

Электронный архив УГЛТУ

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО
ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ
УРАЛЬСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ

ТЕХНОЛОГИЯ ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТ И ПЛАСТИКОВ

Межвузовский сборник научных трудов

Екатеринбург
1994

УДК 674.8

В межвузовском сборнике помещены статьи преподавателей и научных сотрудников вузов. Большое внимание уделено получению модифицированных связующих веществ, позволяющих улучшить свойства древесных плитных материалов, вопросам улучшения эксплуатационных свойств материалов, в частности повышения водостойкости и огнестойкости, вопросам расширения сырьевой базы и частичного использования отходов производства.

Материалы, помещенные в сборнике, могут представлять интерес для всех сотрудников вузов и НИИ и инженерно-технических работников деревообрабатывающей промышленности, занимающихся древесными плитными материалами.

Утвержден редакционно-издательским советом Уральского лесотехнического института.

Редакционная коллегия:

проф. А.А.Эльберт (АТА, отв. редактор), доц. В.М.Балакин (УЛТИ, зам. отв. редактора), доц. Н.И.Коршунова (УЛТИ, отв. секретарь), доц. И.А.Гамова (АТА), доц. В.Г.Дедюхин (УЛТИ), проф. А.Б.Израелит (АТА), доц. В.В.Глухих (УЛТИ).

Рецензенты:

кафедра древесных пластиков и плит Санкт-Петербургской лесотехнической академии;

д.х.н., проф. Липунова Г.Н. (УГТУ-УПИ).

ЛР № 020371 С 93 (03)

22.01.92

ISBN 5-230-16824-2

С

Уральский лесотехнический
институт, 1994

В В Е Д Е Н И Е

В XX выпуске межвузовского сборника научных трудов "Технология древесных плит и пластиков" помещены статьи преподавателей и научных сотрудников вузов, представленные в редакцию в 1992-93 г.г.

В работах, помещенных в сборнике, исследуется и разрабатывается технология производства древесностружечных и древесноволокнистых плит.

Большое внимание уделено получению модифицированных связующих, позволяющих улучшить эксплуатационные свойства древесных плит. В качестве модификаторов предлагается использовать отходы смежных производств.

Разрабатываются вопросы повышения огнестойкости плит, получения плит из отходов деревообработки и костры, использования отходов производства плит (шлифовальной пыли) в качестве наполнителя в производстве фенопластов, исследуются реологические свойства древесноволокнистой суспензии и взаимодействие обрабатываемого состава с древесным веществом при производстве древесноволокнистых плит.

Материалы сборника разнообразны по тематике и могут представлять практический интерес для научных и инженерно-технических работников деревообрабатывающей промышленности.

УДК 674.815-41+678.652

В. В. Глухих, Н. И. Коршунова, Е. Я. Завьялова
(Уральский лесотехнический институт)

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТАВА КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ КФ-МТ-15 НА СВОЙСТВА ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

*Показано, что функциональный состав карба-
мидоформальдегидных смол (КФС) оказывает су-
щественное влияние на токсичность ДСТП. Для
изготовления плит класса эмиссии формальдеги-
да Е1 необходимо использовать КФС с высоким
содержанием общего азота, суммы первичных и
вторичных амидных групп и пониженным содер-
жанием метилольных групп.*

Практический опыт и результаты некоторых научных иссле-
дований показывают, что важное значение для свойств древес-
ностружечных плит (ДСТП) имеет не только общее мольное соот-
ношение формальдегида и карбамида (Ф:К) в использованных
карбамидоформальдегидных смолах (КФС), но и их функциональ-
ный состав.

Для изучения влияния функционального состава смолы КФ-
МТ-15 на свойства ДСТП были взяты образцы (№ 1...№ 5) из
различных промышленных партий смол, изготовленных по "Урал-
химпласт" (г. Нижний Тагил) по непрерывной технологии жидко-
фазным способом. Для сравнения были использованы также смола
КФ-Ж и смола, обеспечивающая получение ДСТП класса эмиссии
формальдегида Е1 (условно названная Е1).

Функциональный состав КФС оценивали по данным титримет-
рии, ИК- и ЯМР-спектроскопии. Физико-химические свойства об-
разцов смол (табл. 1) определяли по методикам ГОСТ 14231-88,
общее содержание азота в смолах - по Кьельдалю (А), липкость
- по методике НИИПМ, долю "высокомолекулярной части" - по
методике [1], выделение формальдегида при отверждении смолы
- по методике [2]. По данным И¹-спектроскопии (табл. 2) рас-
считывали содержание в смолах метилольных групп (МГ), моно-

Таблица 1

Характеристика КЭС

Параметр	Условное обозначение образца смолы					
	Е1	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
Свойства по ГОСТ 14231-88 :						
массовая доля свободного формальдегида, %	0,14	0,15	-	0,20	-	0,19
массовая доля сухого остатка, %	68	65	64	64	64	63
вязкость условная по ВЗ-4, с	94	63	52	64	57	55
концентрация водородных ионов, рН	7,4	8,5	8,4	8,4	8,4	8,4
время желатинизации при 100°C, с	64	54	52	48	52	52
предельная смешиваемость смолы с водой по объему	1:2	1:2	1:1	1:1	1:1	1:2
Выделение формальдегида при отверждении смолы, мкг/г абс. сухой смолы	50	109	114	109	95	114
Липкость смолы, с	23	12	10	12	10	8
Массовая доля "высокомолекулярной части" смолы, %	35,5	34,4	-	33,3	-	33,1
Содержание азота :						
в товарной форме смолы, мас. %	23,64	20,80	-	19,70	-	20,03
в абсолютной сухой смоле, моль/кг	25,0	22,9	-	22,0	-	22,6

метилолкарбамида (ММК) и массовую долю третичного азота (ТА) по методике [13]. По найденным значениям (А) и (ТА) вычисляли суммарное мольное содержание первичных и вторичных амидных групп (ПА+ВА) в КФС. ЯМР ^1H - и ^{13}C -спектроскопию использовали для качественного анализа функционального состава КФО. Со всеми образцами смол (при сроке их хранения не более 15 сут.) в лабораторных условиях были изготовлены однослойные плиты с плотностью 650...700 кг/м³. При этом использовалась стружка промышленного изготовления с абсолютной влажностью 4...6%, состоящая из смеси лиственных и хвойных пород древесины примерно в равном соотношении. Расход КФС составлял 13% абс. сухой смолы от абс. сухой стружки. В качестве отвердителя КФО использовали 1% хлористого аммония от массы абс. сухой смолы. Температура плит горячего пресса была 165...170⁰С. Выдержка древесностружечного пакета при горячем прессовании составляла 7 мин при максимальном давлении 2,5 МПа. С каждой смолой изготавливалось по два образца ДСТП, свойства которых определялись в соответствии с ГОСТ 10632-89. Средние арифметические значения свойств ДСТП были приведены к единой плотности плит 650 кг/м³ (табл. 3).

Качественный анализ ИК- и ЯМР-спектров смол показал, что их макромолекулы содержат метилольные группы, метилефирные и метиленметоксильные группировки у вторичного и третичного амидного атома азота, метилольные группы в гемиформальных и на концах полиметиленоксидной цепи, первичные, вторичные и третичные амидные группы в остатках карбамида, метиленовые группы между вторичными, между вторичным и третичным, между третичными амидными атомами азота. Кроме того, в составе смол присутствует карбамид, свободный формальдегид в виде метиленгликоля и метанол.

Как показывают полученные данные (см. табл. 1,2), образцы смол КФ-МТ-15 в большинстве случаев мало отличаются друг от друга и от смолы Е1 по содержанию свободного формальдегида и "высокомолекулярной части" смолы. Более существенные различия наблюдаются в липкости смол, выделении формальдегида при отверждении смолы, в содержании общего азота, пер-

вичных и вторичных амидных групп, метилольных групп.

Таблица 2

Содержание функциональных группировок в КФС
по данным ИК-спектроскопии

Условное обозначение образца смолы	Содержание функциональных группировок и соединений в смолах, моль/кг абс. сухой смолы				
	МГ	ТА	ММК	ПА+ВА	(ПА+ВА)/МГ
Е1	5,7	5,6	5,9	19,4	3,40
КФ-МТ-15 :					
N 1	6,9	4,4	4,6	18,5	2,68
N 2	7,0	-	4,0	-	-
N 3	7,1	3,7	3,8	18,3	2,58
N 4	8,1	-	4,2	-	-
N 5	8,6	3,2	4,2	19,4	2,25
КФ-Ж	8,6	3,6	-	17,7	2,06

Смола КФ-МТ-15 в сравнении со смолами Е1 и КФ-Ж имеет большую липкость, меньшее выделение формальдегида при отверждении, большее содержание общего азота, монометилполкарбамида, первичных и вторичных амидных групп и больший мольный избыток первичных и вторичных амидных групп по отношению к метилольным.

Таблица 3

Свойства ДСТП

Условное обозначение образца смолы	Содержание формальдегида по перфоратору, мг/100 г плиты	предел прочности при изгибе, МПа	Предел прочности при растяжении перпендикулярно пласти плиты, МПа	Разбухание по толщине за 2 ч, %	Водопоглощение за 2 ч, %
Е1	10	24	0,98	19	56
КФ-МТ-15:					
N 1	20/18*	24	-	13/22*	48/64*
N 2	28	22	-	15	50
N 3	30	19	0,44	18	55
N 4	34	23	-	12	48
N 5	34	20	-	19	63
КФ-Ж	50	25	-	17	57

* ДСТП, изготовленные Ревдинским ДОЗом.

Данные табл. 3 показывают, что физико-механические свойства ДСТП со всеми образцами смол удовлетворяют требованиям ГОСТ 10532-89 и международных стандартов. Какой-то определенной зависимости физико-механических показателей плит от функционального состава и содержания "высокомолекулярной части" КФС не наблюдается. Это, вероятно, объясняется тем, что физико-механические свойства плит не чувствительны к изменению функционального состава КФС в исследованном диапазоне изменения параметров эксперимента.

Существенное влияние функциональный состав КФС оказывает на токсичность ДСТП (табл. 3).

Для КФС были построены поля корреляции между перфораторными значениями ДСТП (Φ) и всеми определенными параметрами функционального состава смол (рис. 1-3).

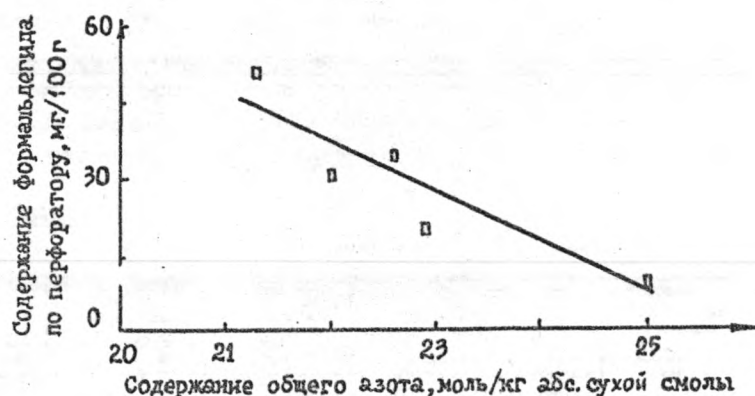


Рис. 1. Взаимосвязь токсичности плит с содержанием общего азота в КФС ($r=0,905$)

Анализ полей корреляции и коэффициентов выборочной парной линейной корреляции r показал, что линейная корреляция у перфораторного значения плит зависит от содержания в КФС азота по Кьельдалю (рис. 1), титольных групп (рис. 2) и мольного избытка суммы первичных и вторичных амидных групп по

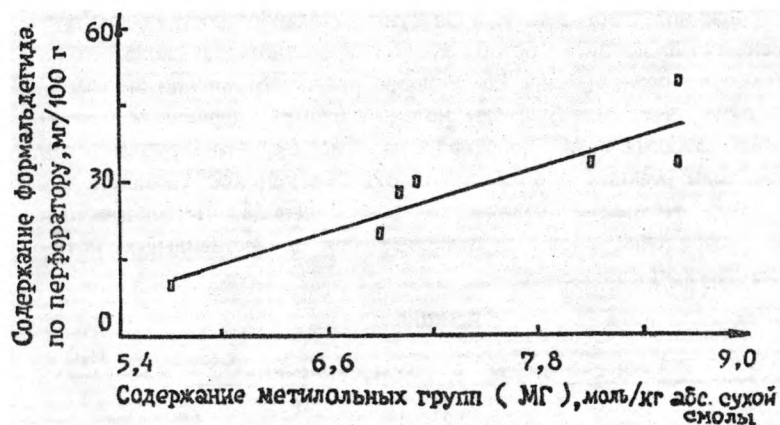


Рис. 2. Взаимосвязь токсичности плит с содержанием метилольных групп в КФС ($r=0,901$)

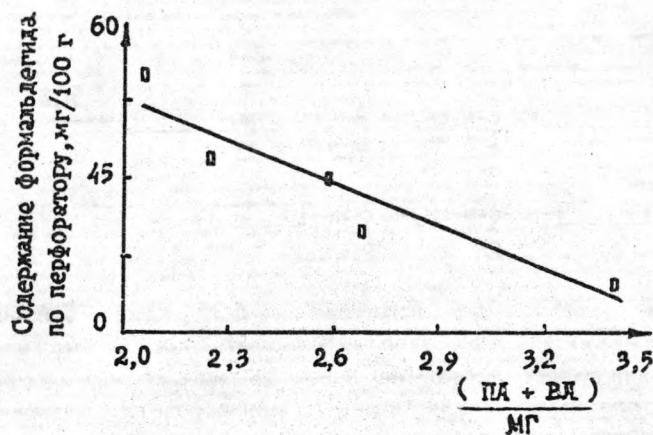
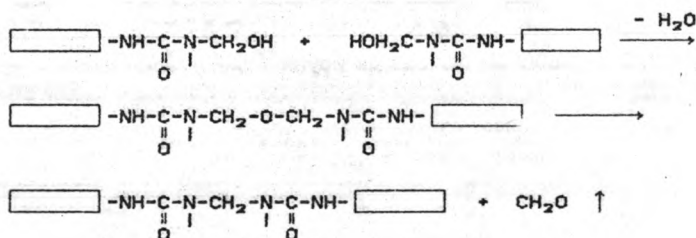


Рис. 3. Взаимосвязь токсичности плит с отношением суммы первичных и вторичных амидных групп к метилольным группам в КФС ($r=0,935$)

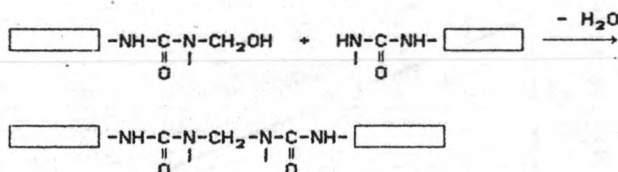
отношению к метилольным по данным ИК-спектроскопии (рис. 3).

Причина такой взаимосвязи функционального состава КФС с токсичностью ДСТП, вероятно, кроется в соотношении скоростей процессов, происходящих со смолами при изготовлении и хранении плит. Чем выше у смолы мольный избыток первичных и вторичных амидных групп по отношению к метилольным группам, тем выше доля реакции 2 в процессах отверждения КФС (реакции 1 и 2). Это уменьшает количество формальдегида, выделяющегося при отверждении смолы и содержащегося в нестабильных метиленэфирных группировках.

Реакция 1



Реакция 2



Таким образом, для изготовления ДСТП класса эмиссии формальдегида Е1 необходимо использовать КФС с высокими содержаниями общего азота (не менее 25 моль/кг абс. сухой смолы), суммы первичных и вторичных амидных групп, пониженным содержанием метилольных групп (очевидно, до определенного предела с целью сохранения удовлетворительных физико-механических показателей плит). При этом смола должна иметь значительный мольный избыток суммы первичных и вторичных

алидных групп по отношению к метилольным (не менее 3,5-кратного).

Библиографический список

1. Schriever E., Roffael E. Veränderung von formaldehydarmen UF-Harzen bei der Alterung \ Adhasion. 1988. V. 32. N 5. S. 19-20, 23-24.

2. Коршунова Н.И., Щекалева И.С., Палихова Н.С. Влияние мольного соотношения исходных компонентов и температуры на выделение формальдегида при отверждении карбамидсформальдегидных олигомеров // Технология древесных плит и пластиков: межвуз. сб. Свердловск, 1988. С. 75-80.

3. Молоткова Н.Н. Функциональный состав олигомеров и его влияние на химическую структуру отвержденных мочевино-формальдегидных смол: Автореф. дис. канд. хим. наук/ НИИПМ НПО "Пластмассы". М., 1988.

УДК 674.815-41

Н. И. Предеина, П. П. Коврижных, Е. Г. Рютина
(С.-Петербургская лесотехническая
академия)

МОДИФИКАЦИЯ ЛИГНОСУЛЬФОНАТОВ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ СИНТЕЗЕ ЛИГНОКАРБАМИДНОГО СВЯЗУЮЩЕГО

Разработан способ модификации лигносульфонатов (ЛС) различного варочного основания, включающий щелочной гидролиз и гидроксиметилирование ЛС. Модифицированные лигносульфонаты используют в качестве части карбамида при синтезе лигнокарбамидных смол для древесностружечных плит пониженной токсичности.

В последнее время неоднократно делались попытки использовать сульфитные щелока в качестве самостоятельного связующего или в сочетании с различными синтетическими смолами [1].

Наибольший успех достигнут при замещении лигносульфонатами части фенола при синтезе фенолоформальдегидных смол [2]. Применение технических лигносульфонатов в качестве компонента карбамидоформальдегидного связующего не дало положительных результатов. Направленная модификация может в значительной степени увеличить реакционную способность лигносульфонатов к взаимодействию с формальдегидом и карбамидом как при синтезе связующего, так и при сочетании модифицированных лигносульфонатов с карбамидной смолой.

На кафедре древесных пластиков и плит лесотехнической академии в течение ряда лет ведутся научные исследования по модификации сульфитных щелоков для использования их в составе различных видов связующих для древесных плит.

С целью уменьшения расхода синтетических смол, повышения клеящих свойств связующего и получения нетоксичных материалов разработан способ модификации различных видов ЛС для использования при синтезе с карбамидом и формальдегидом.

Поскольку реакция лигнинов с формальдегидом проходит в щелочной среде [3], рассматривали влияние условий щелочной обработки на степень связывания формальдегида лигносульфонатами различного анионного основания: $ЛС_{Ca-Na}$, $ЛС_{NH_4}$ и $ЛС_{Na}$.

Условия обработки $ЛС_{Na}$ гидроксидом натрия:

1) pH 7,5; температура 30, 50, 70 и 90°C; продолжительность 20 мин ;

2) pH 7,5; температура 70°C; продолжительность 10...60 мин.

В ЛС после обработки гидроксидом натрия вводили раствор формальдегида в количестве 10% от массы абс. сухого лигносульфоната и после термообработки в течение 40 мин при 60°C определяли количество связываемого лигносульфонатом формальдегида. Условия обработки ЛС формальдегидом соответствуют условиям синтеза связующего после введения второй порции карбамида на заключительной стадии производства смолы КФ-МТ-15.

Результаты испытаний модифицированных лигносульфонатов показали, что в процессе фрагментации макромолекул ЛС под

влиянием слабого щелочного гидролиза, по-видимому, уменьшается влияние стерических факторов, затрудняющих взаимодействие лигносульфонатов с формальдегидом, что выражается в увеличении количества связанного формальдегида с 2,9 до 6,3%. Исследования показали, что для дальнейшего увеличения степени связывания лигносульфонатом формальдегида необходимы более жесткие режимы щелочного гидролиза. Увеличение pH раствора AC_{Na} до 9...10 привело к росту количества связанного формальдегида в 1,5...2 раза. Поэтому в дальнейшем лигносульфонаты различных варочных оснований обрабатывали гидроксидом натрия в количестве, необходимом для достижения pH раствора AC_{Na} 10,0...10,5. Анализ полученных результатов показал, что лигносульфонаты могут связывать от 5 до 20% свободного формальдегида в условиях, близких к условиям синтеза карбамидных смол (табл. 1).

Таблица 1
Влияние условий реакции на взаимодействие
лигносульфонатов с формальдегидом

Вид AC^*	Количество CH_2O , введенное в AC , %	Температура обработки AC , °C	Количество связанного формальдегида, %, при продолжительности обработки растворов AC , мин				
			2	5	10	15	20
AC_{NH_4}	24	60	12,0	14,0	14,5	15,0	15,0
		80	18,0	20,0	21,2	21,5	22,0
AC_{Na}	12	60	2,4	3,4	4,8	5,2	6,0
		80	5,0	5,8	7,2	8,9	9,5
AC_{Ca-Na}	12	60	3,0	3,5	4,2	4,8	4,8
		95	4,5	6,0	6,3	6,8	7,3

* Лигносульфонаты обработаны гидроксидом натрия до pH 10,5

Методом формальной кинетики рассчитаны значения энергии активации процесса связывания формальдегида лигносульфонатами различного варочного основания, кДж/моль: для AC_{NH_4} - 48, AC_{Na} - 46, AC_{Ca-Na} - 40. Приведенные результаты показали

возможность применения модифицированных ЛС для связывания свободного формальдегида при синтезе лигнокарбамидных смол.

