

УДК 47.914:676.2.05

Студ. Е. М. Сычёва, студ. Е. Д. Паныш
Науч. рук.: доц., к.т.н. Н. В. Жолнерович; мл. н. с. И. В. Николайчик
(кафедра химической переработки древесины, БГТУ)

**ПРИМЕНЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ
КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ ОЛИГОМЕРОВ
ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ БУМАГИ
ДЛЯ ГОФРИРОВАНИЯ**

Карбамидоформальдегидные олигомеры (КФО) традиционно применяются в производстве древесностружечных плит в качестве связующего для придания физико-механических свойств. Однако такие смолы ограниченно применяются в целлюлозно-бумажной промышленности, т. к. характеризуется недостаточной растворимостью в воде, некоторой токсичностью и недостаточно высокой адгезионной прочностью. Устранить указанные недостатки возможно путем их модификации [1]. Преимуществами использования модифицированных КФО являются возможность повышения способности к обезвоживанию бумажной массы, управления электрокинетическими свойствами бумажной массы, повышения физико-механических свойств бумаги. Однако применение новых модифицированных продуктов на основе КФО требует разработки оптимальных режимных параметров технологического процесса их применения в композиции бумаги-основы для гофрирования, что и являлось целью настоящей работы.

Для достижения поставленной цели были выбраны независимые управляемые переменные (факторы), диапазоны и уровни их варьирования. Организационной основой для математического описания плана эксперимента являлся план Коно, позволяющий при небольшом количестве определений получить достаточно полную информацию о значениях показателей в исследуемой области факторного пространства.

В качестве независимых управляющих переменных (факторов) были выбраны следующие параметры: содержание АКД в композиции бумажной массы (X_1 , % от а.с.в.), содержание катионного крахмала в композиции бумажной массы (X_2 , % от а.с.в.) и содержание исследуемого КФО в композиции бумажной массы (X_3 , % от а.с.в.). Критериями оптимизации являлись физико-механические показатели качества бумаги, характеризующие качество бумаги для гофрирования в соответствии с основным ее назначением – разрывная длина (Y_1 , км), а также как материала, предназначенного для дальнейшей переработки в гофрированный слой гофрокартона – поглощение энергии при разрыве (Y_2 , Дж/м²); сопротивление сжатию (Y_3 , кНм/кг).

Задача оптимизации была сформулирована следующим образом: найти сочетания значений независимых управляемых переменных (X1, X2 и X3) в заданной области факторного пространства, при которых обеспечивается достижение требуемых показателей качества образцов бумаги для гофрирования (Y1–Y3).

Для оценки влияния исследуемых КФО на изменение физико-механических свойств бумаги для гофрирования в лабораторных условиях были изготовлены образцы бумаги из 100% макулатуры марки МС-5Б (ГОСТ 10700) со степенью помола 35°ШР. Дозирование химических вспомогательных веществ в композицию бумажной массы осуществлялось в количестве в соответствии с планом эксперимента (таблица 1). При составлении композиции бумажной массы соблюдалось последовательное дозирование рабочих растворов катионного крахмала (Hi-Cat C323A), проклеивающего вещества на основе димеров алкилкетенов (Hydroges 225YP) и исследуемого модифицированного ε-капролактамом олигомера. Модификация КФО проводилась на последней стадии синтеза при массовом соотношении карбамида к ε-капролактаму 1 : 0,5. Результаты реализации плана эксперимента представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты реализации плана эксперимента

Номер опыта	Факторы			Критерии оптимизации		
	X1	X2	X3	Y1	Y2	Y3
1	0,08	0	0,2	6,01	47,28	26,34
2	0,1	0	0,2	6,63	57,77	28,19
3	0,12	0	0,2	6,25	59,24	22,67
4	0,08	0,4	0,2	5,26	38,38	25,93
5	0,12	0,4	0,2	6,50	55,79	20,51
6	0,08	0,8	0,2	6,71	57,15	24,22
7	0,1	0,8	0,2	6,71	64,03	27,93
8	0,12	0,8	0,2	6,41	62,84	25,80
9	0,08	0	0,4	6,25	49,53	27,58
10	0,12	0	0,4	6,26	57,46	28,41
11	0,1	0,4	0,4	6,20	54,38	28,83
12	0,08	0,8	0,4	6,95	77,20	29,30
13	0,12	0,8	0,4	7,20	75,54	34,82
14	0,08	0	0,6	6,90	54,80	29,75
15	0,1	0	0,6	6,55	41,05	27,07
16	0,12	0	0,6	6,71	48,76	31,88
17	0,08	0,4	0,6	6,31	48,39	27,31
18	0,12	0,4	0,6	5,76	35,33	29,56
19	0,08	0,8	0,6	6,76	66,67	29,24
20	0,1	0,8	0,6	6,36	60,50	24,86
21	0,12	0,8	0,6	6,91	69,53	32,80

На основании полученных результатов рассчитаны коэффициенты уравнений регрессии, описывающих изменение критериев опти-

мизации (Y_1 – Y_3) в зависимости от выбранных факторов процесса (X_1 – X_3). Выполнена проверка их адекватности и построены двумерные сечения поверхности отклика. Результаты решения задачи оптимизации и достигаемые при этом показатели качества бумаги для гофрирования представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты решения задачи оптимизации

Факторы			Значение частных функций полезности			Значение глобального критерия оптимизации
X_1 , % от а.с.в.	X_2 , % от а.с.в.	X_3 , % от а.с.в.	Y_1 , км	Y_2 , Дж/м ²	Y_3 , кНм/кг	
0,08	0,7	0,35	6,82	66,70	29,87	W_i 0,96

Сравнительный анализ полученных результатов позволил разработать технологический режим применения новых модифицированных ϵ -капролактамом КФО при изготовлении бумаги из вторичных волокнистых полуфабрикатов, обеспечивающий достижение требуемого комплекса физико-механических свойств бумаги для гофрирования.

Таким образом, изучено влияние содержания модифицированных КФО в композиции бумажной массы в сочетании с функциональными химикатами, предназначенными для гидрофобизации бумаги, на изменение физико-механических свойств бумаги для гофрирования. Методом поиска глобального критерия оптимизации решена поставленная задача оптимизации и разработан оптимальный технологический режим применения модифицированных КФО в композиции бумаги для гофрирования, включающий последовательное дозирование катионного крахмала (0,7 % от а.с.в.), проклеивающего вещества на основе АКД (0,08 % от а.с.в.), и КФО (0,35 % от а.с.в.). При соблюдении указанного режима обеспечивается достижение разрывной длины 6,82 км, поглощение энергии при разрыве 66,7 Дж/м² и сопротивление сжатию на коротком расстоянии 29,87 кНм/кг.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жолнерович, Н. В. Влияние состава карбамидоформальдегидных олигомеров на свойства технических видов бумаги / Н. В. Жолнерович, И. В. Николайчик, Н. В. Черная // Труды БГТУ. № 4 (168), Химия, технология орган. в-в и биотехнология. – 2014. – С. 137–139.