

УДК 674.815-41

В.Б. Снопков, доцент; И.А. Хмызов,  
асс.; Е.В. Янушко, инж.; С.Ц. Пашук,  
инж.; Т.М. Крижовская, инж.

### ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ НА ВЕЛИЧИНУ ПОВЕРХНОСТНОЙ ЭНЕРГИИ ДРЕВЕСНЫХ ЧАСТИЦ

В технологических процессах, связанных со склеиванием древесины жидкими клеевыми материалами, большую роль играет физическое явление смачивания. Хорошее смачивание является предварительным и обязательным условием образования качественного клеевого соединения [1-2]. Способность жидкости смачивать твердую поверхность определяется величинами поверхностной энергии (силами поверхностного натяжения) жидкости и твердого тела. В ряде исследований [3] была показана тесная корреляция между значениями адгезионной прочности клеевого соединения и поверхностной энергии древесины. Таким образом, работы, направленные на оценку поверхностной энергии древесины и разработку способов целенаправленного ее изменения, актуальны и представляют практический интерес.

Целью настоящего исследования было изучение влияния термической обработки и химической активации древесины на величину критического поверхностного натяжения, энергий смачивания и адгезии к древесине клеевых материалов. Для определения перечисленных параметров мы воспользовались методом измерения краевого угла смачивания [3]. В опытах применяли лущеный березовый шпон толщиной 1,5 мм с равновесной влажностью 7,2%. Для определения краевого угла смачивания использовали водные растворы хлористого кальция с различным поверхностным натяжением.

На рис. 1-3 показаны графические зависимости косинуса краевого угла смачивания от поверхностного натяжения смачивающей жидкости, которые были получены для древесины, подвергнутой термической обработке, а также обработке уксусной кислотой и техническими лигносульфонатами.

Прежде всего, следует отметить, что все полученные зависимости имеют ярко выраженный прямолинейный характер. Это говорит о том, что исследуемые поверхности березового шпона могут быть отнесены к поверхностям с малой энергией и к ним применима методика определения поверхностной энергии, разработанная Цизманом.

Определение критического поверхностного натяжения термообработанного шпона

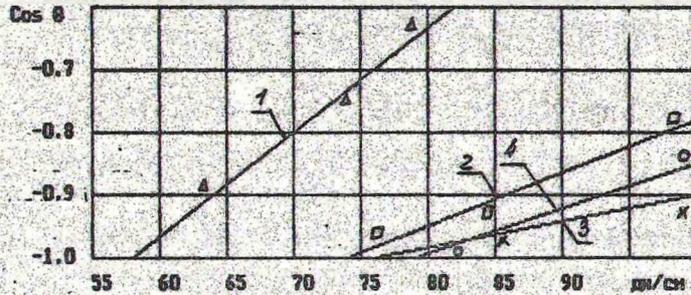


Рис. 1

1- температура термообработки 150°С; 2- 105°С; 3- 60°С; 4- без термообработки.

Определение критического поверхностного натяжения шпона, обработанного уксусной кислотой

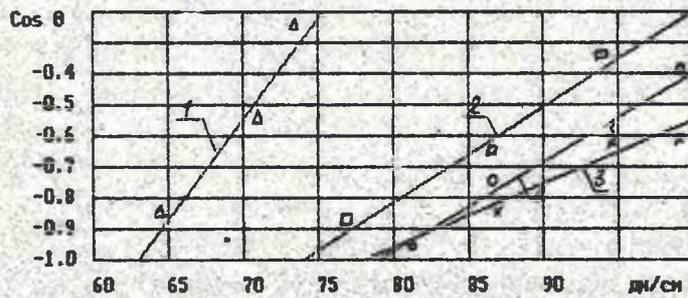


Рис. 2

1- Температура термообработки 150°С; 2- 105°С; 3- 60°С; 4- без термообработки.

Определение критического поверхностного натяжения шпона, обработанного техническими лигносульфонатами

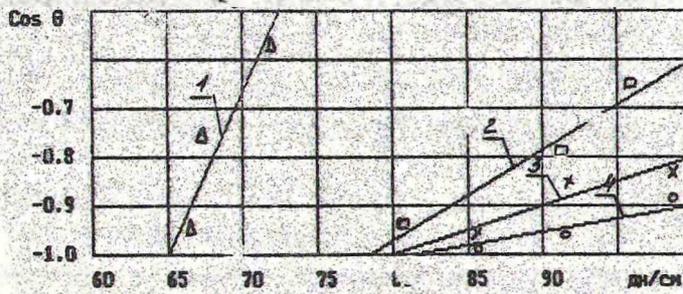


Рис. 3

1- температура термообработки 150°С; 2- 105°С; 3- 60°С; 4- без термообработки.

В результате обработки экспериментальных данных на ЭВМ были получены уравнения регрессии следующего вида:

$$\cos \theta = 1 + k * (\gamma_{кр} - \gamma), \quad (1)$$

где  $\theta$  - краевой угол смачивания, град;  $k$  - положительная константа;  $\gamma_{кр}$  - критическое поверхностное натяжение жидкости, дн/см;  $\gamma$  - поверхностное натяжение смачивающей жидкости, дн/см. Значения констант приведены в таблице.

При анализе результатов обращает на себя внимание то, что повышение температуры термообработки от 20 до 105° С мало влияет на величину поверхностной энергии древесины. Критическое поверхностное натяжение уменьшается с 78,04 дн/см при 20° С до 77,43 дн/см при 105° С. Увеличение же температуры до 150° С снижает этот показатель до 57,65 дн/см.

