

полученные с применением бромсодержащего связующего, обладают такой же прочностью, как и плиты на чистом фенольном связующем, несколько уступая им по водостойкости, однако значительно превосходя их по огнестойкости.

Низкая водостойкость плит на бромсодержащем связующем объясняется более редкой шшивкой полимера, так как в состав его введен бифункциональный компонент – триброманилин. Об этом же говорит и значительное увеличение времени желатинизации олигомера.

Таким образом, результаты проведенного исследования показывают, что смолы, полученные путем совместной конденсации фенола и 2,4,6-триброманилина с формальдегидом, могут быть использованы для получения древесных плит и пластиков с повышенной огнестойкостью.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Химия 2,4,6-триброманилина/Б.Д.Гаевский, В.Т.Дорофеев, Р.П.Рило и др.;ВНИИИодобром. Саки, 1984. Деп. в ОНИИТЭХИМ, 1984, № 962, ХП Д-84.

2. Саутин С.Н. Планирование эксперимента в химии и химической технологии. Л.: Химия, 1975. 48 с.

УДК 674.815-41.02

П.П.Третьяк, Л.Н.Копейко  
(Уральский лесотехнический институт)

## ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СНИЖЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ФЕНОЛОФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ СВЯЗУЮЩИХ В ПРОИЗВОДСТВЕ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

В производстве древесных композиционных материалов, в том числе и древесностружечных плит, в качестве связующих как в нашей стране, так и за рубежом широко используются карбамидные олигомеры. Наряду с достоинствами – доступностью, сравнительно низкой стоимостью, технологичностью применения – карбамидоформальдегидные олигомеры

имеют и существенные недостатки: низкую термическую и гидротермическую устойчивость полимеров, высокую токсичность. Древесностружечные плиты на основе КФО нашли широкое применение в мебельной промышленности и в меньшей степени в строительстве. Однако такие плиты не могут применяться при переменной влажности воздуха из-за недостаточной атмосферостойкости.

Для древесностружечных плит строительного назначения, для наружных конструкций основным связующим являются водорастворимые фенолоформальдегидные олигомеры резольного типа, такие как СФЖ-3011, СФЖ-3013, СФЖ-3014 и СФЖ-3024. Применение древесностружечных плит на основе таких связующих является рентабельным и эффективным, так как они устойчивы к переменной влажности. Выпуск таких плит в нашей стране сдерживается недостаточным объемом производимых фенолоформальдегидных олигомеров, значительным их содержанием в древесностружечных плитах (до 14%), а также более высокой стоимостью по сравнению со стоимостью карбамидоформальдегидных олигомеров. Применяемые фенольные связующие имеют более низкое содержание сухих веществ и меньшую скорость отверждения, чем карбамидоформальдегидные, что приводит к удлинению цикла горячего прессования древесностружечных плит и снижает производительность технологических линий.

Актуальными задачами производства древесностружечных плит на основе фенолоформальдегидных олигомеров являются снижение содержания связующего в плитах без ухудшения их физико-механических свойств, а также разработка новых и модификация существующих марок фенолоформальдегидных олигомеров с целью получения более доступного связующего для древесностружечных плит.

Одним из путей снижения содержания фенолоформальдегидных связующих в производстве древесных композиционных материалов является производство их на основе совмещенных фенолоформальдегидных связующих - порошкообразных новолачных и жидких резольных олигомеров, например фенолоспиртов [1].

Целями данной работы являлись исследование возможности использования совмещенных фенолоформальдегидных олигомеров в производстве древесностружечных плит и сокращение расхода связующего.

В качестве резольного фенолоформальдегидного олигомера использовали фенолоспирты (ТУ 6-05-1164-81), марки Б и новолачный порошкообразный олигомер СФ-015 (ГОСТ 18694-80) с размерами частиц не более 0,3 мм. Соотношение олигомеров по абсолютно сухой массе - 1:1. Древесностружечные плиты изготовлялись из древесной нефракционированной стружки цеха древесностружечных плит Свердловского деревообрабатывающего завода. Расчеты связующего и древесной стружки производились с учетом получения древесностружечных плит плотностью 750 кг/м<sup>3</sup>, толщиной 16 мм. Смешение стружки со связующим производилось в лабораторном смесителе, для чего в расчетное количество стружки при работающем смесителе с помощью распылителя вводилось необходимое количество фенолоспирта, а затем порошкообразный новолак, и масса перемешивалась 5...7 мин. Фенолоспирт, увлажняя стружку, способствует прилипанию частичек новолачного олигомера к ней и тем самым равномерному распределению связующего по всей стружечной массе. Совмещение олигомеров начинается в процессе осмоления стружки, когда новолак набухает, а затем растворяется в фенолоспирте, и заканчивается при горячем прессовании древесностружечной плиты, когда связующее отверждается. После смешения компонентов связующего влажность древесностружечной массы не превышала 10%, тогда как в применяемой технологии она составляет 15...17%.

