

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Отлев И.А., Штейнберг Ц.Б. Справочник по древесностружечным плитам. М.: Лесная промышленность, 1983, 191 с.

2. А.с. 798146 СССР, МКИ<sup>3</sup> В 29 J 5/00. Пресс-композиция/В.В. Арбузов (СССР); Заявлено 24.11.78; Опубл. 23.01.81, Бюл. № 3.

УДК 674,817-41.048

В.М. Балакин, Ю.И. Литвинец,  
В.Г. Бурьдин, Е.В. Королева  
(Уральский лесотехнический  
институт)

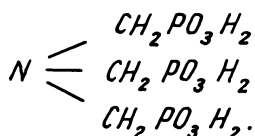
### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НИТРИЛОТРИМЕТИЛЕНФОСФОНОВОЙ КИСЛОТЫ НА СВОЙСТВА ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТ

*Методом математического планирования эксперимента изучено влияние расхода и степени нейтрализации нитрилотриметиленфосфоновой кислоты (НТФ) водным раствором аммиака на физико-механические свойства древесностружечных и древесноволокнистых плит, определены их оптимальные значения. Установлено, что введение аммониевой соли НТФ обеспечивает получение трудногорючих древесных плит.*

Проблема поиска эффективных и доступных огнезащитных средств для древесных плит является актуальной. Ранее [1] показано, что огнезащитные составы, содержащие аминокметилеиенфосфонаты аммония, хлорид аммония и аммонийные соли фосфорной и фосфористой кислот, обладают высокой огнезащитной способностью при защите ДВП. Представляет интерес выявление вклада в огнезащитное действие одного из основных компонентов состава – нитрилотриметиленфосфоновой кислоты (НТФ), а также изучение влияния НТФ на физико-механические показатели древесностружечных (ДСтП) и древесноволокнистых плит (ДВП).

# Электронный архив УГЛТУ

НТФ имеет следующую химическую структуру:



Как было установлено ранее [2], аминотилеиофсфонаты эффективны только в виде аммонийной соли, поэтому целью исследования было определение оптимальных степени нейтрализации НТФ и расхода соли на защиту древесных плит.

Объектами исследования являлись:

НТФ (ТУ 6-09-5283-86) – белый порошок, содержание основного вещества 97,0%. Антипирен на его основе получали нейтрализацией 21%-го водного раствора концентрированным раствором аммиака до нужной степени нейтрализации;

древесное волокно производства Нововятского КДП, обработанное связующим СФЖ-3014 (4,0% от массы сухого волокна) и гачем (1;3%), влажность волокна 5,0%;

древесная стружка производства ПО "Уралдереводеталь" влажностью 9,0%. В качестве связующего при изготовлении ДСтП использовали смолу КФ-МТ в количестве 13%, отвердитель – 20%-ный раствор хлористого аммония (1%).

ДВП изготовляли сухим способом в лабораторных условиях. Волокно обрабатывали в смесителе раствором антипирена, затем высушивали до исходной влажности, формировали ковер. Прессование проводили при температуре 180 °С по обычной для сухого способа циклограмме, продолжительность прессования – 4,5 мин. Толщина изготовленных образцов ДВП составляла 3 мм.

При изготовлении однослойных ДСтП стружку сначала обрабатывали раствором антипирена, затем высушивали и осмоляли. Условия прессования: температура плит пресса – 150 °С, удельное давление – 2 МПа, продолжительность прессования – 0,5 мин/мм.

Для определения влияния степени нейтрализации и количества антипирена на свойства ДСтП образцы изготовляли толщиной 5 мм, так как используемый метод оценки горючести не пригоден для материалов толщиной более 8 мм.

# Электронный архив УГЛТУ

Физико-механические показатели образцов ДВП определяли по ГОСТ 19592-80, ДСП - по ГОСТ 10632-77, горючесть - по ГОСТ 17088-71 методом "огневая труба".