В соответствии с технологическим режимом получения смолы КФ-МТ-15 на заключительной стадии синтеза вводят карбамид в количестве 30% от его общего количества. Предварительные испытания показали целесообразность использования модифицированных лигносульфонатов на указанной стадии синтеза при замене на ЛС 50 или 100% дополнительной порции карбамида. Содержание свободного формальдегида в полупродукте карбамидной смолы после стадии вакуумирования обычно составляет от 1,5 до 3,0%, и вводимые лигносульфонаты должны обладать способностью связывать данное количество формальдегида. Поэтому для каждого вида лигносульфонатов были разработаны условия модификации, включающие обработку гидроксидом натрия с последующим гидроксиметилированием, которое проводится при определенном недостатке формальдегида, с тем, чтобы модифицированные ЛС могли взаимодействовать с формальдегидом на заключительной стадии синтеза лигнокарбамидного связующего (табл. 2).

Таблица 2

Условия модификации лигносульфонатов

Вид ЛС	рН раствора ЛС	Количество введенного CH_2O , %	Условия проведения гидроксиметилирования ЛС	
			Температура, °С	Продолжительность, мин
ЛС _{Na}	10	6,5	80	15
ЛС _{NH₄}	10	12,0	65	15
ЛС _{Ca-Na}	10	6,5	95	10

Было установлено, что использование гидроксиметилированных ЛС различного варочного основания более эффективно, чем применение ЛС, подвергнутых только щелочному гидролизу. В последнем случае удалось ввести только ЛС в количестве 25...50% от массы дополнительной порции карбамида. Лигносульфонаты на аммонийном и на кальций-натриевом основаниях при

введении в предконденсат в течение 10...15 мин заключительной стадии синтеза образовывали с карбамидом нерастворимый осадок. Эти лигносульфонаты после их гидроксиметилирования можно было использовать взамен всей дополнительной порции карбамида. Полученное связующее имело однородную консистенцию, устойчивую в течение длительного времени, хорошую клеящую способность к древесине и пониженное содержание свободного формальдегида. По основным технологическим свойствам синтезированное связующее соответствовало требованиям действующего стандарта, предъявляемым к карбамидным смолам для древесностружечных плит.

Библиографический список

1. Эльберт А.А., Коврижных А.П., Хотилевич П.А. Использование лигносульфонатов в производстве древесностружечных плит// Изв. вузов. Лесной журнал. 1990. № 3. С. 89-95.
2. Optimization of reaction conditions in the synthesis of lignophenolic resins\ Vasiliu-Oprea C., Petrovan S., Nicoleanu J., Conclantinescu A. \ Cellul. Chem. and Technol. 1988. 22, №4. P. 431-442.
3. Aula C., Nimz H.H. Die Verwendung von Ablaugenlignin bei der Herstellung von Holzwerkstoffen\ Holz als Roh- und Werkstoff. 1984. 42, № 11. S. 415-419.

УДК 674.815-41

А. А. Эльберт, Л. П. Коврижных, Н. И. Предкина
(С.-Петербургская лесотехническая
академия)

ЛИГНОКАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНОЕ СВЯЗУЮЩЕЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

Приведены результаты испытаний физико-химических свойств лигнокарбамидной смолы на основе карбамида и формальдегида и модифицированных лигносульфонатов различных марочных

оснований. Предварительное гидроксиметилирование лигносульфонатов в щелочной среде позволяет полностью заменить ими карбамид, введенный на заключительной стадии синтеза карбамидной смолы. Древесностружечные плиты на основе синтезированного связующего имеют пониженную токсичность и по физико-механическим свойствам удовлетворяют требованиям действующего стандарта.

Возросшая потребность в разнообразных древесностружечных плитах для изготовления мебели и в строительстве стимулирует активный поиск возможностей расширения сырьевой базы полимерных связующих. Ужесточение санитарно-гигиенических требований к ДСП вызывает необходимость разработки эффективных связующих без значительного увеличения их себестоимости.

Лигносульфонаты в составе карбамидных связующих заменяют часть карбамидной смолы как после модификации, так и в исходном состоянии [1]. При введении модифицированных ЛС достигаются необходимые прочность и водостойкость плит, но сохраняется проблема получения ДСП класса эмиссии Е1, т.е. с эмиссией формальдегида менее 10 мг/100 г плиты. Неоднократно были сделаны попытки использовать лигнины при синтезе карбамидных смол [2], но практического применения разработки не нашли главным образом из-за невысоких физико-химических свойств смол. В то же время технические лигнины и их производные вступают в реакцию с формальдегидом и способны образовывать полимеры по типу фенольных смол [3,4]. Поэтому чаще лигнины используют для замены части фенола при синтезе фенолоформальдегидных смол.

На кафедре древесных пластиков и плит С.-Петербургской лесотехнической академии разработан способ модификации лигносульфонатов для использования при синтезе лигнокарбамидного связующего для древесностружечных плит пониженной токсичности. С этой целью лигносульфонаты подвергали гидроксиметилированию в щелочной среде с учетом особенностей ЛС различных варочных оснований и реакционной способности ЛС по отношению к формальдегиду.

Модифицированные лигносульфонаты вводили в карбамидо-

формальдегидный конденсат взамен части карбамида или замещали его полностью на заключительной стадии синтеза связующего. Процесс проводили в условиях, соответствующих технологическому регламенту для смолы КФ-МТ-15 (ТУ 6-06-12-88).

Свойства синтезированного лигнокарбамидного связующего приведены в табл.1. Испытания были проведены в соответствии с ГОСТ 14231-78 "Смолы карбамидоформальдегидные". Степень отверждения определяли по количеству водорастворимых веществ в отвержденных образцах лигнокарбамидного связующего [5]. О клеящих свойствах синтезированных смол судили по величине предела прочности при сдвиге образцов фанеры, склеенных внахлест.

Проведенные исследования показали, что по сравнению с контрольной смолой модифицированные лигносульфонаты, предварительно подвергнутые гидроксиметилированию и введенные на заключительной стадии синтеза связующего, не снижают скорость и степень отверждения полимера (табл.1). Разработанный способ модификации позволяет использовать лигносульфонаты практически любых варочных оснований. Лигносульфонаты, подвергнутые только щелочному гидролизу, замедляют процесс поликонденсации связующего.

Положительное влияние гидроксиметилирования ЛС может быть связано с тем, что взаимодействие формальдегида с лигносульфонатами происходит главным образом с участием незамещенных атомов водорода в реакционных положениях бензольного кольца с образованием метилольных производных, которые в дальнейшем обеспечивают образование поперечных связей в структуре модифицированных ЛС [6,7]. Кроме того, лигносульфонаты образуют интерполимерные комплексы с карбамидными смолами при непосредственном участии реакционноспособных заместителей в бензольном кольце ЛС [8]. Поэтому предварительное гидроксиметилирование лигносульфонатов создает лучшие условия для получения эффективного связующего на основе полимеров различной химической природы. В результате полученное лигнокарбамидное связующее отличается более высокой клеящей способностью к древесине по сравнению с контрольной смолой и проч-

Таблица I
Физико-химические свойства дигнокарбамидного связующего

Вид модифицированных ЛС	Количество ЛС, % от массы доп. порции карбамида	Содержание сухого остатка связующего, %	рН связующего	Условная вязкость по ВЗ-4, с	Время желирования		Массовая доля, %	Количество веществ, растворимых в воде, %	Предел прочности, МПа
					при 100°C, с	при 20°C, с			
МЛС _{CH₄}	50 100	61,8 59,6	8,6 8,8	40 38	62 70	более 24	0,16 0,21	20,9 14,9	18,1 20,3
МЛС _{Na}	50 100	62,4 61,2	6,9 7,6	38 36	62 73	более 24	0,20 0,23	20,1 17,4	17,6 19,1
МЛС _{Ca} Na	50 100	65,5 61,5	10,1 9,3	44 66	65 70	более 24	0,22 0,30	20,1 16,4	17,0 18,3
ЛС _{Na} (рН=10), не обработанный формальдегидом	50	62,8	10,0	46	105	более 24	0,31	11,3	21,5
Контрольная смола	-	64,8	7,4	49	61	бол. > 8	0,20	22,5	18,6
КФ-МТ-15	-	64,8	7,4	49	61	бол. > 8	0,20	22,5	18,6

- I ЛС обрабатывали 10%-м раствором гидроксида натрия и проводили гидрокси-метилирование в выбранном режиме.
- 2 Образцы связующего предварительно были отверждены в течение 5 мин при 100°C.
- 3 Образцы фанеры были получены горячим прессованием при 120°C в течение 10 мин при удельном расходе связующего 30 г/м.

ность при сдвиге образцов фанеры возрастает в 1,5...1,7 раза. Содержание свободного формальдегида в лигнокарбамидных смолах было практически на уровне его содержания в контрольной смоле КФ-МТ-15.

Древесностружечные плиты были изготовлены на лабораторном оборудовании из древесины березы. Расход связующего, %, по слоям (наружные:внутренний) составил 15:12. Условия прессования: температура 165-170⁰С, продолжительность 0,3 мин/мм, максимальное удельное давление 2,2 МПа.

Полученные результаты подтвердили эффективность применения разработанной композиции лигнокарбамидного связующего для производства древесностружечных плит. Помимо значительного экономического эффекта, достигается снижение токсичности древесностружечных плит до уровня класса эмиссии Е1 при высоких значениях прочности и водостойкости материала (табл. 2).

Таким образом, лигнокарбамидное связующее, синтезируемое на основе карбамида, формальдегида и модифицированных лигносульфонатов, обеспечивает получение древесностружечных плит пониженной токсичности, которые по своим физико-механическим свойствам удовлетворяют требованиям действующего стандарта.

Библиографический список

1. Эльберт А.А., Коврижных А.П., Хотилевич П.А. Использование лигносульфонатов в производстве древесностружечных плит// Изв. вузов. Лесной журнал. 1990. № 3. С. 89-95.
2. Азаров В.И., Зайцева Г.В., Ковернинский И.Н. Модифицирование сульфатным лигнином карбамидоформальдегидного олигомера для применения в деревообработке// Химия древесины. 1988. № 4. С. 84-87.
3. Bera S.C., Pillai C.K., Satyandrdyana K.G. Lignin in spent liquor as a source of polymeric resin\ adhesive\ J. of Scientific and industrial Research. 1985. № 11. P. 599-606.

Таблица 2
Свойства древесностружечных плит на основе лигнокарбамидного связующего

Вид модифицированных ЛС	Количество ЛС, % от массы допольнительной порции карбамида	Плотность плит, кг/м ³	Предел прочности, МПа		Набухание за 24 ч, %	Эмиссия формальдегида, мг/100 г
			при статическом изгибе	при растяжении перпендикулярно пласти		
МЛСНН ₄	50	740	21,8	0,36	18,0	7,1
	100	745	22,0	0,40	21,0	9,6
МЛСН ₄	50	750	21,5	0,36	19,0	14,6
	100	750	20,8	0,31	21,4	20,4
МЛСС ₄ -N ₄	50	746	22,5	0,36	17,2	13,4
	100	750	19,6	0,30	23,1	21,3
ЛСNa негидрокси-метилированные	50	740	20,2	0,26	32,0	30,4
	-	740	19,6	0,35	20,0	25,5
Контроль КФ-МТ-15	-	740	19,6	0,35	20,0	25,5

I Применяли гидрокси-метилированные лигносульфонаты.

2 Эмиссию формальдегида определяли методом WKI (24 ч при 40°C).

4. Wotten A.L., Sellers T., Paridah Md. Tahir. Reaction of formaldehyde with lignin // Forest Prod. J. 1988. № 6. P. 45-46.

5. Анализ конденсационных полимеров/ Калинина А.С., Моторина М.А., Никитина Н.И., Хачапуридзе Н.А.// М.: Химия, 1984. 296 с.

6. Lignosulfonate Polymerization - Effect of cross-linking agents\ Bialski A.M., Bradford H., Lavis N.G., Luthe C.E. // J. of Appl. Polym. Science. 1986. 31. P. 1363-1372.

7. Aula C., Nimz H.H. Die Verwendung von Ablaugenlignin bei der Herstellung von Holzwerkstoffen // Holz als Roh- und Werkst. 1984. 42, № 11. S. 415-419.

8. Крутько Н.П., Воробьева Е.В., Можейко Ф.Ф. Комплексобразование между лигносульфонатами и мочевиноформальдегидной смолой в водно-солевой среде// Журнал прикладной химии. 1988. 61, № 3. С. 592-595.

УДК 674.815

В. В. Васильев, Л. Н. Топорина, Е. Е. Комарова
(С.-Петербургская лесотехническая академия)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ЛИГНОСУЛЬФОНАТОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ОГНЕСТОЙКОСТИ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

Исследована возможность повышения огнестойкости древесностружечных плит путем обработки древесных частиц растворами технических лигносульфонатов с антипиренами и без них. Использование технических лигносульфонатов позволило получить огнестойкие плиты с минимальным содержанием антипиренов.

Широкое применение древесностружечных плит при изготовлении мебели и в строительных конструкциях приводит к повышению пожарной опасности сооружений. Уменьшить или вообще устранить ее можно путем использования огнезащищенных плит.

Горение древесины - основного материала древесностружечных плит - является сложным физико-химическим процессом, который зависит от многих факторов и в первую очередь от характера поведения отдельных компонентов древесины.

Наименее термически стабильный компонент древесины - гемицеллюлозы. Ксилан, выделенный из березы, разлагается с потерей массы, начиная со $160...170^{\circ}\text{C}$, а максимальная скорость выделения летучих продуктов зафиксирована при 240°C [1]. В процессе исследования разложения дуба при 240°C установлено, что пентозаны полностью разрушились, тогда как целлюлоза подверглась разрушению только на одну треть [2]. Интенсивное разрушение целлюлозы, сопровождающееся изменением элементарного звена ее макромолекулы, происходит при температуре выше 200°C [3], по другим данным - выше 240°C [2]. Экзотермический распад лигнина наблюдается при более высокой температуре - $350...450^{\circ}\text{C}$, достигая максимума при 430°C [2].

Термическое разложение компонентов древесины сопровождается выделением горючих газообразных продуктов, причем при разрушении лигнина скорость образования их значительно ниже, чем при разложении гемицеллюлоз и целлюлозы [4,5].

Учитывая, что лигнин является наиболее термостабильным компонентом древесины, предположили, что повышение содержания его в древесностружечной плите приведет к снижению горючести плит.

В качестве лигнинсодержащего компонента использовали технические лигносульфонаты (ЛС) на натриевом основании производства Слоцкого ЦБЗ. Раствор ЛС концентрацией 30% нанесли методом пневматического распыления на сырую стружку, которую затем сушили до влажности 2% и обрабатывали связующим в количестве 12% абс. сухой смолы от массы абс. сухой модифицированной ЛС древесины. В качестве связующего использовали карбамидоформальдегидную смолу КФ-МТ-15 концентрацией 55% с 1% хлорида аммония. Прессовали однослойные плиты толщиной 10 мм при температуре 180°C , давлении 2,0 МПа, удельном времени 0,4 мин/мм толщины гс двой плиты.

Определение группы горючести ДСТП проводили методом

"огневой трубы" по потере массы образца [6], выделение формальдегида из плит - эмиссионным термогидролитическим методом, выдерживая образцы размером 25х25х10 мм в стеклянных емкостях объемом 0,5 л с 50 мл воды при 60°C в течение 4 ч [7]. Содержание формальдегида в растворе находили фотокалориметрическим методом [8].

При оценке степени огнестойкости ДСТП исходили из того, что в соответствии с ГОСТ 12.1.044-84 к категории горючих относятся материалы с потерей массы по "огневой трубе" более 20% [6], а к категории трудногорючих - материалы с потерей массы менее 9% [9].

Результаты испытаний плит, изготовленных из стружки с различным количеством ЛС, представлены в табл.1. Для снижения токсичности ДСТП в композицию, содержащую 10% ЛС, дополнительно ввели 1% карбамида.

Таблица 1
Физико-механические свойства, огнестойкость и токсичность
ДСТП с различным содержанием ЛС и карбамида

Содержание ЛС, %	Плотность, кг/м ³	Прочность при изгибе, МПа	Прочность при растяжении, МПа	Набухание, %	Водопоглощение, %	Потеря массы по "огневой трубе", %	Выделение CH_2O , мг/100 г
-	648	24,8	0,51	35,3	96,1	87,0	26,9
5	660	22,3	0,56	43,5	91,8	23,4	27,8
10	671	23,6	0,57	33,0	77,9	22,5	24,1
20	668	23,5	0,62	27,8	78,6	23,6	13,7
30	686	22,9	0,56	23,8	61,0	14,6	17,9
50	713	26,0	0,59	22,3	41,5	11,1	17,0
10*	710	30,9	0,77	27,5	71,9	22,0	9,7

* Образец ДСТП с добавкой 1% карбамида

Испытания плит показывают, что обработка древесных частиц лигносульфонатами приводит к значительному повышению огнестойкости ДСТП, причем при содержании ЛС 30% и более потеря массы по "огневой трубе" составляет менее 20%, что отвечает требованиям ГОСТ 12.1.044-84. Введение ЛС в состав плит

ты приводит также к улучшению физико-механических показателей и снижению токсичности ДСП пропорционально количеству введенного лигносульфоната. Вместе с тем увеличение содержания ЛС до 50% не позволяет получить плиты класса Е'. Кроме того, при высоком содержании ЛС увеличивается рыхлость плит в результате сокращения доли древесины в единице объема плиты.

Введение 1% карбамида и 10% ЛС позволяет получить плиты класса Е1 с высокими физико-механическими показателями и плотной структурой, однако потеря массы плит при испытании на огнестойкость составляет более 20%.

Для дополнительного снижения горючести ДСП исследовали возможность применения традиционных антипиренов, вводимых совместно с раствором лигносульфонатов. Составы таких антипиренов приведены далее.

Состав 1: Содержание, мас. ч.

Диаммонийфосфат.....	6
Сульфат аммония.....	14
Фтористый натрий.....	1,5
Вода.....	78,5

Состав 2:

Сульфат аммония.....	17,5
Динатрийфосфат.....	2,5
Фтористый натрий.....	1,5
Вода.....	78,5

Состав 3:

Зура.....	10
Борная кислота.....	10
Вода.....	80

Состав 4:

Ортофосфорная кислота.....	36,4...54,5
карбамид.....	40,9...68,2

Составы 1...3 предложены В.М.Хрулевым [10], состав 4 - А.А.Леоновичем [5].

Для придания плитам необходимой степени огнезащиты указанные антипирены вводят в количестве 7...10% от массы абс.

сухой древесины [5,9].

Для проверки влияния антипиреющих добавок различных рецептур изготовили образцы ДСП из древесных частиц, обработанных водными растворами антипиренов. Результаты испытаний представлены в табл.2.

Таблица 2
Физико-механические свойства, огнестойкость и токсичность плит с различным содержанием антипиреющих составов

Но- мер сос- та- ва	Содер- жание анти- пире- на, %	Плот- ность кг/м ³	Проч- ность при изгибе, МПа	Проч- ность при растя- жении, МПа	Набу- хание, %	Водо- погло- щение, %	Потеря массы по "ог- невой трубе", %	Выделе- ние СН ₂ O, мг/100 г
-	-	648	24,8	0,51	35,3	96,1	87,0	26,9
1	4	663	18,6	0,26	48,4	100,7	14,9	8,6
2	4	669	20,2	0,52	50,7	104,0	13,9	8,4
3	4	677	22,3	0,27	56,7	112,5	9,2	19,2
4	4	678	21,4	0,31	38,0	88,4	16,3	16,3
1	10	695	21,9	0,29	68,6	106,2	8,6	9,9
2	10	706	18,9	0,33	61,6	107,4	8,9	18,2
3	10	696	23,8	0,30	55,9	90,7	7,1	41,1
4	10	702	21,0	0,37	45,7	70,8	7,8	3,2

Испытания плит показали, что введение антипиренов приводит к значительному снижению физико-механических свойств плит. Для придания огнестойкости плитам с потерей массы менее 9% нужно вводить антипиреющие составы в количестве 10% от массы абс. сухой стружки.

Исследовали влияние вида и количества антипиреющих составов на вязкость и pH модифицирующего раствора на основе ЛС. Установлено, что введение в модифицирующий раствор антипиренов составов 1...3 приводит к повышению величины pH до нейтральной по сравнению с pH чистых лигносульфонатов, а введение антипирена состава 4 - к понижению pH за счет ортофосфорной кислоты, содержащейся в антипирене.

Вязкость модифицирующих растворов после введения анти-

пириенов изменяется незначительно по сравнению с вязкостью раствора лигносульфоната и отвечает требованиям, предъявляемым к вязкости жидкости, наносимой методом пневматического или механического распыления (не более 35 с по ВЗ-4).

Учитывая, что модифицирующий раствор, находящийся на поверхности древесных частиц, будет контактировать с карбамидоформальдегидным связующим, исследовали влияние вида и количества модифицирующего раствора с антипирирующими добавками на время желатинизации связующего при 100°C. Проведенные исследования показали, что увеличение содержания модифицирующих растворов на основе лигносульфоната и антипириенов составов 1 и 2 приводит к незначительному изменению времени желатинизации связующего, а при использовании состава 3 время отверждения увеличивается значительно. Применение антипириена состава 4, наоборот, ускоряет процесс отверждения смолы, что связано с действием ортофосфорной кислоты.