Сравнивая значения критического поверхностного натяжения, полученные для березового шпона, обработанного уксусной кислотой и лигносульфонатами, и необработанного, можно отметить, что химическая обработка древесины приводит к некоторому увеличению критического поверхностного натяжения. Причем прирост этого параметра тем больше, чем выше температура последующей термообработки.

Используя значения критического поверхностного натяжения, можно рассчитать для различных клеевых материалов энергии смачивания и адгезии. Формулы, необходимые для этого, выглядят следующим образом [3]:

$$F_w = \gamma * k * (\gamma_{кр} - \gamma), \quad (2)$$

$$F_a = -\gamma * (2 + k * (\gamma_{кр} - \gamma)), \quad (3)$$

где  $F_w$  - энергия смачивания, эрг/см<sup>2</sup>;  $F_a$  - энергия адгезии, эрг/см<sup>2</sup>.

Расчеты показали, что для карбаминоформальдегидной смолы изменение температуры термообработки в пределах 20-105° С практически не сказывается на величине энергий адгезии и смачивания. Термообработка при 150° С уменьшает энергию адгезии со 130,26-133,16 до 120,34 эрг/см<sup>2</sup>. Еще более заметно ухудшается смачивание. Энергия смачивания достигает даже отрицательного значения ( $F_w = -5,66$  эрг/см<sup>2</sup>).

Энергия адгезии карбаминоформальдегидной смолы к поверхности древесины на 35-55% выше по сравнению с поливинилацетатным клеем. Однако смачивает поверхность древесины смола хуже. Максимальное значение энергии смачивания для нее составляет 7,16 эрг/см<sup>2</sup>, в то время как у поливинилацетатного клея этот показатель составляет 12,39 эрг/см<sup>2</sup>. Учитывая сказанное, можно предположить, что увеличение прочности склеивания древесины карбаминоформальдегидной смолой можно достичь, прежде

Таблица. Энергия смачивания и адгезии клеев к поверхности древесины

Условия обработки		Критическое поверхностное натяжение, дн/см	Конс- танта $k \cdot 10^2$	Карбамидоформальдегидная смола		Поливинилацетатный клей	
Химический реагент	Температура термообработ- ки, °С			Энергия смачи- вания, эрг/см <sup>2</sup>	Энергия ад- гезии, эрг/см <sup>2</sup>	Энергия смачи- вания, эрг/см <sup>2</sup>	Энергия адгезии, эрг/см <sup>2</sup>
-	20	78,04	0,756	7,16	- 133,16	11,51	- 86,51
	60	76,83	0,496	4,26	- 130,26	7,28	- 84,28
	105	73,43	0,921	6,05	- 132,05	12,39	- 89,39
	150	57,65	1,679	-5,66	- 120,34	12,38	- 89,38
Уксусная кислота	20	79,25	3,180	32,56	- 158,55	49,89	- 126,89
	60	78,70	2,131	21,08	- 147,09	32,98	- 109,98
	105	73,77	3,042	20,64	- 146,64	41,31	- 118,31
	150	63,01	6,462	0,04	- 126,40	60,98	- 137,98
Техническое лигносульфо- нат	20	81,55	0,759	8,87	- 134,87	12,58	- 89,50
	60	79,94	0,962	10,77	- 136,27	15,35	- 92,35
	105	78,67	1,866	18,42	- 144,42	28,86	- 105,86
	150	71,40	3,427	18,14	- 144,14	43,41	- 120,41

Примечание: поверхностное натяжение карбамидоформальдегидной смолы составляет 63,0 дн/см, поливинилацетатного клея - 38,5 дн/см.

всего, за счет улучшения ее смачивающей способности.

Очень любопытные результаты мы получили, когда рассчитали значения энергий смачивания и адгезии для древесины, обработанной лигносульфонатами и уксусной кислотой. Оба реагента, в особенности уксусная кислота, увеличивают смачивание и адгезию клеев к поверхности древесины. Так, например, для карбамидоформальдегидной смолы энергия смачивания увеличивается при обработке уксусной кислотой в 4-5 раз, а лигносульфонатами - в 1,5-3,0 раза.

Полученный результат во многом объясняет эффективность предложенной нами технологии двухстадийного осмоления древесной стружки в производстве древесностружечных плит [4]. Обработка древесных частиц лигносульфонатами перед нанесением карбамидоформальдегидной смолы позволила повысить физико-механические показатели плит и сократить расход связующего.

Подводя итог выполненным исследованиям, мы считаем себя вправе сделать следующие выводы:

1. Для березовой древесины, обработанной различными способами, установлена линейная зависимость косинуса краевого угла смачивания от поверхностного натяжения смачивающей жидкости, следовательно, возможно определение поверхностной энергии древесины путем измерения величины краевого угла смачивания.

2. Установлено, что термообработка древесины приводит к уменьшению критического поверхностного натяжения, причем это явление тем заметнее, чем выше температура термообработки.

3. Показано, что химическая обработка древесины уксусной кислотой и техническими лигносульфонатами приводит к некоторому увеличению поверхностной энергии, а также увеличению энергии смачивания и адгезии к древесине клеевых материалов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Freeman H.A. Relation between physical and chemical properties of wood and adhesion. // Forest Products Journal. - 1959. - Vol. IX, N 12. - P. 451-458.

2. Herezeg A. Wettability of Wood. // Forest Products Journal. - 1967. - Vol. XV, N 11. - P. 499-505.

3. Gray V.R. The Wettability of Wood. // Forest Products Journal. - 1962. - Vol. XII, N 9. - P. 452-461.

4. Снопков В.Б., Хмызов И.А., Снопкова Т.А., Соловьева Т.В. Двухстадийный способ осмоления древесных частиц. // Изв. высш. учебн. заведений. Лесн. журн. - 1992. - N 4. - С. 104-108.