Исследование проводили с применением метода ортогонального планирования эксперимента типа  $3^2$  [3]. Оптимизируемые факторы:

- $X_1$  - степень нейтрализации НТФ, моль  $NH_4OH$ /моль НТФ;
- $X_2$  - количество антипирена, % абсолютно сухого вещества к абсолютно сухому волокну (стружке).

Исходные данные для составления матрицы планирования приведены в табл. 1.

В качестве параметров оптимизации использованы:

- $Y_1$  - потеря массы при сжигании в "огневой трубе", %;
- $Y_2$  - предел прочности при статическом изгибе, МПа;
- $Y_3$  - водопоглощение за 24 ч, %;
- $Y_4$  - разбухание, %.

Матрица планирования вида  $3^2$  и результаты эксперимента приведены в табл. 2.

Таблица 1

Значения переменных факторов и уровни их взаимодействия при изготовлении древесных плит

Переменный фактор	Кодирование фактора	Значение нулевого уровня	Шаг варьирования	Значение фактора		
				-1	0	+1

## Древесноволокнистые плиты

Степень нейтрализации, моль/моль	$X_1$	3	1	2	3	4
Количество антипирена, %	$X_2$	15	5	10	15	20

## Древесностружечные плиты

Степень нейтрализации, моль/моль	$X_1$	3	1	2	3	4
Количество антипирена, %	$X_2$	7	4	3	7	11

Таблица 2

Матрица планирования типа 3<sup>2</sup> и результаты эксперимента

Номер опыта	Матрица планирования		Усредненные значения параметров оптимизации древесных плит							
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	ДВП				ДСтП			
			У <sub>1</sub>	У <sub>2</sub>	У <sub>3</sub>	У <sub>4</sub>	У <sub>1</sub>	У <sub>3</sub>	У <sub>4</sub>	
1	-1	-1	17,4	36,5	48,4	38,1	55,6	88,2	70,0	
2	0	-1	24,3	51,2	44,2	34,3	62,1	94,2	67,4	
3	+1	-1	25,1	67,5	43,6	32,3	70,1	85,1	61,2	
4	-1	0	7,9	20,8	39,4	32,5	8,3	78,8	70,4	
5	0	0	15,2	60,4	36,3	44,0	25,9	68,9	48,7	
6	+1	0	21,0	64,8	29,8	26,3	9,5	90,6	70,7	
7	-1	+1	4,8	19,2	21,7	16,4	4,6	79,2	62,3	
8	0	+1	5,4	55,8	26,3	22,0	6,9	99,4	80,9	
9	+1	+1	5,6	53,9	31,2	26,9	6,6	94,4	95,4	

Для установления зависимости параметров оптимизации  $y_i$  от независимых переменных (степень нейтрализации и количество антипирена) уравнение регрессии искали в виде полинома 2-й степени [3]:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_{11} X_1^2 + \beta_{22} X_2^2 + \beta_{12} X_1 X_2.$$

Влияние факторов на параметр оптимизации оценено с помощью критерия Стьюдента, и уравнения регрессии со значимыми коэффициентами имеют следующий вид:

для ДВП

$$Y_1 = 16,18 - 8,48X_2, \quad (1)$$

$$Y_2 = 56,68 - 18,28X_1, \quad (2)$$

$$Y_3 = 35,37 - 9,49X_2; \quad (3)$$

для ДСтП

$$Y_1 = 18,6 - 28,3X_2 + 19,8X_2. \quad (4)$$

Для остальных параметров все коэффициенты уравнений регрессии оказались незначимы. Проверка полученных моделей (уравнения (1)...(4) на адекватность по критерию Фишера [3] показала, что они адекватно описывают процесс.

Анализ уравнений регрессии (1)...(3) показывает, что с увеличением количества антипирена и степени нейтрализации улучшаются огнестойкость и физико-механические свойства ДВП. Так как максимальная степень нейтрализации НТФ равна 4, дальнейшее повышение параметра  $X_1$  невозможно. Поэтому были изготовлены ДВП при  $X_1 = 4$ ,  $X_2 = 25$ . Параметры оптимизации при этом имеют следующие значения:  $Y_1 = 4,0$ ;  $Y_2 = 63,2$ ;  $Y_3 = 23,1$ ;  $Y_4 = 19,3$ , существенного улучшения показателей не происходит. Следовательно, оптимальным для ДВП можно считать количество антипирена 20%, степень нейтрализации - 4.