Таким образом, наиболее перспективными для производства ДСП являются модифицирующие составы, содержащие антипирины 1 и 2, так как эти составы не вызывают значительных изменений свойств связующего.

Исследовали влияние вида и содержания антипирирующих добавок в растворе ЛС на свойства древесностружечных плит. Результаты испытаний приведены в табл. 3.

Испытания показывают, что при использовании модифицирующих составов, содержащих 10% ЛС и 4% антипириенов от массы абс. сухой стружки, получают плиты, имеющие физико-механические показатели выше или на уровне контрольных ДСП. В качестве контрольных использовали плиты, полученные из стружки, обработанной 30%-м раствором лигносульфоната в количестве 10% от массы абс. сухой стружки.

Дальнейшее повышение содержания антипириенов до 7...10% от массы абс. сухой стружки приводит к снижению физико-механических свойств плит, особенно водостойкости. Для плит, содержащих антипирирующий состав 3 (бура + борная кислота), повышение содержания антипириена до 10% приводит к расслоению, что, вероятно, обусловлено взаимодействием антипириена со

связующим.

Испытания огнестойкости плит с 4% антипиренов показали, что составы 1 и 3 обеспечивают потерю массы плиты менее 9%.

Таблица 3

Физико-механические свойства, огнестойкость и токсичность плит с содержанием АС в количестве 10% от массы абс. сухой стружки и различным содержанием антипиреирующих составов

Но- мер сос- тава	Содер- жание анти- пире- на, %	плот- ность, кг/м ³	проч- ность при изги- бе, МПа	проч- ность при растя- жении, МПа	Разбу- хание, %	Водо- погло- щение, %	Потеря массы по "ог- невой трубе" %	Выделе- ние СН ₂ О, мг/100 г
-	-	671	23,6	0,57	33,0	77,9	22,5	24,1
1	4	711	25,9	0,67	35,2	75,7	8,0	10,6
2	4	712	28,2	0,74	33,2	78,6	17,3	19,8
3	4	717	28,4	0,63	31,8	80,0	5,6	29,2
4	4	712	31,9	0,61	27,8	68,0	14,1	13,5
1	7	720	22,6	0,63	46,2	87,3	4,7	8,3
2	7	720	28,3	0,69	48,1	87,9	6,0	17,2
3	7	707	31,3	0,51	40,4	84,4	2,6	37,2
4	7	694	26,1	0,35	35,7	76,7	4,6	15,9
1	10	704	23,0	0,56	44,2	86,3	2,0	8,7
2	10	708	22,2	0,51	50,0	87,0	1,7	16,0
3	10	Р а с с л о е н и е						
4	10	718	23,7	0,50	37,8	80,2	3,2	10,6

Введение антипиреирующих составов 1 и 4 способствует снижению токсичности плит за счет присутствия в них солей аммония (состав 1) и карбамида (состав 4), но не позволяет получить плиты класса Е1.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что наиболее перспективным является модифицирующий раствор, содержащий 10% лигносульфоната от массы абс. сухой стружки и 4% антипиреирующего состава 1.

Для дальнейшего снижения токсичности плит исследовали влияние добавок карбамида к модифицирующему раствору, содер-

Таблица 4

Физико-механические свойства, огнестойкость и токсичность плит с различным содержанием лигносульфоната, карбамида и ангипирена состава I

Содержание ЛС, %	Содержание карбамида, %	Содержание ангипирена, %	Плотность, кг/м ³	Прочность при изгибе, МПа	Прочность при растяжении, МПа	Разрушающее, %	Водопоглощение, %	Выделение СН ₂ O, мг/100 г	Огнестойкость			Потеря массы, %
									Время загорания, с	Время горения, или тления, с		
-	-	-	763	30,3	0,50	34,1	65,7	24,1	33,8	1491,6	91,1	
10	-	-	781	42,7	0,54	15,4	44,8	20,3	94,0	1030,6	22,6	
10	1	2	765	29,4	0,47	39,4	71,1	12,4	96,9	39,0	13,8	
10	1	3	76	33,2	0,52	38,7	82,8	10,7	104,0	30,7	13,0	
10	1	4	757	26,0	0,48	37,2	63,9	9,7	115,4	25,3	10,9	
10	1	5	761	28,9	0,47	37,4	65,2	8,6	120,0	18,5	8,3	

жащему антипирирующий состав 1 и лигносульфонат. Результаты испытаний приведены в табл.4.

Испытания показывают, что модифицирующий состав на основе лигносульфоната, антипирирующего состава 1 и карбамида позволяет получать ДСП с физико-механическими свойствами на уровне свойств плит без модифицирующего состава.

Введение в древесные частицы лигносульфоната и карбамида приводит к снижению токсичности плит, а при содержании антипирена 4...5% обеспечивается выделение формальдегида на уровне требований класса эмиссии E1. Увеличение содержания антипирена в композиции плиты вызывает пропорциональное повышение огнестойкости, причем при содержании антипирена 5% потеря массы плиты - менее 9%.

Таким образом, для изготовления огнезащищенных малотоксичных древесностружечных плит можно рекомендовать обработку сырых древесных частиц модифицирующим раствором, содержащим технические лигносульфонаты, карбамид и антипирен на основе диаммонийфосфата, сульфата аммония и фтористого натрия. Расход абс. сухих компонентов модифицирующего состава, % от массы абс. сухой древесины: АС - 10; карбамид - 1,0; диаммонийфосфат - 1,4; сульфат аммония - 3,3; фтористый натрий - 0,4.

Использование технических лигносульфонатов позволяет в два раза сократить расход более дорогих по сравнению с АС антипиренов без ухудшения физико-механических свойств древесностружечных плит.

Библиографический список

1. Домбург Г.Э., Сергеева В.Н., Попкова А.Н. Кинетика термораспада сернокислотного лигнина осины// Химия древесины. 1970. № 6. С. 133-139.
2. Никитин Н.И. Химия древесины и целлюлозы. М.;Л.: Изд-во АН СССР, 1962. 711 с.
3. Фенгел Д., Вегенер Г. Древесина. Химия, ультраструктура, реакции: Пер. с англ./ Под ред. А.А.Леонovichа. М.: Лес-

ная пром-сть, 1988. 512 с.

4. Домбург Г.Э., Сергеева В.Н. Термические эффекты компонентов клеточной стенки// Химия древесины. 1969. № 4.

5. Леонович А.А. Теория и практика изготовления огнезащитных древесных плит. М.;Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1978. 176 с.

6. ГОСТ 12.1.044-84. Пожароопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. М., 1984.

7. Васильев В.В., Комарова Е.Е. Исследование эмиссионного термогидролитического метода определения формальдегида, выделяющегося из древесностружечных плит// Технология древесных плит и пластиков. Межвуз. сб. Свердловск, 1987. С. 42-45.

8. Комарова Е.Е., Рошмаков Б.В., Васильев В.В. Определение выделяемого из древесностружечных плит формальдегида фотокалориметрическим методом с использованием ацетилацетона// ВНИПИЭИлеспром. Плиты и фанера: Экспресс-информ. 1987, вып. 12. С. 16-19.

9. Шварцман Г.М., Щедро Д.А. Производство древесностружечных плит. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Лесн. пром-сть, 1987. 320 с.

10. Хрулев В.М. Применение полимеров для защиты древесины от возгорания. Улан-Уде: Бурятское книжное изд-во, 1977.

УДК 674.815-41+678.049.9

В. М. Балакин, Т. С. Выдрина, Ю. И. Литвинец,
М. А. Петрова

(Уральский лесотехнический институт)

АНТИПИРЕНЬ НА ОСНОВЕ ОТХОДА ПРОИЗВОДСТВА ДИМЕТИЛФОСФИТА И ИХ ВЛИЯНИЕ НА СВОЙСТВА ДСП

С использованием кубового остатка ректификации диметилфосфита синтезированы

реагенты, которые испытаны в качестве антипиренов для древесностружечных плит. Методом полного факторного эксперимента с последующей оптимизацией функций и экспериментальной проверкой выявлено оптимальное сочетание четырех факторов (типа, количества антипирена и типов отвердителя и связующего), обеспечивающее плитам труднотлеваемость, высокие физико-механические свойства и нетоксичность.

Одной из причин, сдерживающих освоение производства огнестойких ДСП (о-ДСП), является их удорожание при использовании антипиренов. Поэтому актуальны поиск и создание дешевых и эффективных антипиренов и выявление оптимальных их расходов.

Целями данной работы являлись изучение возможности использования продуктов модификации кубового остатка ректификации диметилфосфита в качестве огнезащитных составов для получения труднотлевающих ДСП; выявление математических моделей для адекватного описания зависимостей важнейших свойств о-ДСП от наиболее существенно влияющих факторов и поиск с использованием адекватных уравнений оптимального сочетания данных факторов, обеспечивающего плитам труднотлеваемость, нетоксичность и комплекс физико-механических свойств, предусмотренных ГОСТ 10632-89.

Выбор кубового остатка ректификации диметилфосфита (ДМФ куб) - отхода производства диметилфосфита (ДМФ) - был основан на следующих данных. Во-первых, известно, что реагенты на основе производных фосфорной и фосфористой кислот являются одним из эффективных средств огнезащиты древесных материалов [1,2]. Во-вторых, отход ДМФ куб. доступен, так как образуется в объеме 500 т/год. ДМФ куб. содержит в своем составе в среднем 8% фосфористой кислоты, 55% монометилфосфита, 35% диметилфосфита. На основе ДМФ куб. получено два огнезащитных состава - антипирен 1 (Ант.1) и антипирен 2 (Ант.2).

Ант.1 представляет собой водный раствор аммонийных солей компонентов ДМФ куб., имеющий $\text{pH}=5,5 \dots 6,0$. Ант.2 получен фосфорилированием товарного полиэтиленполиамина (ПЭПА т)

кубовым диметилфосфитом и последующей нейтрализацией продукта аммиаком до $\text{pH}=5,5 \dots 6,0$. Методами титриметрии, высаживания в нерастворитель и весовым установлено, что сухой остаток АНТ.1 составляет 61% и содержит аммонийные соли фосфористой кислоты и монометилфосфита; сухой остаток АНТ.2 составляет 37%; 50% сухого остатка или 18% массы АНТ.2 представляют собой г.глизтиленполиаминометиленфосфонаты.

Для выявления термостойкости и сохранности эксплуатационных свойств антипиренов в технологических условиях их применения (на стадии сушки стружки после нанесения на нее антипирена и на стадии прессования о-ДСТП) был выполнен термический анализ сухих остатков АНТ.1 и АНТ.2 на термоанализаторе фирмы "Paulik" (бывшая ВНР). Полученные дериватограммы (рис.1) свидетельствуют о термоустойчивости антипиренов, незначительная потеря массы которых наблюдается при температурах t выше $180 \dots 200^\circ\text{C}$ (0,9% при 180°C , 2% при 200°C , 10% при 250°C).

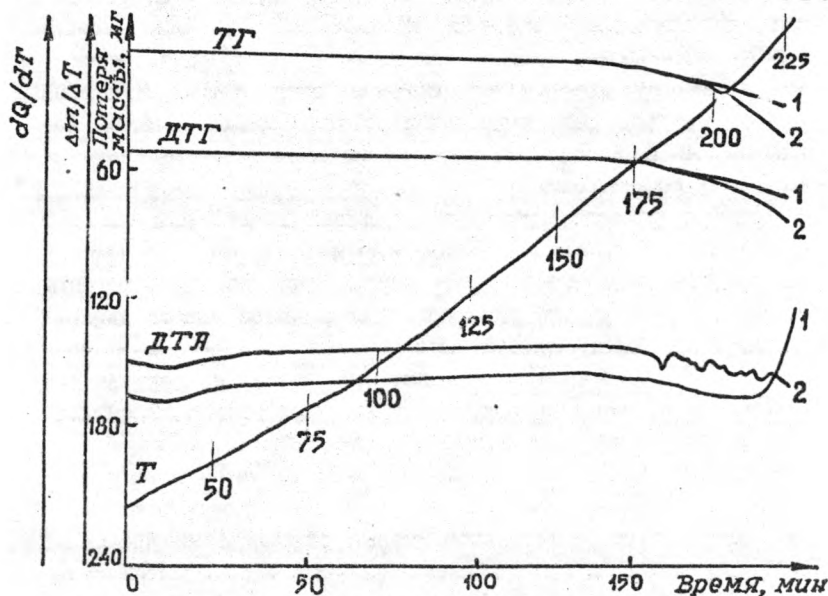


Рис.1. Дериватограммы сухих остатков антипиренов АНТ.1 (1) и АНТ.2 (2)

Потеря массы и слабо выраженные эндоэффекты на кривой ДТА при $T > 170^{\circ}\text{C}$, очевидно, вызваны начальной термодеструкцией солевых форм антипиренов, сопровождающейся выделением газообразного аммиака.

С целью рационального выполнения экспериментов и поиска оптимального сочетания нескольких одновременно варьируемых факторов был использован метод полного двухуровневого четырехфакторного планирования эксперимента (ПФЭ) по формуле

$N = 2^4$ с общим числом опытов 16 [3]. В качестве варьируемых факторов, способных влиять на свойства о-ДСТП, использованы количество (X_1) и тип (X_2) антипирена, тип отвердителя (X_3) и связующего (X_4). Количество антипиренов изменялось от 3 до 7%, тип антипирена был задан содержанием в нем сухого остатка (61% - Ант. 1, 37% - Ант. 2), типы отвердителя и связующего количественно задавались граничным содержанием того или иного компонента (0% - отвердитель реагент ОХА, 100% - NH_4Cl ; 0% - смола КФ-МТ-15, 100% - КФ-О). Расход связующих составлял 13% от массы абс. сухой стружки, расход отвердителей - 1,5% от массы связующего, оптимальный расход которых выявлен при предварительном изучении их влияния на время желатинизации смол.

Матрица планирования экспериментов и результаты опытов представлены в табл.1. Образцы ДСТП были получены в соответствии с условиями каждого опыта (табл.1) в нижеприведенной последовательности операций. На стружку промышленного производства наносился антипирен распылением сжатым воздухом в смесителе периодического действия, после чего стружка сушилась до исходной влажности (2...6%). Сухая стружка подвергалась осмолению аналогично обработке антипиреном. Из осмоленной стружки формировался ковер и подвергался холодной подпрессовке при удельном давлении 0,5 МПа в течение 30...60 с. После холодной подпрессовки проводилось прессование о-ДСТП в горячем прессе при температуре плит пресса 170°C , удельном давлении 2,2...2,5 МПа и времени выдержки 0,5 мин/мм толщины плиты. В результате прессования были получены образцы ДСТП размером 220x220x16 мм и расчетной плотностью 700...750 кг/м³.

Таблица I
Матрица планирования ПФЭ и результаты наблюдений

Номер спыта	Значения варьируемых факторов в выражении				Средние результаты параллельных опре- делений свойств о-ДСП													
	кодированном				натуральном				Поте- ря массы, %		Выделе- ние CH_2O , мг/100 г		Разбу- хание, %		Проч- ность, на из- гиб, МПа		Водопог- лощение, %	
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_1	X_2	X_3	X_4	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5					
I	-	-	-	-	3	37	0	0	11	18	31	15	67					
2	+	-	-	-	7	37	0	0	65	16	55	15	94					
3	-	+	-	-	3	61	0	0	14	32	22	10	86					
4	+	+	-	-	7	61	0	0	8	31	46	12	88					
5	-	-	+	-	3	37	100	0	12	17	27	15	77					
6	+	-	+	-	7	37	100	0	6	20	52	21	86					
7	-	+	+	-	3	61	100	0	8	34	69	7	105					
8	+	+	+	-	7	61	100	0	20	31	58	7	95					
9	-	-	-	+	3	37	0	100	14	18	25	22	65					
10	+	-	-	+	7	37	0	100	0	27	47	16	89					
11	-	+	-	+	3	61	0	100	5	31	50	9	96					
12	+	+	-	+	7	61	0	100	7	39	47	10	81					
13	-	-	+	+	3	37	100	100	11	29	22	17	65					
14	+	-	+	+	7	37	100	100	3	32	39	17	84					
15	-	+	+	+	3	61	100	100	9	36	36	8	83					
16	+	+	+	+	7	61	100	100	9	33	38	7	83					

В качестве откликов (Y) на изменение факторов определялись следующие свойства о-ДСТП: потеря массы при испытаниях образцов методом "огневой трубы" по ГОСТ 12.1.044-84 (Y_1), выделение свободного формальдегида из плит по методу WCI (Y_2), разбухание плит по ГОСТ 10634-88 (Y_3), предел прочности на изгиб по ГОСТ 10635-88 (Y_4) и водопоглощение плит (Y_5). Образцы о-ДСТП были изготовлены в двух параллелях, объем выборок по каждому из показателей плит составлял от 4 до 8 измерений. Обработка результатов параллельных определений осуществлялась методами статистики [3] с использованием программы "Стат" для ЭВМ ЕС-1841. Средние значения свойств полученных плит приведены в табл.1.

Статистическая обработка результатов выявила следующие значения среднеквадратичных ($\sqrt{S^2}$) ошибок определения показателей плит: по потере массы при сжигании - 3,7%, по количеству выделяющегося формальдегида из плит - 3,3 мг/100 г плиты, по разбуханию - 4,8%, по прочности на изгиб - 2,4 МПа, по водопоглощению - 6,9%. Основной причиной выявленных среднеквадратичных отклонений в определениях являются существенные неоднородность и неравномерность распределения компонентов в ДСТП.

Для математического моделирования связи между свойствами готовых плит и варьируемыми факторами было выбрано неполное кубическое уравнение общего вида:

$$Y = B_0X_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + B_3X_3 + B_4X_4 + B_{12}X_1X_2 + B_{13}X_1X_3 + B_{14}X_1X_4 + \\ + B_{23}X_2X_3 + B_{24}X_2X_4 + B_{34}X_3X_4 + B_{123}X_1X_2X_3 + B_{124}X_1X_2X_4 + \\ + B_{134}X_1X_3X_4 + B_{234}X_2X_3X_4$$

Выбор неполного кубического уравнения обусловлен ранее полученными данными о том, что зависимости свойств огнезащитных материалов от различных факторов имеют сложный вид и не могут быть описаны линейными функциями [4].

Проверка коэффициентов уравнений на значимость по критерию Стьюдента и в целом проверка уравнений на адекватность по критерию Фишера выполнена на ЭВМ "ЕС-1841" с привлечением программы "Бокс", разработанной на кафедре технологии переработки пластмасс УЛТИ. В результате регрессионного анализа

выявлена адекватность уравнений, описывающих изменения потери массы, количества выделяющегося формальдегида, предела прочности на изгиб и водопоглощения плит при варьировании указанных выше четырех факторов. Вид полученных уравнений приведен в табл.2.

Таблица 2

Уравнения регрессии для описания зависимости
свойств ДСТП от варьируемых факторов

Свойства ДСТП	Вид уравнения регрессии
Потеря массы	$Y_1 = 9,41 - 1,02X_1 - 0,97X_4 + 2X_1X_2 + 0,82X_1X_3 + 1,14X_2X_3 - 1,54X_2X_4 + 1,24X_1X_2X_3 - 1,37X_1X_3X_4$
Выделение CH_2O	$Y_2 = 27,75 + 0,87X_1 + 1,65X_2 + 1,33X_3 + 2,84X_4 + 0,94X_1X_3 + 1,25X_1X_4 - 1,15X_2X_3 - 1,53X_2X_4 - 1,2X_1X_3X_4 - 1,0X_2X_3X_4$
Разбухание	$Y_3 = 41,6 + 6,34X_1 + 4,44X_2 + 0,99X_3 - 3,58X_4 - 4,59X_1X_2 - 2,14X_1X_3 - 1,6X_1X_4 + 3,43X_2X_3 - 5,44X_3X_4 - 1,73X_2X_3 + 2,26X_1X_3X_4 - 4,93X_1X_3X_4$
Прочность на изгиб	$Y_4 = 13,07 - 4,38X_2 - 0,81X_1X_4 - 0,65X_2X_3 - 0,92X_1X_2X_3 + 0,69X_1X_2X_4 + 0,89X_2X_3X_4$

Предварительный качественный анализ функций (см. табл.2) показал, что практически на все свойства о-ДСТП индивидуальное влияние оказывает количество антипирена (X_1). Причем если стабилизировать все остальные факторы на нулевом уровне, то увеличение содержания антипирена в плитах приводит к снижению потери массы при сжигании, но одновременно к возрастанию токсичности плит, разбухания и водопоглощения. Следовательно, введение антипирена в плиты должно быть незначительным.

Из двух типов исследованных антипиренов (X_2) предпочтительнее использование ант.2 ($X_2 = -1$), так как согласно уравнениям (см. табл.2) в результате индивидуального влияния ант.2 может снижать токсичность, разбухание, водопоглощение и повышать прочность плит.