Изготовление плит проводилось с предварительной холодной запрессовкой сформированного однослойного пакета при удельном давлении 0,5...1,0 МПа в течение 30...60 с и последующим прессованием при температуре 175...180°C и удельном давлении 25 МПа. Время выдержки плит при горячем прессовании в начальных сериях опытов составляло 1 мин/мм толщины плиты. После выдержки плит в течение суток при комнатных условиях определялись основные физико-механические свойства согласно ГОСТ 10632-77.

При отработке рецептуры древесностружечных плит изучалось влияние количества совмещенного фенолоформальдегидного связующего и режима получения плит на их физико-механические свойства. Полученные плиты сравнивались с контрольной плитой на основе фенолоформальдегидного олигомера СФЖ-3014, содержание которого составляло 12% абсолютно сухой массы плиты. Такая плита при плотности  $750 \text{ кг/м}^3$  имела предел прочности при изгибе 20,3, при растяжении перпендикулярно пласти плиты - 0,33 МПа, водопоглощение - 43, набухание - 24%.

Содержание совмещенного фенолоформальдегидного связующего при получении древесностружечных плит исследовалось в пределах от 1 до 20%. С увеличением количества связующего в плите (рис.1) повышаются ее прочность и водостойкость, особенно при содержании до 10...12% связующего. Однако даже при максимальном количестве связующего физико-механические свойства плит уступают свойствам контрольных. Плиты с 1% связующего разрушались при исследовании на водостойкость. Вероятно, низкие физико-механические свойства плит были обусловлены тем, что фенолоспирт при введении в стружечную массу впитывался сухой стружкой, влажность которой составляла 3...5%, и в малой степени участвовал в образовании плиты в процессе горячего прессования.

Ранее было показано [2], что введение карбамида в массы древесные прессовочные на основе совмещенного фенолоформальдегидного связующего положительно сказалось на их свойствах. С целью улучшения физико-механических свойств древесностружечных плит на совмещенном фенолоформальдегидном связующем (см.рис.1) было предложено перед осмолением стружки ввести в нее карбамид в виде водного раствора в количестве 5% от массы плиты. Содержание связующего в плитах, как и в предыдущем опыте, изменялось от 1 до 20%. Влажность стружки после введения водного раствора карбамида составляла 8...10, а после введения совмещенного фенолоформальдегидного олигомера - 12...15%. Результаты исследований физико-механических свойств плит приведены на рис.2. Введенное количество карбамида позволило значи-

тельно повысить прочность и водостойкость плит по сравнению с теми же свойствами плит на совмещенном фенолоформальдегидном связующем (см.рис.1). Так, при 5% совмещенного связующего и таком же количестве карбамида предел прочности плит при изгибе составлял 21 МПа, водопоглощение – 38,а набухание – 18%. Показатели этих свойств выше показателей свойств контрольных плит, несмотря на то, что содержание фенольного связующего в них в 2,4 раза меньше. Следовательно, применение карбамида в производстве древесностружечных плит является эффективным.

С целью уточнения рецептуры плиты изучалось влияние количества карбамида в пределах от 1 до 3% при содержании совмещенного связующего в плитах от 3 до 7% на свойства ДСтП (табл.1).

Таблица 1  
Влияние содержания совмещенного фенолоформальдегидного связующего и карбамида на свойства ДСтП

Содержание карбамида, %	Предел прочности, МПа		Водопоглощение, %	Набухание, %
	при изгибе	перпендикулярно пластины плиты		
<b>3% связующего</b>				
1	14,0	0,21	48	70
2	15,1	0,27	45	67
3	16,0	0,30	41	64
5	16,6	0,38	43	62
<b>5% связующего</b>				
1	19,2	0,41	39	25
2	20,6	0,43	35	22
3	21,3	0,40	32	20
5	20,0	0,47	30	18
<b>7% связующего</b>				
1	20,9	0,50	32	13
2	21,4	0,55	28	10
3	22,0	0,50	25	8
5	23,0	0,60	23	7

Известно [2], что карбамид в массах древесных прессовочных оказывает пластифицирующее воздействие на древесину в процессе горячего прессования изделий. Следовательно, удельное давление прессования древесностружечных плит может быть уменьшено по сравнению с принятым при получении плит определенной плотности. С целью проверки высказанного предположения изучено влияние удельного давления горячего прессования древесностружечных плит на их свойства при оптимальном содержании совмещенного фенолоформальдегидного связующего и карбамида в плитах. При удельном давлении прессования 2,0 МПа (рис.3) плотность плит достигает 760, а при 3 МПа - 940 кг/м<sup>3</sup>. При этом улучшаются и физико-механические свойства древесностружечных плит.