Для подтверждения полученных результатов были изготовлены образцы огнезащищенных ДВП, физико-механические показатели которых приведены в табл. 3.

Данные табл. 3 показывают, что введение 20% антипирена со степенью нейтрализации 4 моля  $NH_4OH$  на 1 моль НТФ

Таблица 3

Физико-механические показатели ДВП при  $X_1 = 4, X_2 = 20\%$

Показатель	ОДВП				Контрольные ДВП				
	Среднее значение показателя	Статистические показатели		Среднее значение показателя	Статистические показатели		Среднее значение показателя	Статистические показатели	
		$S^2$	V, %		$\rho$ , %	$S^2$		V, %	$\rho$ , %
Потеря массы при сжигании, %	4,8	6,2	5,2	17,0	23,8	5,0	1,2		
Предел прочности, МПа	55,1	97,8	18,0	6,0	252,7	45,0	10,0		
Водопоглощение, %	26,2	67,8	31,0	10,0	140,9	30,0	5,0		
Разбухание, %	22,6	219,6	65,0	22,0	425,3	44,0	11,0		

Таблица 4

Физико-механические показатели ДСтП (16 мм) при  $X_1 = 3, X_2 = 9,5\%$

Показатель	ОДСтП				Контрольные ДСтП				
	Среднее значение показателя	Статистические показатели		Среднее значение показателя	Статистические показатели		Среднее значение показателя	Статистические показатели	
		$S^2$	V, %		$\rho$ , %	$S^2$		V, %	$\rho$ , %
Предел прочности при статическом изгибе, МПа	16,3	3,3	11,2	3,7	15,5	2,3	2,9		
Водопоглощение, %	84,5	92,8	11,4	3,8	107,8	23,6	3,1		
Разбухание, %	61,6	63,9	12,9	4,5	14,6	6,3	3,5		

обеспечивает эффективную защиту ДВП (потеря массы в "огневой трубе" - 4,8%), при этом улучшаются физико-механические показатели по сравнению с показателями контрольных ДВП.

Для ДСтП оптимальное количество антипирена 9,5%, степень нейтрализации 3, что обеспечивает минимальную горючесть плит. Для определения влияния этих условий на другие физико-механические свойства были изготовлены ДСтП толщиной 16 мм.

Данные табл. 4 показывают, что введение в ДСтП 9,5% раствора НТФ, нейтрализованного аммиаком до степени 3, ухудшает водостойкость плит по сравнению с водостойкостью контрольных образцов (без антипирена).

Сравнение полученных данных с результатами изучения влияния на свойства ДВП огнезащитного состава на основе маточника НТФ [1] показывает, что последний обеспечивает получение трудногорючих плит при его расходе 10%. Более высокую эффективность ему придают дополнительно содержащиеся в составе аммонийные соли (хлориды, фосфаты, фосфиты). В то же время становится очевидным, что именно аминотиле́нфосфонаты способствуют сохранению высоких физико-механических показателей при введении антипиренов в ДВП.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Исследование влияния огнезащитных составов из отходов химических производств на свойства древесноволокнистых плит/В.М. Балакин, Ю.И. Литвинец, В.С. Таланкин, Е.И. Титов//Технология древесных плит и пластиков: Межвуз. сб. Свердловск, 1987, Вып. 14, С. 88-94.

2. Исследование аминотиле́нфосфонатов в качестве антипиренов для древесных плит/В.М. Балакин, В.С. Таланкин, Ю.И. Литвинец и др.//Технология древесных плит и пластиков: Межвуз. сб. Свердловск, 1983, вып. 10, с. 76-79.

3. Ахназарова С.Л., Кафаров В.В. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии. М.: Высшая школа, 1985. 327 с.