Тип отвердителя (x_3) оказывает влияние на выделение формальдегида из плит и на величину их разбухания. При этом реагент ОХА ($x_3 = -1$) благоприятнее воздействует на свойства о-ДСТП, способствуя уменьшению токсичности и степени разбухания плит. Воздействие марки связующего (x_4) сказывается на потере массы, токсичности, разбухании и водопоглощении плит (см. табл.2). Если, аналогично вышеприведенному приему, стабилизировать остальные факторы на нулевом уровне, индивидуальное влияние смолы КФ-МТ-15 ($x_4 = -1$) на плиты проявляется в снижении их токсичности, а смолы марки КФ-О ($x_4 = 1$) - в уменьшении разбухания, водопоглощения и потери массы плит при сжигании. Однако следует отметить, что влияние варьированных факторов сложнее вышерассмотренного, так как все эти факторы в разнообразных сочетаниях друг с другом оказывают дополнительное воздействие на свойства о-ДСТП.

Для выявления конкретного наилучшего сочетания факторов была осуществлена оптимизация системы уравнений (см. табл.2) с использованием пакета прикладных программ "Эврика" к ЕС-1841.

Поиск оптимума проводился в условиях минимизации функции потери массы о-ДСТП ($y_1 = \min$) при ограничении значений остальных свойств о-ДСТП: предела прочности на изгиб ($y_4 \geq 14$ МПа); количества выделяющегося формальдегида из плит ($y_2 \leq 30$ мг/100 г плиты); разбухания плит ($y_3 \leq 33\%$).

Координаты экстремальной точки функций определялись при варьировании факторов в кодированном выражении от -1 до $+1$. Стартовыми точками для поиска оптимума служили координаты точек с минимальным ($x_1 = x_2 = x_3 = x_4 = -1$) и максимальным ($x_1 = x_2 = x_3 = x_4 = +1$) значениями факторов.

В результате решения оптимизационной задачи выявлено три варианта сочетания факторов с уровнем доверия 96,6% (табл.3).

Для практической проверки воспроизводимости свойств о-ДСТП и окончательного выбора оптимума были изготовлены образцы плит по условиям всех трех вариантов сочетания факторов, найденных путем оптимизации. Данные экспериментальной проверки показали (см. табл.3), что наилучшим комплексом

свойств обладают ДСТП, изготовленные по третьему варианту оптимизации.

Таблица 3
Расчетные координаты оптимумов и результаты
их экспериментальной проверки

Вариант оптимума	Оптимальное сочетание факторов в выражении		Значения свойств о-ДСТП			
	кодированном	натуральном	потеря массы, %	Выделение CH_2O , мг/100 г плиты	предел прочности на изгиб МПа	Разбухание, %
I	$x_1 = -0,59$	Содержание антипирена 3,8%				
	$x_2 = -1$	Антипирен 2	$\frac{9}{12}$	$\frac{19}{18}$	$\frac{13}{12}$	$\frac{33}{34}$
	$x_3 = 1$	Отвердитель реагент ОХА				
	$x_4 = -1$	Смола КФ-МТ-15				
II	$x_1 = -0,63$	Содержание антипирена 3,7%				
	$x_2 = -1$	Антипирен 2	$\frac{13}{17}$	$\frac{17}{17}$	$\frac{15}{9}$	$\frac{33}{37}$
	$x_3 = -1$	Отвердитель реагент ОХА				
	$x_4 = -1$	Смола КФ-МТ-15				
III	$x_1 = -0,47$	Содержание антипирена 4,1%				
	$x_2 = -$	Антипирен 2	$\frac{12}{14}$	$\frac{21}{18}$	$\frac{19}{21}$	$\frac{33}{26}$
	$x_3 = -1$	Отвердитель реагент ОХА				
	$x_4 = 1$	Смола КФ-О				

* В числителе значения свойств о-ДСТП, рассчитанные по уравнениям регрессии, в знаменателе - значения свойств о-ДСТП, полученные при экспериментальной проверке.

Такие плиты получают с применением связующего КФ-О (13%), отвердителя ОХА (1,5%) и добавок Ант.2 в количестве 4,1% от массы абс. сухой стружки. По своим показателям плиты удов-

летворяют всем требованиям ГОСТ 10632-89, имея предел прочности на изгиб 21 МПа, разбухание 26%, являются трудногорючими с потерей массы при сжигании 14% и по токсичности относятся к классу Е2 с эмиссией формальдегида из плит 18 мг/100 г плиты.

Таким образом, выполненными исследованиями показано, что отход производства диметилфосфита может быть использован для получения антипиренов, при рациональном применении которых получают огнестойкие, малотоксичные ДСТП с высокими физико-механическими показателями.

Библиографический список

1. Леонович А.А. Древесные композиционные материалы пониженной горючести // ВНИПИЭЛеспром. Плиты и фанера: Обзор. информ. 1991, вып. 4. 54 с.
2. Леонович А.А. Новое в снижении горючести древесины и древесноплитных материалов // ВНИПИЭЛеспром. Плиты и фанера: Обзор. информ. 1991, вып. 1. 44 с.
3. Ахназарова С.А., Кафаров В.В. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии. М.: Высш. шк., 1985. 327 с.
4. Балакин В.М., Выдрина Т.С. и др. Огнезащитные составы на основе кубовых остатков производства капролактама // Технология древесных плит и пластиков: Мужвуз. сб. Свердловск, 1992. С. 49-54.

УДК 674.815-41+678.49.31

*В. М. Балакин, Ю. И. Литвинец, Т. С. Выдрина,
С. А. Орлов, М. В. Бизова, М. Е. Никитина
(Уральский лесотехнический институт)*

ИССЛЕДОВАНИЕ ОГНЕЗАЩИТНОГО СОСТАВА НА ОСНОВЕ МАТОЧНОГО РАСТВОРА ПРОИЗВОДСТВА ИТФ

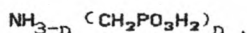
Исследовано влияние огнезащитного состава (амифола), содержащего аммонийные соли

аминометиленфосфоновых кислот и хлорид аммония, на свойства древесностружечных плит. Найден оптимальный расход состава (5%), обеспечивающий потерю массы в огневой трубе менее 20%, время самостоятельного горения - менее 60 с.

Проведены испытания огнезащитного состава в промышленных условиях на линии по производству древесностружечных плит в двухэтажном прессе. Испытания подтвердили результаты и исследований.

Маточный раствор производства нитрилотриметиленфосфоновой кислоты (НТФ) является крупнотоннажным отходом производства и содержит в своем составе следующие основные компоненты:

- смесь аминотриметиленфосфоновых кислот формулы



где $n = 0 \dots 3$;

- хлористый водород;
- фосфористую и фосфорную кислоты.

Как известно, аммонийные соли этих компонентов обладают огнезащитным действием, поэтому нейтрализацией маточного раствора производства НТФ аммиаком можно получить огнезащитный состав, снижающий горючесть древесностружечных плит (ДСТП).

Для определения оптимальной степени нейтрализации маточного раствора аммиаком были получены огнезащитные составы с разными значениями pH раствора (табл.1).

Таблица 1

Краткая характеристика огнезащитных составов
на основе маточника НТФ

Номер состава	pH раствора	Содержание, %		
		сухих веществ	азота	хлора
1	3	36,5	7,5	10,0
2	5	35,2	8,4	9,5
3	7	33,9	9,4	9,1
4	9	32,1	8,4	8,9

Изучение эффективности огнезащитных составов проводилось на образцах однослойных ДСТП, изготовленных из промышленной стружки. В качестве связующего применяли карбамидоформальдегидную смолу КФ-О, норма расхода 13%; отвердитель - 20%-й раствор хлористого аммония, норма расхода - 1%. Огнезащитные составы в количестве 7% по сухому с гатку к абс. сухой стружке распыляли в смесителе на сухую стружку, затем стружку высушивали до исходной влажности при 110-120°C и осмолляли. Сформированный древесностружечный ковер прессовали при 150°C, удельном давлении 2 МПа и времени 0,5 мин/мм. Оценка горючести плит проводили по ГОСТ 12.1.044-84 методом "огневой трубы". Физико-механические показатели ДСТП определяли по ГОСТ 10634-88. Результаты определения горючести ДСТП приведены в табл.2, физико-механические показатели на рис.1.

Таблица 2

Влияние pH растворов огнезащитных составов
на горючесть ДСТП в "огневой трубе"

Показатели горючести	Значения показателей при pH состава			
	3	5	7	9
Время зажигания, с	150	150	150	150
Время самостоятельного горения, с	отсутствует			
Потеря массы, %	3,8	2,9	2,2	1,7

На основе полученных результатов можно сделать вывод, что увеличение pH огнезащитного состава (при его одинаковом расходе 7%) приводит к снижению потери массы ДСТП в "огневой трубе". Прочность ДСТП изменяется незначительно, разбухание плит до pH=6...7 растет, при более высоких значениях pH изменяется мало. Таким образом, по совокупности влияния на свойства ДСТП огнезащитный состав должен иметь значение pH 5...7.

В настоящее время завод-изготовитель НТФ нейтрализацией аммиаком маточного раствора выпускает реагенты амифол

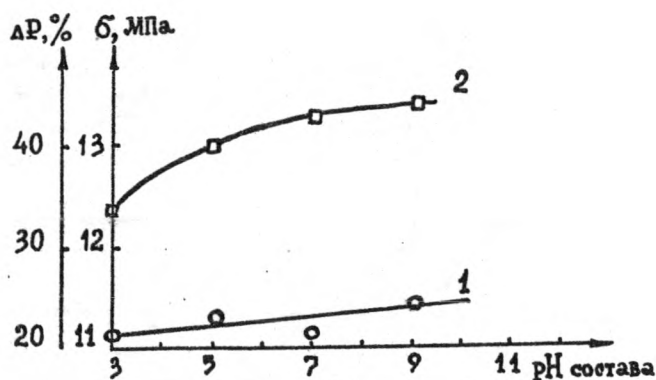


Рис. 1. Зависимость физико-механических показателей ДСТП с 7% огнезащитного состава от pH состава:
1 - предел прочности при статическом изгибе σ , МПа;
2 - разбухание ΔP , %

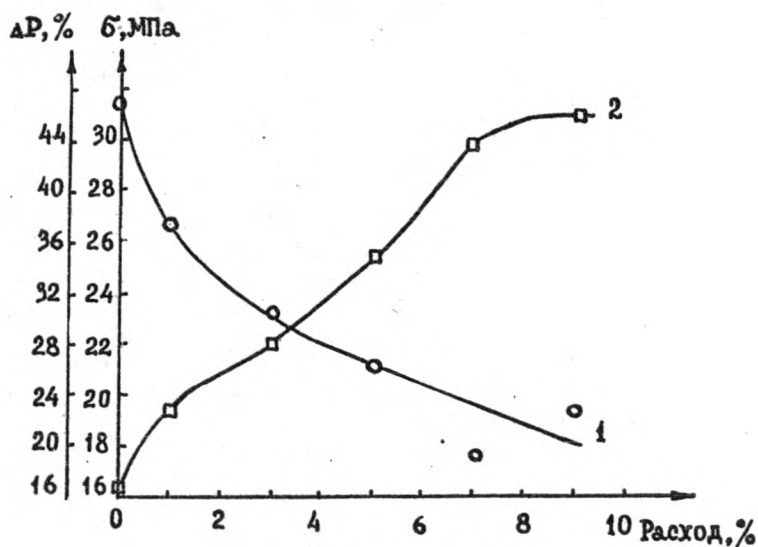


Рис. 2. Влияние расхода амида на физико-механические показатели ДСТП: 1 - предел прочности при статическом изгибе, МПа; 2 - разбухание, %

(ТУ 6-09-20-195-91) и амифол-раствор (ТУ 6-09-20-197-91). С учетом вышеприведенных результатов для использования в качестве огнезащитного средства представляет интерес амифол-раствор со следующими показателями:

массовая доля фосфоновых кислот в пересчете
на НТФ, %, не менее10
массовая доля аммония, %, не менее.....7
рН раствора.....5,5...6,5
Для определения оптимального расхода амифола было изучено его влияние на свойства ДСТП (табл. 1.3, рис. 2).

Данные табл. 3 показывают, что при расходе амифола свыше 5% обеспечиваются требуемые показатели горючести – потеря массы менее 20%, время самостоятельного горения менее 60 с. По сравнению с контрольными образцами ДСТП (без амифола) у плит с амифолом снижается прочность и увеличивается разбухание. Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод, что введение амифола в количестве 5...6% от массы абс. сухой стружки обеспечивает снижение горючести ДСТП при некотором ухудшении физико-механических показателей, которое может быть компенсировано технологическими приемами в производстве плит (повышением давления или увеличением времени прессования).

Таблица 3

Влияние расхода амифола на горючесть ДСТП
в "огневой трубе"

показатели горючести	Значения показателей при расходе амифола, %					
	0	1	3	5	7	9
Время зажига- ния, с	133	150	150	150	150	150
Время самостояте- льного горения, с	277	216	30	5	0	0
Потеря массы, %	76	40	17	12	4	4

Технология огнезащиты ДСТП реагентом амифол была апробирована в промышленном масштабе в цехе по производству трехслойных плит в двухэтажном прессе (польская линия произ-

водительностью 18 тыс. м³). Амифол в виде раствора наносился на сырую стружку путем распыления сжатым воздухом из форсунки, встроенной в трубопровод подачи стружки перед роторным питателем сушильного барабана. Подача амифола в форсунку осуществлялась самотеком из расходной емкости, расположенной выше уровня форсунки. В этих условиях максимально достижимый расход амифола не превышал 4%.

Условия изготовления опытно-промышленной партии ДСП с добавкой реагента амифол приведены ниже:

Тип связующего.....	смола КФ-МТ-15 производства томского НХК
Вид отвердителя.....	реагент ОХА в количестве 3,5...4% от массы абс.сухой смолы
Температура прессования, °С.....	185...190
Время общего цикла прессования мин.....	5...6
Влажность стружки, % :	
сырой.....	75...85
сухой.....	3...4
Содержание сухих веществ в амифоле, %.....	36...38
Расход амифола, % к массе абс. сухой стружки.....	3,9-4,0

Результаты испытаний выпущенной партии ДСП (15 м³) приведены в табл.4.

Анализ данных табл.4 показывает следующее.

1. Введение около 4% амифола в сырую стружку с последующей сушкой в стандартных условиях позволяет значительно снизить горючесть плит - потеря массы в "огневой трубе" составляет 22,5%. Из этого следует очень важный вывод о том, что амифол при высоких температурах в сушильном барабане не теряет огнезащитного действия.

2. Амифол снижает прочность ДСП на изгиб, хотя значение предела прочности (13,6 МПа) близко к наименьшему допустимому значению для плит марки П-В (14,0 МПа).

Таблица 4

Физико-механические свойства ДСТП с добавкой амифола

Показатели	Норма по ГОСТ 10632-89 для плит марки		Фактическое значение показателя		Метод испытаний
	П-А	П-В	контрольных плит	плит с добавкой амифола	
Влажность, %					ГОСТ
T_H^*	5	5	4,1	4,2	10634-88
Предел прочности при изгибе, МПа, для толщины от 13 до 19 мм, T_H	16	14	20,1	13,6	ГОСТ 10634-88
Разбухание по толщине, %:					ГОСТ 10634-88
за 24 ч (размер образцов 100x100 мм), T_B^*	22	33	15,5	23,7	
за 2 ч (размер образцов 25x25 мм), T_B	12	15	15,0	15,5	
Потеря массы ДСТП при сжигании в "огневой трубе", %	-	-	84,8	22,5	ГОСТ 12.1.044-85
Содержание формальдегида, мг/100 г для класса эмиссии:					Метод WKI ***
Е1	до 10				
Е2	10...30			14,6	
Е3	30...60		54,6		

* T_H , T_B - нижний и верхний предельные значения показателя.

** Температура - 60°C, время выдержки - 4 ч.

3. Показатели разбухания плит соответствуют требованиям ГОСТ 10632-89.

4. Добавка амифола значительно снижает токсичность плит. Содержание формальдегида в плитах с амифолом уменьшается до 14,6 мг/100 г против 54,6 мг/100 г в контрольных плитах без добавки амифола.

Таким образом, проведенные опытно-промышленные работы

подтверждают основные результаты исследований и показывают перспективность применения амифола для снижения горючести и токсичности древесностружечных плит.

УДК 674.8-41+678.586

Н. И. Коршунова, Е. И. Балашова
(Уральский лесотехнический институт)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕВЕСНЫХ ПИРОГЕННЫХ СМОЛ В КАЧЕСТВЕ ФЕНОЛЬНОГО СЫРЬЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ ФЕНОЛОФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ СВЯЗУЮЩИХ

Синтезированы фенолоспирты с частичной (10...50%) заменой фенола на фенолосодержащие фракции древесных пирогенных смол. Исследованы свойства фенолоспиртов и показана возможность использования полученных олигомерных продуктов в качестве связующего древесных полимерных композиционных материалов.

Древесные композиционные материалы часто получают с использованием в качестве клеевых и связующих веществ фенолоформальдегидных олигомеров, обеспечивающих высокие эксплуатационные свойства изделий.

Возможность использовать в качестве фенольного сырья в производстве фенолоформальдегидных олигомеров лесохимические фенолы, содержащиеся в жидких продуктах сухой перегонки древесины, заинтересовала исследователей давно.

Были разработаны способы фракционирования древесных смол и повышения активности лесохимических фенолов путем их пиролиза, способы извлечения фенолов из древесных смол и отделения их от кислот и нейтральных веществ. Однако способы активации и выделения фенолов из лесохимических древесных смол оказались трудоемки и дороги и не смогли конкурировать с производством синтетического фенола.

В настоящее время ситуация меняется и лесохимические древесные смолы могут оказаться вполне конкурентоспособным

фенольным сырьем, особенно если появится возможность использовать лесохимические смолы без выделения из них фенолов.

Нами были использованы различные продукты лесохимических предприятий, содержащие в своем составе фенолы и их производные, в качестве фенольного сырья для частичной замены синтетического фенола при синтезе фенолоформальдегидных олигомеров. Замена фенола производилась только частично, так как древесные смолы, кроме фенолов, содержат большое количество нейтральных веществ и кислот, которые в реакции поликонденсации не участвуют и могут оказывать на процесс синтеза и свойства образующихся олигомеров отрицательное влияние.

По методике получения фенолоспиртов были синтезированы продукты с частичной заменой фенола на фенолосодержащие фракции древесных пирогенных смол:

смола древесная омыленная (СДО);

ингибитор древесносмоляной (ИН);

экстракционная смола (ЭС);

смола древесная (СД).

Замену фенола проводили с учетом содержания фенольных компонентов в древесных смолах и древесносмоляных продуктах, которое колебалось в зависимости от различных факторов и составляло по литературным данным от 30 до 70%. Разная реакционная способность фенольных компонентов не учитывалась. Высокая кислотность некоторых лесохимических продуктов требовала для нейтрализации и создания щелочной среды в реакционной массе повышенного по сравнению с рецептурой расхода едкого натра.

Свойства синтезированных фенолоспиртов представлены в табл. 1. Массовая доля сухих остатков полученных продуктов мало отличается от массовой доли сухого остатка контрольного образца и зависит от концентрации и массы вводимого в реакцию лесохимического продукта. Кислотность среды находится в зависимости от количества добавленной щелочи и составляет 7,6...9,6. Вязкость продуктов практически не отличается от вязкости контрольного образца, не изменяется во времени и мало зависит от количества заменяемого фенола. Исключение

Таблица I

Свойства олигомеров

Фенолсодержащий компонент	Обозначение	Количество, %	Обозначение олигомера	Вязкость по ВЗ-4, с	Массовая доля сульфогруппы, %	рН	Содержание, %		Время отверждения на плите при 150°C, с
							щелочи	формальдегида	
СДО	10		FC-CDO-10	52	48,0	9,3	1,0	9,3	51
	20		FC-CDO-20	56	48,1	9,4	1,2	9,5	80
	30		FC-CDO-30	140	48,3	9,5	1,4	9,0	113
	40		FC-CDO-40	165	48,8	9,6	1,7	6,3	157
	50		FC-CDO-50	197	51,6	9,6	2,1	7,15	230
И	10		FC-IN-10	13,2	44,8	8,8	0,8	6,6	81
	20		FC-IN-20	13,2	46,6	8,8	1,0	9,1	81
	30		FC-IN-30	13,2	47,2	8,8	1,0	9,1	82
	40		FC-IN-40	13,2	47,0	8,8	1,0	9,1	84
	50		FC-IN-50	13,2	47,0	9,0	1,0	9,1	121
ЭС	10		FC-C-10	13,2	46,1	7,6	1,3	8,5	28
	20		FC-C-20	13,3	44,9	7,8	1,3	8,0	26
	30		FC-C-30	13,6	45,8	7,8	1,1	9,1	29
	40		FC-C-40	14,0	45,9	8,6	1,2	1,4	20
	50		FC-C-50	14,6	47,3	8,6	1,4	9,5	17
СА	10		FC-CA-10	12,4	36,5	7,6	0,95	9,8	82
	20		FC-CA-20	12,6	39,6	7,8	1,2	8,6	81
	30		FC-CA-30	13,1	46,7	8,0	1,4	6,3	81
	40		FC-CA-40	13,5	49,0	8,2	1,3	3,2	65
	50		FC-CA-50	15,1	50,5	9,2	1,5	2,2	47
-	-	-	FC	13,5	43,8	8,0	0,97	7,15	25

составляют образцы, полученные с использованием СДО. В этом случае продукт имеет более высокую вязкость, которая растет с увеличением количества добавленной СДО и с увеличением времени хранения готового продукта.