На свойства древесностружечных плит с совмещенным связующим и карбамидом, как и плит на традиционных связующих, значительное влияние оказывает температура прессования плит и выдержка их в прессе (табл.2).

Таблица 2

Влияние температуры и выдержки ДСтП в прессе на свойства плит

Температура прессования, °С	Выдержка, мин/мм	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Предел прочности при изгибе, МПа	Водопоглощение, %	Набухание, %
160	0,33	720	16,6	54	18
	0,66	727	17,0	42	14
	1,00	730	18,2	41	13
180	0,33	728	21,0	36	11
	0,66	730	23,0	31	7
	1,00	745	24,1	28	6
200	0,33	750	26,3	16	5
	0,66	760	27,4	8	3
	1,00	780	24,8	7	3

В процессе горячего прессования температура среднего слоя древесностружечной плиты значительное время не повышается более 105...110°C из-за удаления летучих веществ. При температурах прессования 160...180°C и выдержке 0,33...0,66 мин/мм показатели свойств плит более низкие, чем при температуре 200°C и выдержке 0,66 мин/мм (см. табл.2) из-за недостаточной степени отверждения связующего. Более длительная выдержка плит при температуре 200°C приводит к снижению их прочности.

Физико-механические свойства древесностружечных плит на совмещенном фенолоформальдегидном связующем и карбамиде, а также на основе карбамидоформальдегидных олигомеров приведены в табл.3.

Таблица 3  
Физико-механические свойства древесностружечных плит

Свойства	ДСтП на совм.ФФС и карба - миде (5 и 3%)	Контроль- ная ДСтП на СФЖ- 3014(12%)	ДСтП П-2	ДСтП П-3
			Связующее КФ-МТ ГОСТ 10632-77	
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	760	750	550...750	750...850
Предел прочности, МПа:				
при изгибе	27,4	20,3	14,7	25
перпенди - кулярно пласти плиты	0,53	0,33	0,29	0,39
Водопогло- шение, %	8	43	60	15
Набухание, %	3	24	25	5

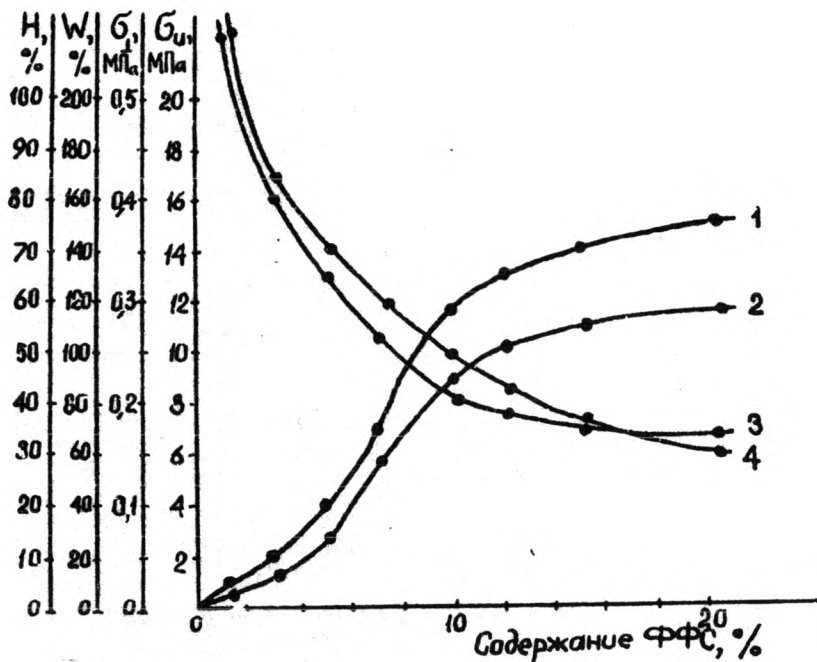


Рис. 1.

