., Семенов Ю. П. Тепло- и массообмен в производстве древесностружечных плит.— М., 1978.

5. Справочник химика.— М.; Л., 1968, т. 5.

УДК 674.817-41

*Н. В. ЛИПЦЕВ, В. И. МИХАСЕНКО, В. С. ЧИРКОВА*  
(Ленинградская лесотехническая академия им. С. М. Кирова)

#### АНАЛИЗ ВЗАИМОСВЯЗИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАЗМАЛЫВАЮЩЕЙ ГАРНИТУРЫ С ПАРАМЕТРОМ ФРАКЦИОННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТОЙ МАССЫ

В работе [1] введен параметр измельчения  $m$ , позволяющий связать степень измельчения древесноволокнистой массы (ДВМ) с вязкоупругими характеристиками измельчаемой древесины и техническими характеристиками размалывающего оборудования.

Параметр  $m$  определяется как отношение коэффициента  $k$ , зависящего от реологических свойств измельчаемой древесины, и конструктивных параметров оборудования (в частности, площади размола дисков) к коэффициенту  $b$ , характеризующему технологические условия проведения процесса измельчения (в частности, продолжительность измельчения и зазор между дисками).

$$m = \sqrt{\frac{k}{b}}. \quad (1)$$