Содержание свободного формальдегида в первых трех типах образцов колеблется от 6 до 9,5% и незначительно отличается от содержания формальдегида в контрольном фенолоспирте (7,15%). В образцах, полученных с использованием в качестве фенолсодержащего компонента смолы древесной, содержание свободного формальдегида уменьшается с увеличением количества вводимого модификатора.

Время отверждения образцов зависит от типа и количества модификатора. У образцов, синтезированных с использованием экстракционной смолы, время отверждения находится на уровне контрольного фенолоспирта, в случае применения СДО и ИИ оно существенно выше и увеличивается с ростом доли вводимого лесохимического компонента. В образцах, полученных с использованием смолы древесной (СД), с увеличением ее количества время отверждения уменьшается, оставаясь больше времени отверждения контрольного образца.

Растворимость в воде полученных образцов в соотношении по объему 1:1 хорошая.

Сопоставление свойств синтезированных образцов со свойствами контрольного образца фенолоспирта позволяет предположить участие лесохимических компонентов в реакциях синтеза и возможность использования их в качестве связующих веществ для композиционных материалов.

Были изготовлены древесные полимерные композиционные материалы (ДПКМ), содержащие в качестве наполнителя древесный опил, а в качестве связующего - синтезированные фенолоспирты. Режим прессования образцов следующий: температура 160°C, давление 50 МПа, время выдержки 10 мин. За критерий качества ДПКМ принимали предел прочности образцов при статическом изгибе, водопоглощение и разбухание. Свойства образцов ДПКМ приведены в табл.2.

Таблица 2

Свойства композиционных материалов

Обозначение олигомера	Водопоглощение, %	Разбухание %	Прочность при изгибе, МПа
ФС	10,8	6,9	25,1
ФС-СДО-10	11,4	6,7	31,9
ФС-СДО-20	11,0	6,5	32,2
ФС-СДО-30	9,4	5,7	35,0
ФС-СДО-40	12,2	9,5	30,3
ФС-СДО-50	13,1	10,0	28,5
ФС-ИН-10	17,8	10,9	29,1
ФС-ИН-20	26,1	13,6	25,2
ФС-ИН-30	32,7	15,6	15,8
ФС-ИН-40	33,9	18,6	12,8
ФС-ИН-50	36,3	19,8	10,4
ФС-ЭС-10	20,7	7,4	27,7
ФС-ЭС-20	21,7	9,7	19,4
ФС-ЭС-30	23,3	11,0	13,4
ФС-ЭС-40	23,5	11,4	11,6
ФС-ЭС-50	27,1	12,3	9,5
ФС-СД-10	15,2	10,4	20,7
ФС-СД-20	15,0	7,0	31,3
ФС-СД-30	11,8	4,0	31,4
ФС-СД-40	10,7	2,2	42,2
ФС-СД-50	9,0	3,0	38,1

Анализ полученных результатов по водопоглощению, разбуханию и пределу прочности при статическом изгибе позволяет выделить композиционные материалы на основе связующих с заменой 10% фенола на ингибиторную фракцию или экстракционную смолу и с заменой 20...50% фенола на нефракционированную смолу древесную. Эти фенолоспирты были исследованы на содержание свободного фенола. Массовые доли свободного фенола в

них оказались довольно низкие и находились в пределах, определяемых стандартами для фенолоспиртов.

Таким образом, полученные экспериментальные результаты позволяют сделать вывод о возможности частичной замены синтетического фенола на фенолсодержащие лесохимические продукты при синтезе фенолоформальдегидных олигомеров (фенолоспиртов).

УДК 674.815-41

В. В. Васильев, Е. Е. Комарова

(С.-Петербургская лесотехническая академия)

СНИЖЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ ПЛИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ОТХОДОВ ДЕРЕВООБРАБОТКИ И КОСТРЫ ЛЬНА

Исследована возможность снижения токсичности плитных материалов из отходов деревообработки и костры льна путем обработки сырых частиц техническими лигносульфонатами аммония в количестве 15% абс. сухого ЛС от массы абс. сухих частиц. Введение лигносульфонатов на NH_4^+ основании позволяет получать плиты класса эмиссии формальдегида E1.

Древесные плиты являются эффективным заменителем деловой древесины. В качестве технологического сырья для их производства можно применять отходы деревообработки (обрезки досок, горбыль, рейки, опилки, станочную стружку) и лесное растительное сырье, например отходы сельскохозяйственного производства (костру льна) [1]. Мелкие отходы деревообработки могут служить самостоятельным сырьем для изготовления плитных материалов типа древесностружечных, кусковые отходы перерабатывают на щепу [2]. В производстве плитных материалов из отходов деревообработки и костры льна применяют карбамидоформальдегидную смолу, и поэтому снижение токсичности рассматриваемых плит представляет актуальную проблему.

Исследовали возможность снижения токсичности плитных материалов из отходов деревообработки и костры льна путем обработки сырых частиц растворами технических лигносульфонатов (ЛС) на Ca-Na , Na , NH_4^+ основаниях. В качестве отходов деревообработки применяли станочную стружку и опил. Влажные древесные частицы и костру льна обрабатывали 30%-м раствором ЛС в количестве 5...50% абс. сухого ЛС от массы абс. сухих частиц. Влажность станочной стружки перед обработкой составляла 10,8, костры льна - 11,5%. После нанесения ЛС частицы сушили до влажности 2...3%. При изготовлении плит в качестве связующего использовали смолу марки КФ-О с 1% хлористого аммония в качестве отвердителя. Количество связующего в плите - 12%. Температура прессования - 170°C, продолжительность - 0,3 мин/мм при толщине плит 16 мм. В процессе прессования плит производили отбор выделяющихся газообразных продуктов [3]. В полученном конденсате определяли содержание формальдегида фотоколориметрическим титрованием с использованием ацетилаcetона. Токсичность готовых плит определяли перфораторным методом согласно ГОСТ 27678-88.

Физико-механические свойства плит из станочной стружки, представленные в табл.1, показывают, что обработка древесных частиц при содержании ЛС до 20% приводит к повышению прочности плит при статическом изгибе и снижению разбухания плит пропорционально количеству введенного ЛС. Вид варочного основания ЛС не оказывает существенного влияния на изменение физико-механических свойств плит.

Количество летучих компонентов, выделившихся при прессовании (табл.1) и из готовых плит (рис.1), показывает, что обработка стружки ЛС снижает выделение формальдегида.

Анализируя полученные данные, по виду варочного основания мы можем разделить лигносульфонаты на две группы: незначительно снижающие выделение формальдегида из плит - на Ca-Na основаниях; существенно снижающие выделение формальдегида и позволяющие получать плиты класса E1 - на NH_4^+ основании.

Таблица 1

Физико-механические свойства плит из станочной стружки,
обработанной различными лигносульфонатами

Варочное основание ЛСТ	Содержание ЛСТ, %	Плотность, кг/м ³	Прочность при изгибе, МПа	Прочность при растяжении, МПа	Разбухание, %	Выделение СН ₂ О при прессовании плит, мг/100 г
-	-	709	15,8	0,64	19,5	17,5
Са-Na	5	686	16,5	0,60	16,6	16,4
	10	676	13,6	0,62	15,0	15,7
	15	680	18,7	0,65	14,2	15,0
	20	699	18,5	0,63	13,5	14,1
	30	688	15,5	0,76	10,8	11,8
	50	734	12,2	0,44	9,7	9,4
Na	10	704	19,1	0,72	15,6	16,1
	20	707	18,3	0,68	13,7	14,3
NH ₄ ⁺	5	712	18,7	0,83	16,5	16,6
	10	707	19,0	0,88	16,9	13,0
	15	718	17,3	0,73	17,7	10,8
	20	726	16,9	0,59	17,4	11,1

Аналогичные результаты были получены и при изготовлении плитных материалов из костры льна. Обработка частиц костры растворами ЛС в количестве 5...20% приводит к возрастанию прочности и водостойкости плит независимо от варочного основания (табл.2), а выделение формальдегида из плит (табл.2, рис.2) снижается более интенсивно при обработке костры лигносульфонатам на аммонийном основании.

Более существенное снижение выделения формальдегида при прессовании и из готовых плит при использовании для обработки частиц растворов лигносульфонатов аммония можно объяснить присутствием в ЛС аммиака, способного активно связывать формальдегид.

На основании проведенных исследований плит можно сделать вывод, что для улучшения физико-механических свойств

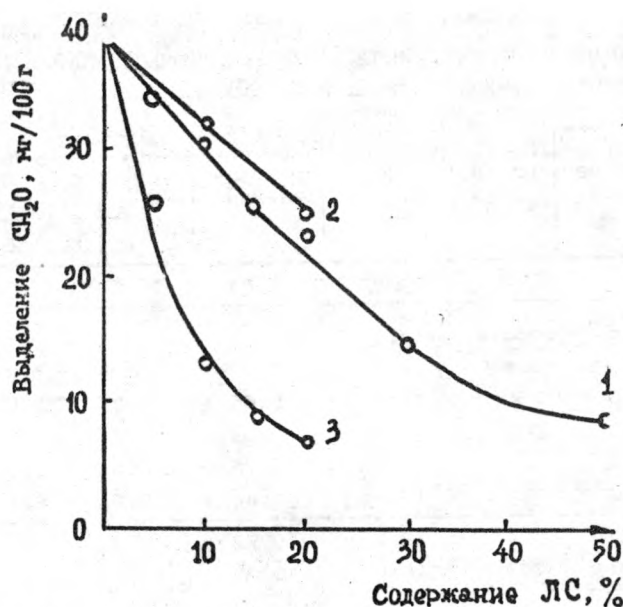


Рис. 1. Зависимость токсичности плит из станочной стружки, обработанной ЛС на Ca-Na (1), Na (2) и NH_4 (3) основаниях, от содержания ЛС

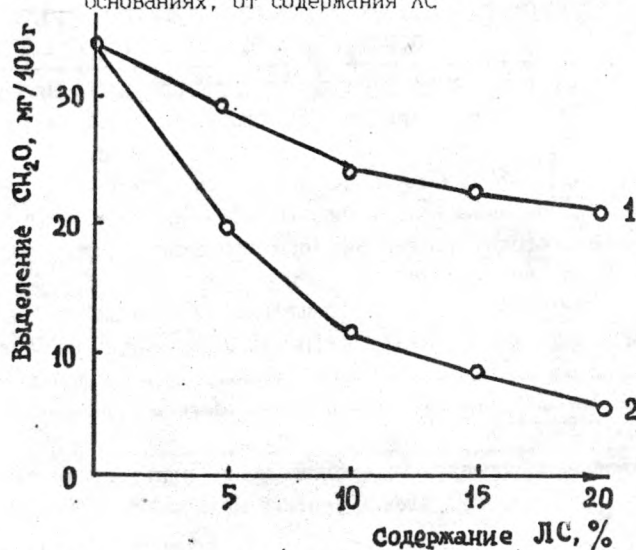


Рис. 2. Зависимость токсичности плит из костры льна, обработанной ЛС на Ca-Na (1) и NH_4 (2) основаниях, от содержания ЛС

Таблица 2

Физико-механические свойства плит из костры льна,
обработанной различными лигносульфонатами

Варочное основание ЛСТ	Содержание ЛСТ, %	Плотность, кг/м ³	Прочность при изгибе, МПа	Прочность при растяжении, МПа	Разбухание, %	Выделение СН ₂ О при прессовании плит, мг/100 г
-	-	624	12,3	0,29	33,9	22,0
Ca-Na	5	632	14,4	0,31	27,4	19,7
	10	640	15,0	0,33	25,2	19,3
	15	635	14,8	0,32	23,8	17,4
	20	629	13,9	0,30	23,6	16,5
NH ₄ ⁺	5	624	14,1	0,31	28,3	15,0
	10	636	14,3	0,28	25,8	11,6
	15	637	15,2	0,33	24,4	9,7
	20	647	14,9	0,30	23,5	8,5

плит и снижения их токсичности целесообразно обрабатывать частицы древесины и костры льна лигносульфонатами аммония в количестве 15% абс. сухого ЛС от массы абс. сухих частиц. Введение в таком количестве ЛС на NH₄⁺ окислении позволяет получать плиты класса эмиссии формальдегида Е1.

Библиографический список

1. Танский В.В. Строительные материалы из костры. М.: Изд-во ЦИНТИбумдревпром, 1961. 48 с.
2. Пучков Б.В. Измельчение сырья для древесных плит. М.: Лесн. пром-сть, 1960. 120 с.
3. Васильев В.В., Рошмаков В.В. и др. Влияние технологических факторов на выделение газообразных продуктов при прессовании древесностружечных плит// Изв. вузов. Лесной журнал. 1988. № 5. С. 55-59.

УДК 674.815 41

Н. В. Генбутис

(С.-Петербургская лесотехническая академия)

В. Б. Семенова, Е. А. Маслакова

(НИИплесдрев)

ПРИМЕНЕНИЕ ОСТАТКА ВАКУУМНОЙ РЕКТИФИКАЦИИ ГАЧА И ПЕТРОЛАТУМА В ПРОИЗВОДСТВЕ ВОДОСТОЙКИХ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

Предложен новый гидрофобизатор - остаток вакуумной ректификации гача и петролатума (ОВРГ).

Нанесение продукта ОВРГ на древесную стружку в количестве 1...3% от массы абс. сухой стружки приводит к снижению разбухания и водопоглощения древесностружечных плит в 3...4 раза. При нанесении продукта ОВРГ на поверхность плит в количестве 1...2,5% можно получить плиты для строительства (пола, перекрытия).

В настоящее время с целью повышения водостойкости древесностружечных плит используют парафин. На наш взгляд, это не всегда оправдано, поскольку парафин достаточно дефицитный продукт.

В институте НИИплесдрев были проведены работы по поиску эффективных и недефицитных заменителей парафина. Одним из таких продуктов является остаток вакуумной ректификации гача и петролатума (ОВРГ).

Продукт ОВРГ представляет собой смесь углеводородов различного строения и имеет следующий состав, % : предельные углеводороды - 49, непредельные углеводороды - 29, легкая ароматика - 20, средняя и тяжелая ароматика - 2.

По своим физическим свойствам продукт ОВРГ близок к парафину (табл.1).

О высокой водоотталкивающей способности продукта ОВРГ говорит показатель краевого угла смачивания. Краевой угол смачивания определялся в системе гидрофобизированная поверхность - капля воды - воздух. Испытание проводили на образцах

древесины березы (чистота обработки поверхности не ниже 8 кл.)

Таблица 1

Физические свойства парафина и продукта ОВРГ

Гидрофобизатор	Угол смачивания, град	Плотность, кг/м ³	Молекулярная масса	Температура, °С		
				застывания	плавления	вспышки
Парафин	90	888	420	54	56,0	160
Продукт ОВРГ	92	88	552	64	62,5	240

С целью изучения возможности использования продукта в производстве древесностружечных плит в лабораторных условиях изготавливали трехслойные плиты толщиной 16 мм. Размер плит 640x490 мм.

Технологические параметры изготовления плит следующие: плотность - 750 кг/м³; соотношение слоев 40:60; содержание связующего в наружном слое - 14, в среднем слое - 10%; хлористый аммоний - 1% по сухому веществу; температура прессования - 16...15°C; продолжительность прессования - 0,3 мин/мм.

Гидрофобизаторы - парафин и ОВРГ - вносили в виде расплава. В качестве связующего использовали карбамидоформальдегидную смолу производства ПО "Сатурн", г. Томск. Смола и стружка отбирались в действующем цехе завода ДСП-250.

Готовые плиты испытывали согласно ГОСТ 10632-88. Результаты испытаний представлены в табл. 2.

Таблица 2

Показатели физико-механических свойств
древесностружечных плит

Гидрофобизатор	Содержание гидрофобизатора, % от массы абс. сухой древесины	Плотность, кг/м ³	Линейное разбухание, %	Предел прочности, МПа	
				при изгибе	при растяжении перпендикулярно пласти плиты
ОВРГ	1	798	8,4	26	0,72
	2	830	6,9	24	0,68
	3	817	5,2	24	0,69

Окончание табл. 2

Парафин	1	781	8,9	24	0,67
	2	801	7,2	22	0,73
	3	801	6,1	25	0,59
-	-	782	21,0	23	0,90

Полученные данные показывают, что продукт ОВРГ может быть эффективным заменителем парафина.

В настоящее время продукт ОВРГ прошел промышленную проверку. Были проведены опытно-промышленные выработки древесностружечных плит в ряде действующих цехов по производству плит на Уфимском фанерном комбинате, Свердловском ДОЗе, Тюменском заводе ДСП-250 и др.

Результаты испытания полученных в промышленных условиях древесностружечных плит представлены в табл. 3.

Таблица 3

Показатели физико-механических свойств древесностружечных плит промышленного изготовления

Предприятие и тип гидрофобизатора	Плотность кг/м ³	Линейное разбухание, %	Предел прочности, МПа		Содержание формальдегида, мг/100 г
			при изгибе	при растяжении перпендикулярно пласти плиты	
ДСП-250 ¹ г. Тюмень					
Древесностружечные плиты с ОВРГ	760	4,7	21	0,73	25
Контроль (древесностружечные плиты без гидрофобизатора)	729	23,4	22,6	0,90	34
Уфимский фанерный комбинат ²					
Древесностружечные плиты с ОВРГ	780	8,4	22,9	0,70	7

Окончание таблицы 3

Древесно-стружечные плиты с парафином	787	6,2	26,7	0,57	9
---------------------------------------	-----	-----	------	------	---

- Примечания. 1. Содержание продукта ОВРГ - 2% от массы абс.сухой древесины.
2. Содержание гидрофобизаторов (парафина и ОВРГ) - 1% от массы абс.сухой древесины.

Таким образом, лабораторные и промышленные испытания продукта ОВРГ подтвердили его эффективность как гидрофобизатора для древесностружечных плит. Этот крупнотоннажный продукт, не находящийся в настоящее время целевого применения, может быть использован в производстве древесных плит.

УДК 674.815-41

А. А. Багаев, В. П. Ефимов, О. В. Колобов
(С.-Петербургская лесотехническая академия)

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТОЙ СУСПЕНЗИИ ПОВЫШЕННОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ

Приведены результаты исследований по определению касательного и касательного напряжений сдвига волокнистой суспензии в зависимости от степени помола, количества вводимых добавок и концентрации суспензии.

Показана целесообразность применения добавок на основе талловых продуктов для облегчения процесса формирования ковра из суспензий повышенной концентрации.

При производстве целлюлозосодержащих материалов, таких как древесноволокнистые плиты (ДВП) мокрого способа производства, реологические процессы являются преобладающими и распространяются на все основные технологические операции: размол, гидротранспорт, процесс гомогенизации и отлива. Реологические свойства древесноволокнистой массы (ДВМ) в су-

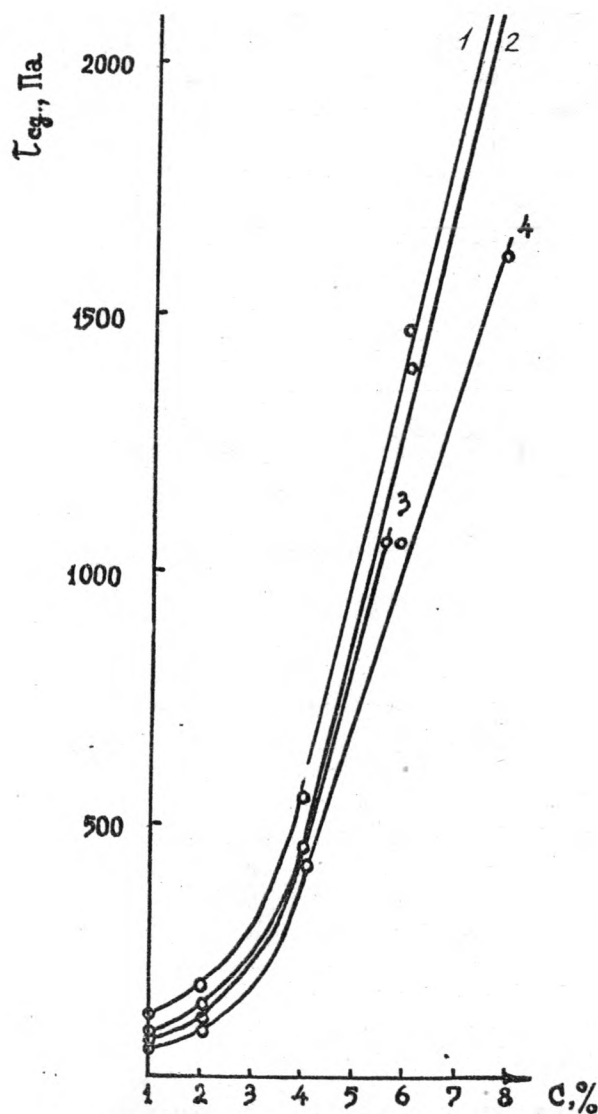
щественной степени определяются концентрацией суспензии, степенью помола массы, количеством и качеством вводимых добавок.

Проведены исследования влияния степени помола древесноволокнистой массы и ее концентрации на реологические свойства ДВМ. Объект исследования – древесноволокнистая масса промышленного изготовления цеха ДВП ПМО "Невская дубровка".