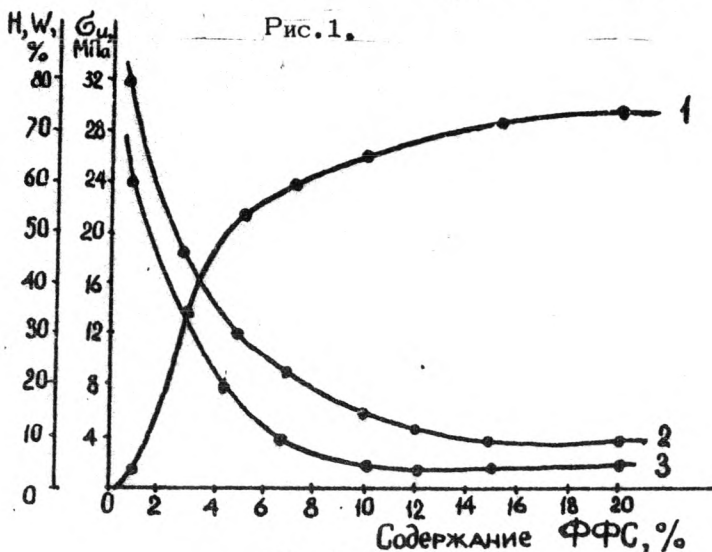


Рис. 2.



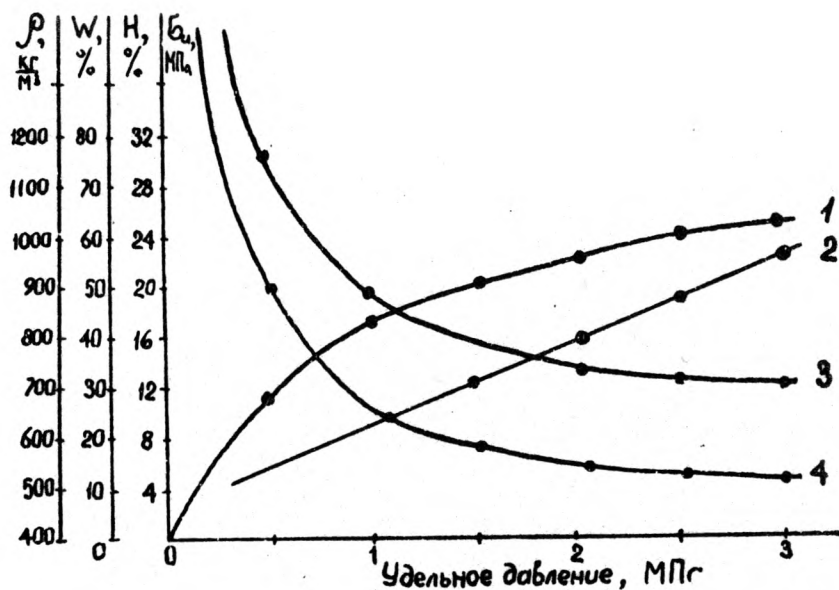


Рис.3.

Рис.1. Влияние содержания совмещенного фенолоформальдегидного связующего на свойства древесностружечных плит: 1 - предел прочности при изгибе; 2 - предел прочности перпендикулярно пласти плиты; 3 - водопоглощение; 4 - набухание

Рис.2. Влияние содержания совмещенного фенолоформальдегидного связующего в присутствии карбамида на свойства древесностружечной плиты:

1 - предел прочности при изгибе; 2 - водопоглощение; 3 - набухание.

Рис.3. Влияние давления прессования на свойства древесностружечных плит:

1 - предел прочности при изгибе; 2 - плотность; 3 - водопоглощение; 4 - набухание

Древесностружечные плиты на совмещенном фенолоформальдегидном связующем с карбамидом по физико-механическим свойствам не уступают промышленным плитам как на фенолоформальдегидном связующем СФЖ-3014, так и карбамидоформальдегидном КФ-МТ (см.табл.3). Введение карбамида позволило значительно сократить расход фенолоформальдегидного связующего - в 2,4 раза по сравнению с расходом в контрольной плите. Содержание свободного формальдегида в исследуемых плитах по  $WKI$  составило 7 мг/100 г плиты, а фенола - менее 0,1%. Такие плиты относятся к нетоксичным, в отличие от выпускаемых промышленностью, и могут использоваться внутри жилых помещений. Их испытание при кипячении 2 ч в воде показало, что предел прочности плит при изгибе уменьшился до 9,7 МПа, а водопоглощение и набухание повысились соответственно до 21,4 и 13,7%. Следовательно, плиты являются атмосферостойкими. Производство таких плит является экономически целесообразным.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Масса древесная прессовочная на основе отходов деревообрабатывающего цеха Уралмашзавода // Третьяк П.П., Дедюхин В.Г., Вторыгин А.М., Устюгов А.Б. // Технология древесных плит и пластиков: Межвуз. сб. Свердловск, 1982. С.147-155.
2. Третьяк П.П., Майбурова Л.В. Повышение текучести древесных прессовочных масс на основе совмещенного фенолоформальдегидного связующего // Технология древесных плит и пластиков: Межвуз. сб. Свердловск, 1986. С.107-111.