Одним из реологических показателей древесноволокнистой массы, характеризующих ее текучесть, является предельное напряжение сдвига. Этот показатель определяет силы внутреннего трения между волокнами при перемещении слоев волокон относительно друг друга. Предельное напряжение сдвига оценивали по методу выдерживания перфорированной пластины [1]. Зависимость предельного напряжения сдвига от концентрации для ДВМ со степенью помола от 22 до 50 ДС приведена на рисунке. Предельное напряжение сдвига рассчитывают по отношению нагрузки, при которой наблюдается сдвиг пластины в образце древесноволокнистой массы, к площади самой пластины.

С ростом концентрации ДВМ предельное напряжение сдвига возрастает, причем значительное увеличение предельного напряжения сдвига происходит после достижения концентрации выше 3%. Следует отметить, что значения предельного напряжения сдвига зависят и от степени помола массы: с увеличением степени помола предельное напряжение сдвига уменьшается. Это уменьшение является следствием укорочения волокон. Одновременно происходит и увеличение внешней поверхности волокон, что повышает предельное напряжение сдвига, однако это не компенсирует эффект, который вызывается укорочением волокон.

Экспериментальные результаты показывают, что с ростом концентрации древесноволокнистой массы значительно снижается текучесть волокнистой суспензии и, как следствие, возникают большие затруднения при перемешивании массы и формировании ковра на отливной машине. Следовательно, при использовании для формирования ковра более концентрированных (свыше 1%) суспензий следует искать способы снижения предельного напряжения сдвига ДВМ.



Зависимость предельного напряжения сдвига от концентрации и степени помола ДВМ, ЛС: 1 - 22, 2 - 31, 3 - 39, 4 - 50

Для преодоления затруднений, связанных с формированием древесноволокнистого ковра из суспензии повышенной концентрации, была предложена комплексная добавка на основе талловых продуктов. С целью выяснения условий влияния повышенной концентрации ДВМ, степени ее помола и количества вводимых добавок на касательное напряжение сдвига и динамическую вязкость древесноволокнистой суспензии был поставлен и проведен полный факторный эксперимент типа 2^3 .

Переменные факторы и уровни их варьирования приведены в табл.1.

Таблица 1
Факторы и уровни их варьирования

Факторы	Код	Верхний уровень (+)	Основной уровень (0)	Нижний уровень (-)
Концентрация ДВМ, %	x_1	5	3	1
Степень помола ДВМ, ДС	x_2	25	21	17
Количество вводимых добавок, % от абс. сухого волокна	x_3	50	30	10

Диапазон варьирования степени помола выбран как наиболее применяемый в технологии древесноволокнистых плит. Границы измерения фактора "количество вводимых добавок" установили по результатам предварительного эксперимента. Диапазон изменения концентрации ДВМ объясняется конечной целью эксперимента – повышением концентрации древесноволокнистой массы, используемой для формирования плит.

В табл.2 приведены матрица планирования полного факторного эксперимента в кодированных переменных и результаты эксперимента.

Касательное напряжение сдвига и динамическую вязкость волокнистой суспензии определяли на ротационном вискозиметре РВ-8 [2].

Таблица 2
Матрица планирования и результаты эксперимента

№ п/п	Ф а к т о р ы			Среднее арифметическое значение свойств ДВМ	
	X_1	X_2	X_3	τ , Па	μ , Па.с
1	-	-	-	112,9	0,90
2	+	-	-	554,7	1315,90
3	-	+	-	112,9	0,94
4	+	+	-	543,2	2225,31
5	-	-	+	112,9	0,86
6	+	-	+	411,3	686,20
7	-	+	+	112,9	0,93
8	+	+	+	325,2	695,50

После математической обработки экспериментальных данных получены следующие уравнения регрессии:

- для динамической вязкости

$$\mu = 615,81 + 614,91X_1 - 269,94X_2 - 269,93X_1X_2 ;$$

- для касательного напряжения сдвига

$$\tau = 285,75 + 172,84X_1 - 45,18X_2 - 45,18X_1X_2 .$$

Уравнения регрессии получены после проверки значимости коэффициентов по критерию Стьюдента и адекватности уравнений по критерию Фишера.

Анализ представленных уравнений регрессии показывает, что наибольшее влияние на касательное напряжение сдвига и динамическую вязкость волокнистой суспензии оказывают концентрация ДВМ и в меньшей степени количество добавок. Причем с увеличением концентрации ДВМ увеличиваются и значения касательного напряжения сдвига, и динамическая вязкость волокнистой суспензии. Увеличение количества вводимых добавок позволяет снижать значения реологических характеристик. Степень помола в диапазоне 17...25 ДС не оказывает существенного влияния на указанные показатели. Это дает возможность при производстве древесноволокнистых плит из массы повышенной

концентрации улучшать реологические характеристики ДВМ для облегчения процесса формирования, а также исключить вторую ступень размола, что позволит сократить материальные и энергетические затраты.

Библиографический список

1. Рейзиньш Р.Э. Структурообразование в суспензиях целлюлозных волокон... Рига: Зинатне, 1987. 208 с.
2. Лутошкина Г.Т. Определение реологических свойств высоковязких материалов вальцового способа нанесения// ВНИПИИЛеспром. Лесн. .. деревообраб. пром-сть: информ. сб. 1990.

УДК 674.815-41

А. Р. Михайлов, Е. И. Калганова, Н. В. Липцев,
Г. И. Царев

(С.-Петербургская лесотехническая академия)

СОРЕБЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В УСЛОВИЯХ ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ ТВЕРДЫХ ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ

Приведены результаты исследования сорбции составов, включающих талловый пек и высшие жирные кислоты в различных соотношениях, с температурами 120, 130 и 140°C древесноволокнистыми плитами с сетчатой и глянцевой поверхностями. Рассчитаны эффективные коэффициенты диффузии и энергия активации.

Поверхностная обработка твердых древесноволокнистых плит смесями талловых продуктов [1] позволяет исключить стадию проклейки и получать при этом сверхтвердые плиты за короткое время их пребывания в пропиточной ванне. На заводе ДВП максатихинского ДОКа одна пропиточная машина способна обеспечить обработку 15 млн м² плит в год.

В предлагаемой статье приводятся результаты исследова-

ний условий поглощения органических веществ поверхностями твердых древесноволокнистых плит при контакте с обрабатывающим составом. Целью работы являлось изучение кинетики сорбции с определением эффективной энергии активации данного процесса и его характера (физическая диффузия или хемосорбция).

Исследование проведено на образцах плит завода ДВП максалихинского ДОКа с плотностью $850 \pm 15 \text{ кг/м}^3$ и прочностью при статическом изгибе $35 \pm 2 \text{ МПа}$. Сорбционную способность определяли отдельно на сетчатой и глянцевой сторонах древесноволокнистых плит. Образцы размером $0,5 \times 5 \text{ см}$ закрепляли вертикально на штативе, нижний конец опускали на 5 мм в ванночку с исследуемым составом. Ванночку погружали в сплав Вуда с контактным термометром. На исследуемую поверхность образца плиты направляли тубус катетатора с визирной линейкой, определение проводили с точностью $0,1 \text{ мм}$. Интервал между снятием показаний не превышал 10 с . Максимальная продолжительность контакта образца с исследуемым составом составляла 80 с . Исследовалась сорбция обрабатывающего состава при температурах $120, 130$ и 140°C . Композиции обрабатывающего состава включали талловый воск - $70, 75, 80$ и 85% , высшие жирные кислоты - $30, 25, 20$ и 15% . Полученные результаты представлены в таблице и на рисунке.

На рисунке представлены зависимости изменений величины сорбции поверхностями твердых древесноволокнистых плит (ТДВП) органических веществ из смеси 70% воска и 30% высших жирных кислот (ВЖК) в зависимости от продолжительности контакта. Аналогичные результаты были получены и для других составов смесей.

Прототипом явлений пропитки (пенетрация, сорбция) являются процессы диффузии. Для определения коэффициента диффузии по результатам не прямых (косвенных) экспериментов разработан деформационный метод [2,3]. Подставив в выражение для определения коэффициента диффузии в качестве безразмерного

Изменение эффективного коэффициента диффузии
при изменении температуры и состава органических
веществ, сорбируемых ТДВП

№ п/п	Состав раствора пек/ВЖК, %	Сто- рона ТДВП	Эффективный коэффициент диффузии, $10^9, \text{м}^2/\text{с}$, при температуре, $^{\circ}\text{C}$			Эффективная энергия активации процесса сорбции кДж/моль
			120	130	140	
1	70/30	сетч.	12,8	14,0	15,4	54,1
2	70/30	глянц.	10,4	11,8	12,2	37,9
3	75/25	сетч.	12,4	13,4	14,6	45,9
4	75/25	глянц.	9,9	10,6	11,4	31,8
5	80/20	сетч.	12,1	12,9	13,85	36,5
6	80/20	глянц.	9,6	10,3	10,9	27,0
7	85/15	сетч.	11,5	12,3	13,1	33,8
8	85/15	глянц.	9,3	9,9	10,6	27,0

коэффициента изменение высоты впитывания составов, получим:

$$D_{\text{эф}} = \frac{a^2}{\pi^2} \cdot \frac{1}{\tau_2 - \tau_1} \cdot \frac{\frac{H_p - H_2}{H_p - H_1}}{\frac{H_p - H_1}{H_p - H_1}}$$

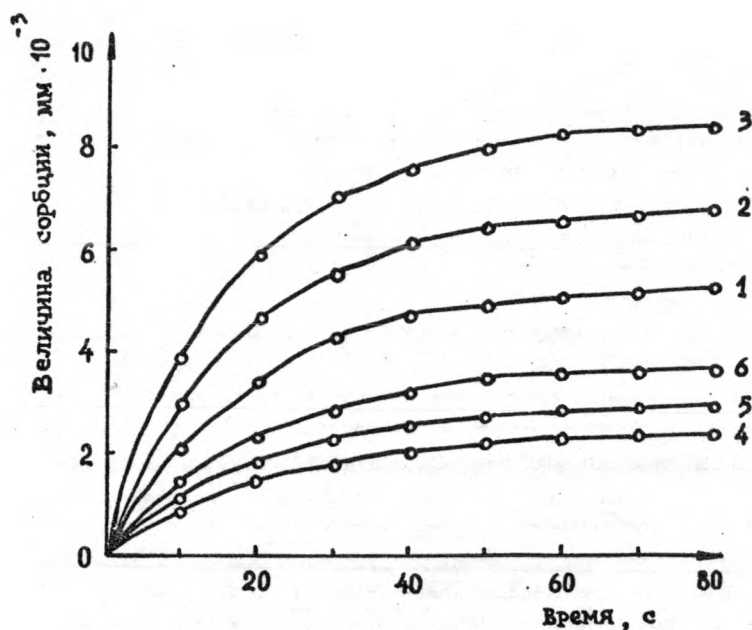
где a - половина толщины образца, мм; H_1 и H_2 - высоты впитывания растворов органических веществ, мм, к началу времени τ_1 и τ_2 ; H_p - предельная (равновесная) высота впитывани растворов, мм, при предельном увеличении времени контакта, с.

При проведении расчетов принимаем $H_1 = H_{\text{нач}} = 0$. Тогда

$$\Phi_{\tau} = \frac{H_p - H_1}{H_p}$$

В дальнейшем отношение безразмерных величин $\Phi_{\tau_1} / \Phi_{\tau_2}$ для удобства будем обозначать через Φ .

Эффективную энергию активации процесса диффузии рассчиты- тывали по уравнению Аррениуса, где K - показатель, характе-



Зависимости изменения величины сорбции органических веществ поверхностями ТДВП в зависимости от продолжительности контакта их с обрабатывающим составом 70% пека и 30% ВЖК: 1...3 - сетчатая сторона плиты; 4...6 - глянцевая сторона плиты; 1,4 - температура смеси 120°C; 2,5 - температура смеси 135°C; 3,6 - температура смеси 140°C

ризующий скорость сорбции, равнялся Φ . Полученные результаты представлены в таблице.

При вычислении эффективного коэффициента диффузии a принимали равной половине толщины плиты (1,6 мм), тогда как следовало бы принять равной предельной высоте впитывания растворов H_p . В этом варианте значения показателей коэффициента диффузии возросли бы в 3...40 раз. Приведенные в таблице значения коэффициента диффузии лежат в интервале

$(10...15) \cdot 10^{-9} \text{ м}^2/\text{с}$, что выше приведенных в литературе значений коэффициента диффузии воды [2], составляющих $(1...9) \cdot 10^{-9} \text{ м}^2/\text{с}$ в зависимости от породы древесины и температуры обработки. По-видимому, в наших экспериментах процесс сорбции проходит по порам и межволоконным пустотам, а не поперек клеточной стенки, кроме того, вязкость исследуемых растворов превышает вязкость воды, замедляя процесс диффузии.

Изменения коэффициента диффузии в зависимости от температуры происходят подобно его изменениям, описанным в литературе [2,3]. С ростом температуры это значения возрастают по гиперболической зависимости, имея более высокие показатели для сетчатой стороны плиты. Увеличение содержания пека в композиции обрабатывающего раствора приводит к снижению показателей эффективного коэффициента диффузии.

Эффективная энергия активации процесса диффузии несколько выше для сетчатой стороны плит и снижается с увеличением содержания пека в смеси. Ее значения (30...50 кДж/моль) указывают на преобладание физических процессов сорбции: пенетрации по крупным капиллярам, диффузии состава по узким капиллярам за счет сил поверхностного натяжения, адсорбции - взаимодействия обрабатывающего состава в пограничном слое с древесным веществом. При образовании ковалентных связей (хемосорбции) значения показателей энергии активации должны быть выше 60 кДж/моль [4].

Наличие более высоких значений эффективной энергии активации при сорбции сетчатой стороной плиты в сравнении с глянцевой, по-видимому, можно объяснить неровностью, шероховатостью, большей площадью растекания при контакте раствора с древесным веществом. С ростом температуры присходящее снижение сил поверхностного натяжения (увеличение текучести) состава способствует большему растеканию его с закреплением на поверхности. В целом здесь идет диффузия с торца плиты по всей ее толще с опережением по сетчатой стороне и запаздыванием по глянцевой.

Главным выводом из проделанной работы можно считать то, что процесс сорбции талловых продуктов обрабатывающего сос-

тава древесноволокнистой плитой не является химическим процессом. Химическое взаимодействие органических веществ обрабатывающего состава с веществом плиты происходит на последующих технологических стадиях производства древесноволокнистых плит.

Библиографический список

1. Линия транспортирования древесноволокнистых плит после прессования/ Царев Г.И., Михайлов А.Р., Торканевский М.А., Калуга Г.И. (СССР). Заявка 487698/12/091782. Заявлено 19.09.91.
2. Липцев Н.В., Чибирев В.Е. Определение характеристик диффузионного процесса при гидротермической обработке древесины применительно к производству древесноволокнистых плит// Технология древесных плит и пластиков: Межвуз. сб. Свердловск, 1980. С. 49-55.
3. Ерыхов Б.П., Липцев Н.В., Чибирев В.Е. Определение эффективного коэффициента диффузии с помощью динамического модуля сдвига// Лесной журнал. 1981, № 4. С. 70-75.
4. Краткая химическая энциклопедия. Т. 5. М.: Советская энциклопедия, 1967. С. 1007.

УДК 674.817-41

А. Р. Михайлов, А. В. Свидрицкая, Н. В. Липцев,
Г. И. Царев
(С.-Петербургская лесотехническая академия)

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ОБРАБАТЫВАЮЩЕГО СОСТАВА С ДРЕВЕСНЫМ ВЕЩЕСТВОМ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ

Исследовано влияние температуры термообработки древесноволокнистых плит на изменение химических свойств обрабатывающего состава и плит, подвергнутых поверхностной обработке и без нее. Показано наличие химического взаимодействия талловых продуктов с древесным веществом.

В предлагаемой статье представлены результаты исследования режимов поверхностной обработки твердых древесноволокнистых плит (ТДВП) составами на основе талловых продуктов [1]. Применение этой обработки позволило поднять прочность древесноволокнистых плит до уровня сверхтвердых, что достигается только при наличии ковалентных межволоконных связей в плите. Связующим веществом, способным к химическому связыванию двух древесных волокон в плите, могут являться только компоненты обрабатывающего раствора. Однако предыдущими исследованиями [2] показано, что процесс сорбции обрабатывающего раствора поверхностями ДВП не является химическим и обеспечивается процессами диффузии расплавов органических веществ по микротрещинам, капиллярам, порам и неровностям поверхностей. Образование химических связи между компонентами обрабатывающего состава и древесным веществом возможно только на последующих стадиях производства ДВП, в первую очередь при проведении термообработки.

Целью данной работы являлось определение существования химического взаимодействия компонентов обрабатывающего состава с древесным веществом в условиях термообработки древесноволокнистых плит.

Исследование проведено на образцах твердых древесноволокнистых плит завода ДВП Максатихинского ДОКа со следующей характеристикой: плотность - $850 \pm 15 \text{ кг/м}^3$; сопротивление статическому изгибу - $35 \pm 2 \text{ МПа}$; водопоглощение за 24 ч - $30 \pm 2\%$.

Исследовали влияние температуры обработки в интервале $155 \dots 180^\circ\text{C}$ на показатели плит и химические свойства обрабатывающего состава и древесного вещества. Продолжительность термообработки - 3,5 ч. Физико-механические свойства плит определяли по ГОСТ 19592-80, число омыления, кислотное число, эфирное и иодное числа - по [3]. Экстракцию эфиром осуществляли по [4]. Образцы плит истирали до опилок. Навеска составляла 50 г по абс. сухому волокну. Время экстракции - 24 ч. При хранении и использовании эфирного раствора измене-

ние его концентрации составляло не более 1% в сутки. Состав обрабатываемого раствора: 80% таллового пека и 20% жирных кислот. Полученные результаты представлены в табл.1...3 и на рисунке.

Таблица 1

Свойства обрабатываемого состава

Показатели	Температура обработки, °С						Без обработки
	155	160	165	170	175	180	
Потеря массы, %	0,66	0,50	0,83	-	0,49	0,99	0,00
Кислотное число, мг КОН/г	63,4	73,8	66,2	70,8	74,0	62,3	62,9
Число омыления, мг КОН/г	182,5	130,3	128,5	110,8	115,7	85,7	91,6
Эфирное число, мг КОН/г	39,1	56,5	62,3	40,0	41,6	23,4	28,4
Иодное число, мг КОН/г	205,0	162,6	165,9	203,1	-	142,1	171,1

Данные табл.1 показывают, что общая потеря массы обрабатываемого состава, подвергнутого термическому воздействию в исследуемом интервале температур, составляет не более 1%. Кислотное число состава практически не зависит от температуры, указывая на стабильность содержания в нем свободных высших жирных кислот. Показатели кислотного числа колеблются в пределах 65...75 мг КОН на 1 г вещества. При температуре обработки 180°С отмечается незначительная тенденция снижения иодного числа, величина которого уменьшается на 16% по сравнению с исходной величиной иодного числа смеси.

Число омыления и эфирное число показали максимальные значения при температурах обработки 160...165°С. Увеличение или уменьшение температуры от значений 160...165°С ведет к снижению числа омыления и эфирного числа (см.табл.1). Число омыления характеризует наличие карбоксильных групп, вступивших в реакцию этерификации в процессе термообработки. Эфирное число характеризует наличие сложноэфирных связей. Так

как количество и неопределенность свободных кислот практически не меняются, указанные изменения относятся к связанным кислотам. В целом можно говорить о протекании внутри состава в процессе термообработки реакций этерификации между жирными кислотами и спиртами, входящими в состав талловых продуктов.

В табл.2 представлены результаты испытания плит как с поверхностной обработкой, так и без нее, после 3,5-часовой термообработки при разных температурах.

Таблица 2

Свойства древесноволокнистых плит

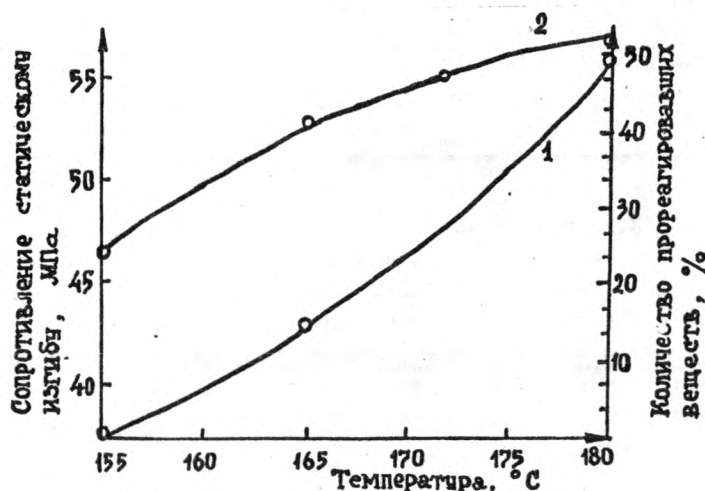
Показатели	температура обработки, °С			
	155	165	172	180
Плотность, кг/м ³	$\frac{900}{953}$	$\frac{895}{987}$	$\frac{895}{925}$	$\frac{890}{894}$
Сопротивление статическому изгибу, МПа	$\frac{41,4}{46,9}$	$\frac{43,9}{53,1}$	$\frac{48,0}{55,2}$	$\frac{50,7}{57,2}$
Водопоглощение, %	$\frac{35,8}{30,4}$	$\frac{32,7}{28,0}$	$\frac{28,7}{22,8}$	$\frac{22,0}{20,2}$
набухание, %	$\frac{18,8}{12,3}$	$\frac{16,0}{11,4}$	$\frac{14,8}{10,7}$	$\frac{13,6}{10,1}$
Количество веществ, %, экстрагируемых эфиром	$\frac{1,8}{8,8}$	$\frac{1,4}{7,4}$	$\frac{1,4}{6,0}$	$\frac{1,3}{4,8}$
<i>Примечание. В числителе приведены показатели свойств плит без поверхностной обработки, в знаменателе – с поверхностной обработкой.</i>				

Повышение температуры ведет к улучшению свойств обоих видов плит: уменьшается плотность, повышаются прочность и гидрофобность. Уровень прочности сверхтвердых плит (50 МПа) достигается для плит с поверхностной обработкой при 165°С, а для плит без обработки – только при 180°С, что недостижимо в производственных условиях. То же относится и к показателям набухания плит. Предельное набухание для сверхтвердых плит (13%) обеспечивается у первого вида плит уже при 155°С, а у второго – только при 180°С.

Результаты исчерпывающей экстракции плит этиловым эфиром показали уменьшение количества экстрагируемых веществ с

ростом температуры обработки. У исходных плит количество экстрактивных веществ незначительно (1,2...1,8%) и незначительна тенденция снижения. У плит, подвергнутых поверхностной обработке талловыми составами, количество экстрактивных веществ в 4 раза больше и интенсивно снижается с ростом температуры обработки (закалки). Можно предположить, что происходят конденсация органических веществ обрабатывающего состава и химическое взаимодействие их с веществом древесины.

Зависимость изменения свойств ДВП от температуры закалки приведена на рис. 1к.



Зависимость изменения свойств ДВП от температуры закалки: 1 — сопротивление статическому изгибу, 2 — количество талловых продуктов, вступивших в химическую связь с древесным веществом

Общий выход экстрактивных веществ из плит, подвергнутых поверхностной обработке, после закалки при 155°C составил 8,8%. Выход этих же веществ из исходной плиты в аналогичных

условиях составил 1,8% (см. табл.2). Следовательно, содержание талловых продуктов в обработанной плите составило 7%, что по предварительным исследованиям соответствует максимальному поглощению поверхностями древесноволокнистых плит органических веществ из обрабатывающего состава. Полученные результаты указывают на то, что при температуре заковки плит 155⁰С талловые продукты не вступают в химическое взаимодействие с веществом древесины.

При температуре заковки плит 165⁰С общий выход экстрактивных веществ составляет 7,45%, а максимально возможный - 8,8%. Следовательно, с учетом веществ, содержащихся в необработанных ДВП, 7,0-8,0=1% талловых продуктов не извлекается при экстракции, что может наблюдаться только при связывании их с древесным веществом химической связью. Количество органических веществ, вступивших в химическое взаимодействие с веществом древесины, от общего количества адсорбированного обрабатывающего состава составило $100 \times 1,0 / 7,0 = 14,3\%$. При 180⁰С в химическое взаимодействие вступило уже 50% органических веществ.

14,3% провзаимодействовавших с веществом древесины органических веществ достаточно для гарантированной прочности (более 50 МПа), а дальнейшее увеличение их количества не приводит к повышению прочности плит (см. рисунок).

Анализ функциональных групп экстрактивных веществ (табл.3) показал, что талловые продукты, не вступившие во взаимодействие с древесным веществом плит, не имеют свободных карбоксильных групп.

Таблица 3

Свойства веществ, экстрагируемых серным эфиром из ДВП

Показатели	Температура заковки плит, ⁰ С		
	155	165	180
Кислотное число, мг КОН/г	75,1/9,7	60,9/9,0	31,0/1,7
Число омыления, мг КОН/г	158,2/87,2	151,7/74,8	135,1/71,0

Окончание таблицы 3

Эфирное число, мг КОН/г	83,1/77,5	90,8/65,8	104,1/69,3.
Иодное число, мг КОН/г	33,1/28,0	38,9/33,9	62,9/50,7

В них низко содержание ненасыщенных соединений. Можно предположить, что химическое взаимодействие талловых продуктов с веществом древесины осуществляется по карбоксильным группам и двойным связям.

Таким образом, проведенные исследования и анализ полученных результатов показали, что имеется химическое взаимодействие талловых продуктов, применяемых для поверхностной обработки древесноволокнистых плит, с древесным веществом. Взаимодействие осуществляется в процессе термообработки плит и зависит от температуры.

Библиографический список

1. Линия транспортирования древесноволокнистых плит после прессования/ Царев Г.И., Михайлов А.Р., Торканевский М.А., Калуга Г.И. (СССР). Заявка 487698/12/091782. Заявлено 19.09.91.
2. Сорбция органических веществ в условиях поверхностной обработки твердых древесноволокнистых плит/ Михайлов А.Р., Калганова Е.И., Липцев Н.В., Царев Г.И.// Технология древесных плит и пластиков: Межвуз. сб. Свердловск, 1994.
3. Байбаев С.Г. и др. Методы анализа лакокрасочных материалов. М., 1974. 472 с.
4. Оболенская А.В., Ельницкая Э.П., Леонович А.А. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы. М., 1991. 320 с.

УДК 678.5

И. А. Гамова, С. Д. Каменков, П. В. Давыдова,

А. А. Эльберт

(С.-Петербургская лесотехническая академия)

ДРЕВЕСНОПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ ФАСАДНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МЕБЕЛИ

Приведены результаты исследований по использованию древеснополимерных композиций на основе термопластов для создания декоративных рельефов на лицевых деталях мебели.

Большую роль в восприятии внешнего вида мебели играют рельефные декоративные детали на лицевой поверхности, имитирующие резьбу по дереву.

В настоящее время такие фасадные элементы мебели изготавливают путем механической обработки поверхности мебельной детали или с использованием накладных декоративных элементов, получаемых различными способами. Все эти способы требуют повышенных трудозатрат из-за их многооперационности и применения дорогостоящего оборудования.

Перспективным направлением является совмещение операций отделки плиты-подложки и получения рельефного рисунка. Имеется опыт изготовления фасадных элементов мебели путем тиснения рисунка на поверхности древесного шпона при совмещении его с подложкой из древесностружечной плиты [1]. Однако при таком способе на поверхности фасадных элементов невозможно получить рисунок с достаточно глубоким рельефом. Между тем применение древесно-полимерного слоя, обладающего высокой пластичностью при нагревании и сохраняющего рельефный оттиск при охлаждении, позволит создавать декоративные фасадные элементы с глубоким рельефом. Такой постформуемый слой может быть получен при совмещении измельченной древесины с термопластами.

При выборе полимеров руководствовались объемами их производства и свойствами, главным из которых являются темпера-

турные переходы используемых термопластов. Интервал перехода из твердого состояния в высокоэластичное и затем в вязкотекучее определяет возможность совмещения термопласта с древесным наполнителем. Кроме того, древесно-полимерная композиция должна обладать способностью к горячему прессованию без разложения полимера и древесины.

На основании этих критериев для исследований были выбраны полистирол и полиэтилен.

Для получения рельефного рисунка на поверхности фасадного элемента необходим материал, обладающий достаточной пластичностью. Пластичность полимердревесной композиции будет определяться текучестью (вязкостью расплава) полимера и степенью его наполнения. Текучесть полимердревесных композиций оценивали величиной индекса расплава (ИР), полученной на экструзионном пластометре типа ИИРГ при диаметре сопла 4 мм [2]. Полученные результаты (табл.1) свидетельствуют, что увеличение доли древесины в композиции на 10 мас.% приводит к снижению ИР на 11...15%.

Таблица 1

Влияние количества наполнителя на ИР
полимердревесной композиции

Полимер	Содержание древесины в композиции, мас. %	ИР, г/10 мин
Блочный полистирол	0	12,0*
	50	8,6
	60	7,3
	70	6,5
Эмульсионный полистирол	0	10,0*
	50	7,9
	60	6,8
	70	6,0
Полиэтилен низкой плотности	0	4,0*
	50	2,9
	60	2,6
Полиэтилен высокой плотности	0	3,0*
	50	1,8
	60	1,6

* Диаметр сопла 2 мм.

О пластичности композиций судили по глубине оттиска, оставляемого цилиндрической головкой в листовом образце материала, нагретом до заданной температуры. Диаметр головки и масса действующего груза подбирались таким образом, чтобы на образец создавалось давление 2 МПа, соответствующее удельному давлению при отделке древесностружечных плит бумажно-смоляными пленками. С целью исключения влияния на получаемые результаты толщины отдельных образцов фиксировалась относительная глубина оттиска – частное от деления глубины оттиска на толщину образца.

Анализ представленных в табл.2 данных показывает, что пластичность композиций на основе полистирола зависит от содержания в них древесины и температуры разогрева материала. Так, увеличение содержания древесины с 50 до 60 мас.% уменьшает глубину оттиска в 5 раз, а снижение температуры разогрева материала со 180 до 140⁰С – в 15 раз.

Таким образом, представленные результаты позволяют сделать вывод о том, что материал, изготовленный из композиций на основе полистирола, содержащих 50 мас.% древесины, может быть подвержен тиснению при температуре разогрева 180⁰С, а из композиций, содержащих 60 мас.% древесины, – при температуре разогрева не менее 180⁰С. Следует отметить, что в композициях на основе полиэтилена увеличение доли древесины практически не оказывает влияния на глубину оттиска в материале.

Качество получаемого на поверхности материала оттиска будет определяться не только свойствами древесно-полимерной композиции, но и геометрией профиля пресс-формы. Для оценки способности полученного материала к тиснению были изготовлены пресс-формы с различными профилями: радиус, трапеции с углами наклона боковой стороны 45 и 60⁰С. Высота выступа профилей составляла 1, 2 и 3,5 мм. Тиснение проводили при различных температурах и удельном давлении 2 МПа. Качественный рисунок на поверхности материала, изготовленного из композиций на основе полистирола, может быть получен при температуре разогрева 180⁰С как при содержании древесины 50 , так

и при содержании 60 мас. % (табл. 3).

Таблица 2

Влияние состава и температуры разогрева материала
на пластичность полимердревесной композиции

Полимер	Температура разогрева, °C	Содержание дре- весины в компо- зиции, мас. %	Относитель- ная глубина оттиска
Блочный полистирол	180	50	0,88
		60	0,18
		70	0,00
	160	50	0,86
		60	0,02
	140	50	0,06
		60	0,00
Эмульсионный полистирол	180	50	0,95
		60	0,18
		70	0,00
	160	50	0,09
		60	0,00
	140	50	0,09
		60	0,00
Полиэтилен низ- кой плотности	140	50	0,98
		60	0,98
Полиэтилен высо- кой плотности	140	50	0,94
		60	0,90

При температуре разогрева 160°C качественный оттиск получается только на материале, изготовленном из композиции, содержащей 50 мас. % древесины. Было установлено, что при тиснении материала, изготовленного из композиций на основе полиэтилена, при температуре разогрева 140°C и удельном давлении 2 МПа наблюдается отжим полимера из материала. Поэтому температура разогрева материала была снижена до 130°C, а удельное давление – до 0,5 МПа. Следует отметить, что снижение удельного давления при тиснении материала на основе полиэтилена может вызвать осложнения при совмещении постформуемого слоя с подложкой.

Таблица 3
Способность постформуемого слоя к тиснению

Полимер	Температура разогрева, °C	Содержание древесины в композиции, мас. %	Качество оттиска
Блочный полистирол	180	50	Оттиск четкий
		60	Оттиск четкий
		70	Разрыв по профилю "радиус", кромки профилей "трапеция" рыхлые
	160	50 60	Оттиск четкий Кромки профилей рыхлые
Эмульсионный полистирол	180	50	Оттиск четкий
		60	Оттиск четкий
		70	Разрыв по профилю "радиус", кромки профилей "трапеция" рыхлые
	160	50 60	Оттиск четкий Кромки профилей рыхлые
Полиэтилен низкой плотности	130	50 40	Оттиск четкий Оттиск четкий
Полиэтилен высокой плотности	130	50 40	Оттиск четкий Оттиск четкий

Одновременное тиснение рисунка на поверхности постформуемого слоя и совмещение его с подложкой проводили при удельном давлении 2 МПа и температуре плит пресса 160 и 180°C для композиций на основе полистирола и удельном давлении 0,5 МПа и температуре плит пресса 130°C для композиций на основе полиэтилена.

Предполагали, что при повторном разогреве в прессе содержащийся в постформуемом слое полимер перейдет в высокоэластичное или вязкотекучее состояние. При приложении давления находящийся на поверхности этого слоя полимер сможет заполнять неровности и поры на поверхности подложки, а после охлаждения и перехода в стеклообразное состояние удерживать слой на поверхности подложки за счет механического заклини-

вания.

Для оценки прочности сцепления постформуемого слоя с подложкой определяли удельное сопротивление нормальному отрыву этого слоя от плиты-подложки. Полученные результаты (табл.4) показывают, что требуемая по ТУ 13-04-02-87 прочность сцепления с подложкой (0,6 МПа) обеспечивается только при использовании в композиции полистирола в количестве 50 мас. % и при температуре плит пресса 180°C.

Снижение температуры прессования приводит к уменьшению прочности сцепления материала на основе полистирола с подложкой почти в 2 раза.

Это объясняется, по-видимому, тем, что полимер не переходит в вязкотекучее состояние, вследствие чего количество контактов между постформуемым слоем и подложкой мало. Низкая прочность сцепления между постформуемым слоем на основе полиэтилена и подложкой может быть объяснена тем, что при низ-

Таблица 4

Влияние композиционного состава и температуры на прочность сцепления постформуемого слоя с подложкой

Полимер	Температура, °C	Содержание древесины в композиции, мас. %	Удельное сопротивление нормальному отрыву, МПа
Эмульсионный полистирол	180	50	0,70
		60	0,41
	160	50	0,34
		60	0,13
Блочный полистирол	180	50	0,62
		60	0,35
	160	50	0,33
		60	0,12
Полиэтилен низкой плотности	130	50	0,11
		60	0,09
Полиэтилен высокой плотности	130	50	0,10
		60	0,09

ком давлении (0,5 МПа) не происходит выдавливания полимера в неровности подложки.

Полученные результаты свидетельствуют, что при использовании постформуемого слоя из композиций на основе полиэтилена, а также композиций, содержащих менее 50 мас.% полистирола, для достижения требуемой прочности сцепления с подложкой необходимо применять адгезивы. Нанесение адгезива на плиту-подложку необходимо также и при температурах прессования ниже 180°C.

Таким образом, проведенные исследования показывают перспективность использования полимердревесных композиций на основе термопластов для изготовления фасадных элементов мебели с глубоким рельефным рисунком.

Библиографический список

1. Чухрай Н.И. Декоративные рельефы на деталях мебели из древесностружечных плит// Деревообработка. 1989. № 21. С. 2-6.
2. Гурова Т.А. Технологический контроль производства пластмасс и изделий из них. М.: Высшая школа, 1991. 255 с.

УДК 674.815-41+678.632

В. Г. Бурындин, В. М. Балакин, Л. Е. Пономарева,
П. И. Ярков, Е. С. Дунюшкин, Н. Н. Кузнецова
(Уральский лесотехнический институт)

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ШЛИФОВАЛЬНОЙ ПЫЛИ ДСТП ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ФЕНОПЛАСТОВ

С использованием метода математического планирования эксперимента определена оптимальная рецептура пресс-порошка марки 03-010-02 с частичной заменой (80%) древесной муки на шлифовальную пыль производства древесностружечных плит. Найдены адекватные уравнения регрессии для изгибающего напряжения и ударной вязкос-

ти в зависимости от изучаемых факторов. Путем проведения однофакторного эксперимента предложена оптимальная рецептура пресс-порошка марки 03-010-02 с полной заменой (100%) древесной муки на шлифовальную пыль производства ДСТП.

Целью данной работы является рациональное использование древесных отходов, образующихся при шлифовании ДСТП, т.е. изучение возможности получения фенопласта марки 03-010-02 путем частичной или полной замены древесной муки на шлифовальную пыль производства ДСТП без ухудшения физико-механических свойств пресс-порошка.

Фенопласты - распространенный полимерный композиционный материал, который широко применяется в различных отраслях народного хозяйства. Постоянное расширение ассортимента обусловлено универсальными свойствами фенопластов и доступностью методов переработки. Объем производства пресс-порошка общего назначения (тип "О") составляет 63,3% от общего производства фенопластов. Наиболее распространенной маркой является пресс-порошок 03-010-02, который представляет собой полимерную композицию, состоящую из новолачной фенолоформальдегидной смолы, древесного наполнителя с добавлением отверждающих, смазывающих веществ и красителя.

Для получения пресс-порошка использовалась шлифовальная пыль тавдинского фанерного комбината (ТФК), которая образуется при двухсторонней шлифовке ДСТП марок П-4, П-Б толщиной 19 мм. В результате образуется около 11*тыс. м³ шлифовальной пыли ежегодно. В настоящее время 2/3 образующегося объема пыли на ТФК сжигается в качестве топлива для получения теплоты газов для сушки стружки, 1/3 вывозится на свалку. Свойства шлифовальной пыли, определенные по ГОСТ 16362-86, приведены в табл.1.

Для определения оптимальной рецептуры получения пресс-порошка марки 03-010-02 с частичной заменой древесной муки на шлифовальную пыль проведено трехфакторное математическое планирование эксперимента на двух уровнях.

Таблица 1
Характеристика свойств древесного наполнителя

Древесный наполнитель	Влажность, W, %	Зольность, Z, %	Насыпная плотность, ρ , кг/м ³	Размер сита	Фракционный состав, %
Шлифовальная пыль ДСП, ТФК	8,2	0,8	196	поддон	21,4
				0,063	30,2
				018	11,6
				0,25	18,4
Древесная мука 180	4,7	0,4	183	025 018	не > 0,4 не < 8,0

Исходя из литературных данных, рецептуры пресс-порошка марки ОЗ-010-02 и предварительно проведенных опытов были выбраны диапазоны изменения факторов (табл. 2).

Таблица 2
Исходные данные для составления матрицы планирования

уровни факторов	Z_1	Z_2	Z_3
Верхний уровень	45	7,0	80
нижний уровень	35	5,0	20
Основной уровень	40	6,0	50
Интервал варьирования	5	1,0	30

Примечание. Z_1 - содержание новолачной смолы марки СФ-0106, мас. ч.; Z_2 - содержание уротропина, мас. ч.; Z_3 - содержание шлифовальной пыли в древесном наполнителе, %. Ускоритель отверждения берется в количестве 10% от массы уротропина.

Матрица планирования полного трехфакторного эксперимента приведена в табл. 3.

В качестве функций отклика свойств пресс-порошка выбраны следующие показатели: текучесть, мм - $\gamma(\tau)$; ударная вязкость по Шарпи без надреза, кДж/см² - $\gamma(A)$; изгибающее напряжение при разрушении, МПа - $\gamma(\sigma_u)$; электропрочность, кВ/мм - $\gamma(B)$. Результаты испытаний свойств пресс-порошка приведены в табл. 3.

Таблица 3
Матрица планирования полного трехфакторного эксперимента

№ опыта	Кодированные значения			Натуральное значение фактора			Значение функции отклика				
	X_1	X_2	X_3	Z_1	Z_2	Z_3	$Y(\tau)$	$Y(A)$	$Y(\sigma_u)$	$Y(B)$	
1	+I	+I	+I	45	7,0	80	100	6,0	57,7	14,8	
2	-I	+I	+I	35	7,0	80	135	4,9	57,7	12,6	
3	+I	-I	+I	45	5,0	80	195	6,4	63,8	14,0	
4	-I	-I	+I	35	5,0	80	136	6,3	60,8	14,5	
5	+I	+I	-I	45	7,0	20	136	5,5	63,7	12,9	
6	-I	+I	-I	35	7,0	20	120	7,2	64,4	12,8	
7	+I	-I	-I	45	5,0	20	117	7,2	69,2	14,5	
8	-I	-I	-I	35	5,0	20	112	7,2	66,9	14,5	
9	0	0	0	40	6,0	50	190	5,6	69,3	15,2	
10	0	0	0	40	6,0	50	155	6,4	65,8	14,1	

По разработанной на кафедре программе с применением персональной ЭВМ ЕС-1841.07 был выполнен расчет уравнения регрессии (в виде полинома первой степени) вида

$$Y(X) = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_{12}X_1X_2 + b_{13}X_1X_3 + b_{23}X_2X_3 + b_{123}X_1X_2X_3$$

В результате получены адекватные уравнения регрессии для изгибающего напряжения при разрушении и ударной вязкости:

$$Y(\sigma_{\text{из}}) = 63,03 - 2,15 X_2 - 3,03 X_3$$

$$Y(A) = 6,34 - 0,43 X_2 - 0,43 X_3 + 0,36 X_1X_3 + 0,33 X_1X_2X_3$$

Найдена оптимальная рецептура пресс-порошка 03-010-02 при частичной замене (на 80%) древесной муки на шлифовальную пыль ДСТП (мас. ч.):

смола СФ-010.....	40
шлифовальная пыль ДСТП.....	33,6
древесная мука.....	8,4
уротропин.....	6,5
известь.....	0,6
каолин.....	4,4
стеарин.....	0,6

С целью изучения влияния типа ускорителя отверждения на текучесть пресс-порошка были использованы известь, магnezия и магnezит (табл.4).

Таблица 4

Физико-механические свойства пресс-порошка 03-010-02
(с 80% заменой древесной муки на шлифовальную пыль ДСТП)

Ускоритель отверждения	Ударная вязкость, кДж/см ²	Изгибающее напряжение, МПа	Текучесть, мм	Электропрочность, кВ/мм
Известь	6,15	68,3	117	14,5
Магnezия	7,15	69,0	170	14,9
Магnezит	5,4	76,9	145	17,2
Магnezия*	5,7	69,6	170	14,7
Магnezит (ГОСТ 5689-79)	5,9	69,0	110	14,0

* Использовалась шлифовальная пыль ДСТП В-Синячихинского фанерно-плитного комбината (ВСФПК).

Данные табл.4 показывают, что применение магнезии (или магнезита) повышает текучесть пресс-материала; это особенно важно при его переработке методом литья под давлением.

Кроме того, были изучены свойства пресс-порошка при полной замене древесной муки на шлифовальную пыль ДСП. Путем проведения однофакторного эксперимента была уточнена оптимальная рецептура, которая имеет следующий состав (мас.ч.): смола СФ-010 - 37,5; шлифовальная пыль ДСП - 42; уротропин - 7,0; магнезия (магнезит) - 0,7; каолин - 4,4; стеарин - 0,6.

Свойства пресс-порошка, полученного по указанной выше рецептуре, приведены в табл.5.

Таблица 5

Физико-механические свойства пресс-порошка 03-010-02
с полной заменой древесной муки на шлифовальную пыль ДСП

Ускоритель отверждения	Ударная вязкость, кДж/см ²	Изгибающее напряжение, МПа	Текучесть, мм	Электро- прочность, кВ/мм
Магнезия	7,0	66,4	178	16,9
Магнезит	5,9	69,4	178	16,7
Магнезия*	5,9	67,6	180	17,2

* Использовалась шлифовальная пыль ДСП ВСФК.

В результате проведенных исследований становится возможной частичной или полной замены древесной муки на шлифовальную пыль производства ДСП, при этом физико-механические свойства пресс-порошка остаются на уровне ГОСТ 5689-79, за исключением изгибающего напряжения при разрушении.

УДК 674.815-41

В. В. Глухих, С. А. Орлов, В. М. Балакин
(Уральский лесотехнический институт)

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОЛИАМИНОВ НА СВОЙСТВА КАРБАМИДНЫХ СВЯЗУЮЩИХ И ТОКСИЧНОСТЬ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

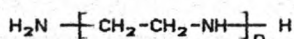
Исследовано влияние добавок полиаминов этилендиаминового типа на свойства карбаминоформальдегидного олигомера марки КФ-МТ и токсичность древесностружечных плит.

Установлено, что при введении полиаминов в карбаминоформальдегидный олигомер происходит уменьшение содержания в смеси свободного формальдегида пропорционально количеству добавки амина.

Показано, что эффект снижения токсичности и улучшение других свойств ДСТП зависят и от степени полимеризации полиаминов.

При производстве малотоксичных древесностружечных плит (ДСТП) с карбаминоформальдегидными связующими в качестве отвердителя широко применяют хлористый аммоний для уменьшения выделения формальдегида из ДСТП*, часто вместе с этим отвердителем используют добавки азотсодержащих соединений (аммиак, карбамид и др.).

С целью поиска более эффективных отвердителей карбаминоформальдегидных смол (КФС) для снижения токсичности ДСТП были исследованы полиэтиленполиамины и некоторые их низкомолекулярные производные:



где n : 1 – этилендиамин (ЭДА); 2 – диэтилентриамин (ДЭТА); 3 – триэтилентетрамин (ТЭТА); 6...8 – полиэтиленполиамин марки "А" (ПЭПА-"А"); 9...11 – полиэтиленполиамин марки "Г" (ПЭПА-"Г").

* Роффаель Э. Выделение формальдегида из древесностружечных плит. М.: Экология, 1991. 160 с.

Добавки полиаминов в виде 20% -х водных растворов вводились при перемешивании в смолу КФ-МТ за 15 мин до ее анализа или применения. С полученной смесью изготавливались из нефракционированной промышленной стружки однослойные ДСТП толщиной 16 мм и плотностью 650 кг/м³. Расход связующего составлял 13% абс. сухой смолы от массы абс. сухой древесины. Изготовление плит проводилось с предварительной холодной подпрессовкой, последующим горячим прессованием и ограничительными упорами при температуре плит пресса 160⁰С, времени выдержки 0,43 мин/мм толщины плит и удельном давлении 2 МПа.

Установлено, что при введении полиаминов в КФС происходит уменьшение содержания в смеси свободного формальдегида пропорционально количеству добавки амина. При этом, вероятно, из-за сильно щелочного характера водных растворов полиаминов (рН = 11...12) замедляются процессы структурирования связующего. Плиты, изготовленные с таким связующим, имеют неудовлетворительные физико-механические свойства. При снижении рН водных растворов полиаминов соляной кислотой начальная скорость структурирования их смесей с КФС возрастает (рис.1).

При постоянной же рН водных растворов хлористоводородных солей с увеличением их доли в связующем происходит падение содержания свободного формальдегида и увеличение начальной скорости структурирования (табл.1).

Выделение формальдегида из ДСТП также уменьшается пропорционально увеличению содержания хлоргидратов полиаминов в связующем. Токсичность таких плит меньше на 30...60% токсичности контрольных плит, полученных с применением хлористого аммония.

Эффект снижения токсичности и улучшения других свойств ДСТП зависит и от степени поликонденсации полиэтиленполиаминов (рис.2).

На рис.2 представлены свойства ДСТП, полученных со смолой КФ-МТ и 2,5 хлоргидратов аминов с рН=7, по сравнению со свойствами контрольных плит (отвердитель - 1% хлористого аммония). Дальнейшего снижения выделения формальдегида из плит

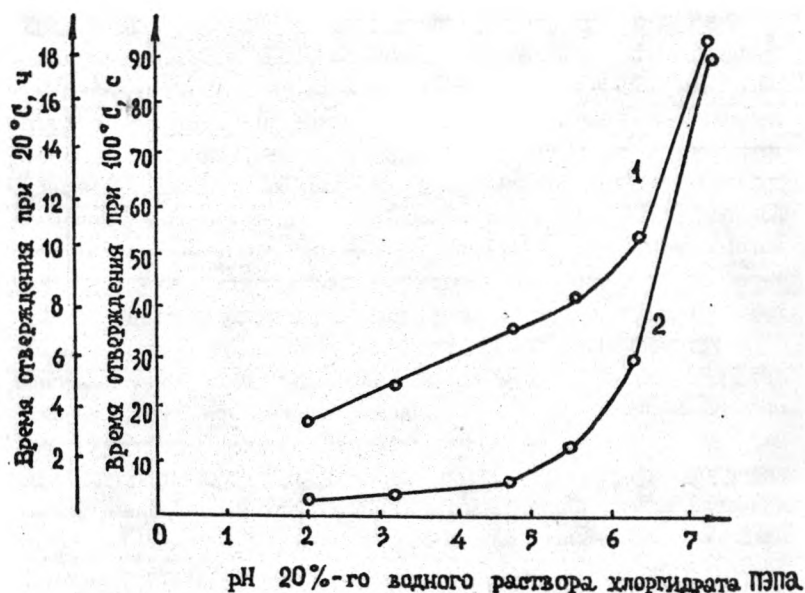


Рис. 1. Зависимость времени отверждения композиции на основе смолы КФ-МТ и 5% хлоргидрата ПЭПА от величины рН раствора: 1 - время отверждения при 100°C, с; 2 - время отверждения при 20°C, ч

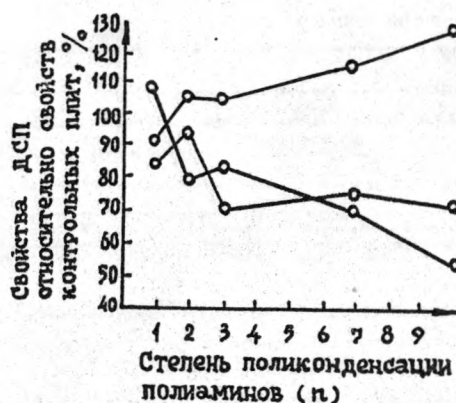


Рис. 2. Влияние полиаминов на свойства ДСП: 1 - выделение формальдегида из плит; 2 - предел прочности при статическом изгибе; 3 - разбухание

не происходит при степени поликонденсации полиэтиленполиаминов больше трех.

Таблица 1

Физико-механические показатели свойств композиций
на основе смолы КФ-МТ и 20%-х водных растворов
отвердителей с pH = 5,5

Тип отвердителя	Количество отвердителя, мас. %	Время желатинизации при 100°C, с	Массовая доля свободного формальдегида, %
НН ₄ СІ (контроль)	1	55	0,30
ХГ ЭДА	1	43	0,30
	5	46	0,21
	10	43	0,14
ХГ ДЭТА	1	63	0,29
	5	54	0,18
	10	46	0,07
ХГ ТЭТА	1	42	0,39
	5	41	0,18
	10	38	0,06
ХГ ПЭПА	1	44	0,26
	5	43	0,21
	10	39	0,18

Учитывая недостаточную для производства ДСТП жизнеспособность связующих при использовании хлоргидратов полиэтиленполиаминов и их высокую стоимость с целью поиска более экономичных и технологичных аминоксодержащих катализаторов отверждения КФС, исследовали смеси ПЭПА-"А" с хлористым аммонием (комбинированные отвердители).

Анализ свойств композиций хлористого аммония с ПЭПА-"А" и свойств полученных ДСТП (табл.2) показал следующее.

В отличие от хлоргидратов полиаминов 20%-е водные растворы исследованных композиций, имея щелочную среду, приводят к высоким начальным скоростям структурирования КФС.

Таблица 2

Влияние свойств комбинированного отвердителя
на выделение формальдегида из ДСТП

Номер состава	Соотношение NH_4Cl : ПЭПА-"А", мас. %	pH 20%-го раствора	Выделение формаль- дегида из плит по методу WKI, мг/100 г
1	100 : 0	5,8	42,1
2	99 : 1	8,3	48,6
3	97,5 : 2,5	8,4	33,8
4	95 : 5	8,5	26,7
5	90 : 10	8,7	32,2
6	70 : 30	9,5	35,6
7	0 : 100	12,3	62,0

Требуемые скорости желатинизации связующих при 20 и 100⁰C обеспечиваются для растворов композиций с широкой областью pH (от 5 до 9,5). Наибольшее снижение выделения формальдегида из ДСТП наблюдается при использовании смеси хлористого аммония и ПЭПА-"А" с массовым соотношением 95:5.

В целом, оценивая полученные результаты исследований, можно предположить, что обнаруженные эффекты влияния полиэтиленполиаминов на снижение выделения формальдегида из ДСТП связаны с их каталитическим ускорением реакции конденсации первичных и вторичных амидных групп с метилольными, которая не сопровождается выделением формальдегида и образованием метилолэфирных группировок в отличие от других реакций отверждения КФС.

УДК 614.841.3

И. А. Кудрявцев, В. М. Сонечкин

(Высшая инженерная пожарно-техническая
школа МВД РФ)

ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

Рассматриваются вопросы обеспечения пожарной безопасности процесса механической обработки древесностружечных плит путем уменьшения интенсивности образования пылевоздушной смеси и выполнения комплекса пожарно-профилактических мероприятий, основное содержание которых приведено в статье.

В процессе механической обработки листовых древесностружечных материалов в объеме оборудования, системе аспирации постоянно образуется пылевоздушная смесь, концентрация которой меняется в зависимости от технологических параметров обработки и качества исходной древесностружечной плиты. Образование мелкодисперсной пыли и пылевоздушной смеси - неизбежное явление в рассматриваемом технологическом процессе, поэтому основным направлением в обеспечении пожарной безопасности процесса является исключение образования пылевоздушной смеси.

Анализ работы предприятий мебельной промышленности показывает, что пылящее оборудование необходимо снабдить не только системой местного отсоса для удаления сыпучих отходов с рабочих мест, но и устройством для отделения сыпучего материала от воздуха.

Характерная особенность технологии обработки древесностружечных плит заключается в принципе принудительного потока. Заготовки деталей перемещаются от места подачи исходного сырья до получения готовой продукции по линиям, связанным между собой конвейерами, а пылевые отходы удаляются по закрытым коммуникациям.

Концентрация пылевых отходов в воздухе, объеме оборудо-

вания и системе пневмотранспорта колеблется в пределах от 1,44 до 20,00 г/м³.

Известно, что 93% промышленных взрывов на предприятиях деревообрабатывающей и мебельной промышленности происходит в технологическом оборудовании, системах аспирации, пылеосадительных установках.

В настоящее время принципы обеспечения пожаровзрывобезопасности деревообрабатывающих производств сформированы в основном исходя из практических наблюдений.

Учитывая особенности процесса обработки древесных материалов и разрабатывая защитные мероприятия, необходимо отметить, что в производственном процессе всегда имеется горючее вещество (древесина) и окислитель (атмосферный воздух). Кроме того, в производственном помещении цеха механической обработки всегда имеется две зоны, в которых может образоваться пылевоздушная смесь: емкости оборудования и пространство, необходимое для обслуживания и управления процессом. При этом в объеме оборудования невозможно исключить образование пылевоздушной смеси, можно только снизить концентрацию пыли за счет активной аспирации. В зоне обслуживания и управления исключить образование пылевоздушной смеси взрывоопасной концентрации можно только путем предотвращения выхода пыли из объема оборудования, т.е. необходима надежная герметизация всего оборудования.

Однако герметизация не может дать полного эффекта, так как некоторые машины и агрегаты приходится либо периодически открывать в процессе обслуживания, либо невозможно их герметизировать в силу специфичности выполняемых операций (шлифование, в том числе в производстве древесностружечных плит).

В процессе механической обработки листовых древесных материалов происходит электризация пыли, так как образуется подвижная пылевоздушная смесь. При этом накапливается заряд статического электричества, который может явиться источником зажигания взвеси пыли. Расчет энергии зажигания пылевоздушной смеси при механической обработке древесностружечных материалов показал, что для ее воспламенения необходима энер-

гия 15 мдж.

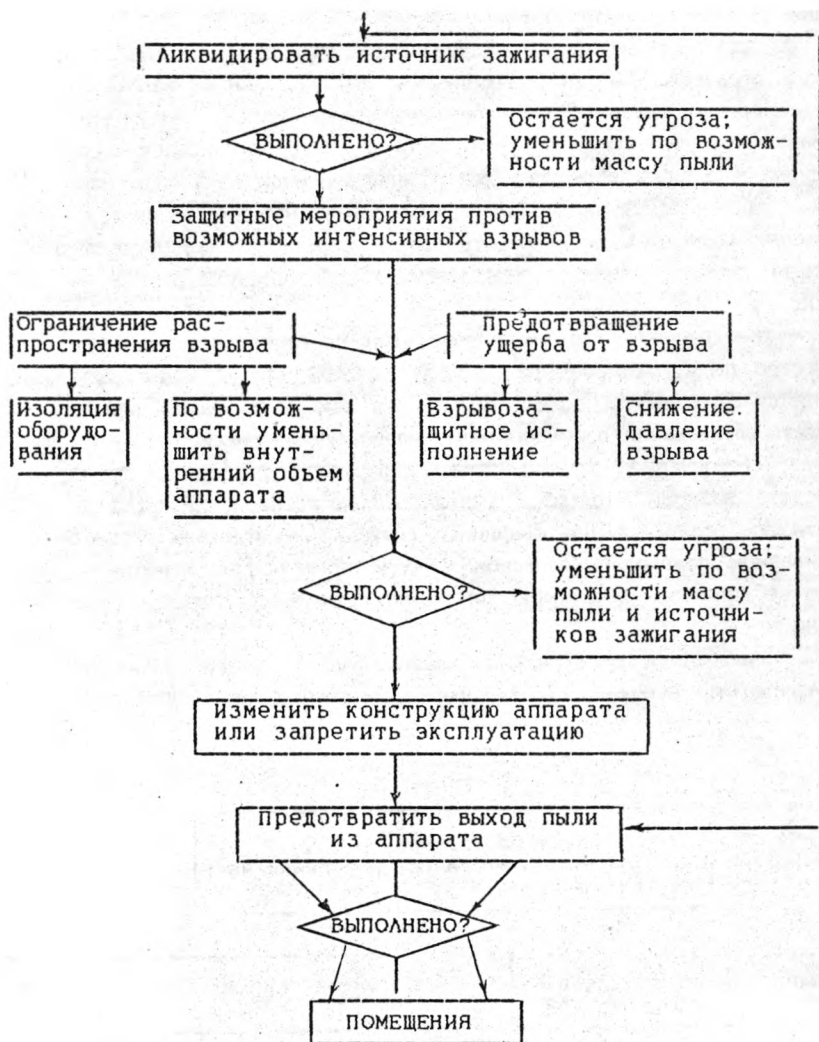
Для обеспечения пожаровзрывобезопасности производств, где образуется и транспортируется горючая пыль, необходимо выполнить комплекс пожарно-профилактических мероприятий: заключить узел обработки в отдельную камеру с созданием разряжения в зоне обработки детали инструментом, устроить местные отсосы, систематически контролировать наличие пыли в емкостях оборудования и убирать пыль, убирать помещения цеха в конце смены, проводить генеральную уборку пыли 2 раза в месяц.

Внедрение указанных мероприятий позволяет снизить количество пыли, которое при средней загрузке оборудования выделяется за смену в помещении, и тем самым уменьшить вероятность образования взрывоопасной пылевоздушной смеси.

Обеспечение безопасности деревообрабатывающих производств возможно только с учетом количественной оценки вероятности возникновения аварийной ситуации в отдельно рассматриваемом пожаровзрывоопасном узле и проведением мероприятий по ее снижению с помощью комплексных исследовательских решений.

Ниже приведена схема мероприятий, которая позволяет разработать необходимые пожарно-профилактические мероприятия.





СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Глухих В.В., Коршунова Н.И., Завьялова Е.Я. Изучение влияния функционального состава карбамидоформальдегидной смолы КФ-МТ-15 на свойства древесностружечных плит.....	4
Предеина Н.И., Коврижных А.П., Рютина Е.Г. Модификация лигносульфонатов для использования при синтезе лигнокарбамидного связующего.....	11
Эльберт А.А., Коврижных А.П., Предеина Н.И. Лигнокарбамидоформальдегидное связующее для получения древесностружечных плит.....	15
Васильев В.В., Топорина А.Н., Комарова Е.Е. Использование технических лигносульфонатов для повышения огнестойкости древесностружечных плит.....	21
Балакин В.М., Выдрина Т.С., Литвинцев Ю.И., Петрова М.А. Антипирены на основе отхода производства диметилфосфита и их влияние на свойства ДСП.....	30
Балакин В.М., Литвинцев Ю.И., Выдрина Т.С., Орлов С.А., Вызова М.В., Никитина М.Е. Исследование огнезащитного состава на основе маточного раствора производства НТФ...	39
Коршунова Н.И., Балашова Е.И. Использование древесных пирогенных смол в качестве фенольного сырья в производстве фенолоформальдегидных связующих.....	46
Васильев В.В., Комарова Е.Е. Снижение токсичности плитных материалов из отходов деревообработки и костры льна.....	51
Генбутис Н.В., Семенова В.В., Маслакова Е.А. Применение остатка вакуумной ректификации гача и петролатума в производстве водостойких древесноволокнистых плит.....	56

Багаев А. А., Ефимов В. П., Колобов О. В. Исследование реологических свойств древесноволокнистой суспензии повышенной концентрации.....	59
Михайлов А. Р., Калганова Е. И., Липцев Н. В., Царев Г. И. Сорбция органических веществ в условиях поверхностной обработки твердых древесноволокнистых плит.....	64
Михайлов А. Р., Свидрицкая А. В., Липцев Н. В., Царев Г. И. Взаимодействие обрабатываемого состава с древесным веществом при производстве древесноволокнистых плит.....	69
Гамова И. А., Каменков С. Д., Давыдов Л. В., Эльберт А. А. Древеснополимерная композиция для фасадных элементов мебели.....	76
Бурындин В. Г., Балакин В. М., Пономарева Л. Е., Ярков П. И., Дунюшкин Е. С., Кузнецова Н. Н. Изучение возможности использования шлифовальной пыли производства ДСТП для получения фенопластов.....	82
Глухих В. В., Орлов С. А., Балакин В. М. Изучение влияния полиаминов на свойства карбамидных связующих и токсичность древесностружечных плит.....	88
Кудрявцев И. А., Сонечкин В. М. Пожарная опасность процесса механической обработки древесностружечных плит.....	93

ТЕХНОЛОГИЯ ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТ И ПЛАСТИКОВ

Редактор Е. А. Михайлова
Корректор Р. В. Сайгина

Подписано в печать	10.02.94г	формат 60 x 84 1/16
Бумага писчая	Плоская печать	усл. печ. л. 5.81
уч.-изд. л. 4,58	тираж 300 экз.	заказ № 147

Уральская государственная лесотехническая академия,
620032, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37

ЦЕХ № 4 АОСГ "ПОЛИГРАФИСТ" г. ЕКАТЕРИНБУРГ, ТУРГЕНЕВА, 20

