

М.П. Музыченко (канд. техн. наук), И.В. Замковая,  
В.И. Астапчик, Н.Е. Цыбаков

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДЕЛИГНИФИКАЦИИ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ В УСЛОВИЯХ ХЛОРНО-ЩЕЛОЧНОЙ ОБРАБОТКИ

С целью придания высокой и стабильной белизны целлюлозе применяются многоступенчатые комбинированные способы ее обработки, которые по существу могут быть разделены на две стадии: делигнификацию и собственно отбелку.

В качестве делигнифицирующих стадий наибольшее распространение получили различные варианты хлорно-щелочной обработки, почти повсеместно используемые в качестве начальных ступеней комбинированной отбелки целлюлозы [1,2].

Хлор остается наиболее доступным окислителем. Он легко взаимодействует с лигнином, почти не затрагивая углеводную часть древесины. Образовавшийся хлор-лигнин растворяется в воде ограниченно (на 50–70%). Однако в разбавленном растворе щелочи при повышенной температуре он растворяется относительно легко [3].

Хороший эффект делигнификации хлорированной целлюлозы достигается при использовании едкого натра; к сожалению, он является дорогим и дефицитным химикатом.

Изучена возможность применения для этой цели гидратов окисей кальция и магния, а также аммиачной воды, стоимость которых значительно ниже стоимости едкого натра, что может предопределить удешевление отбелки целлюлозы в целом.

Исходными полуфабрикатами явились небеленая сульфатная целлюлоза (жесткость 139 п.е.) и сульфитная целлюлоза (107 п.е.)

Хлорирование целлюлозы проводилось хлорной водой с расходом активного хлора 4,5% от веса а.с. волокна. Концентрация массы составляла 4%, продолжительность обработки 1 ч при температуре 20°C.

Согласно рекомендациям [4,5], на хлорирование сульфатной целлюлозы использовалось около 60% общего расхода хлора на отбелку. При обработке сульфитной целлюлозы доза хлора составляла 70% общей потребности в нем.

После промывки водой жесткость хлорированной сульфатной и сульфитной целлюлозы соответственно составила 67 и 45 п.е.

Эксперимент проводился по регулярному плану для пяти факторов [6].

Табл. 1. Основные переменные факторы щелочения целлюлозы и уровни их варьирования

Факторы	Уровни варьирования	
	в кодированном виде	в натуральном выражении
Вид целлюлозы ( $X_1$ )	1	Сульфитная
	2	Сульфатная
Концентрация щелочи ( $X_2$ )	1	0,3н
	2	0,6н
Температура обработки ( $X_3$ )	1	70°С
	2	120°С
Продолжительность щелочения ( $X_4$ )	1	1 ч
	2	3 ч
Вид щелочи ( $X_5$ )	1	NaOH
	2	NH <sub>4</sub> OH
	3	Ca(OH) <sub>2</sub>
	4	Mg(OH) <sub>2</sub>

В табл. 1 указаны основные переменные факторы процесса щелочения. Согласно условиям матрицы плана (табл.2), был осуществлен эксперимент. В таблице приведены средние результаты опытов матрицы, которые выражены в виде доли лигнина (в %), удаленной из целлюлозы в процессе хлорно-щелочной обработки. Содержание лигнина определялось по ГОСТ 6842-54.

Результаты эксперимента были обработаны на вычислительной машине "Мир-2" по программе полного регрессионного анализа [7]. Получено уравнение регрессии, показывающее зависимость удаления лигнина после хлорно-щелочной обработки целлюлозы от условий обработки:

$$Y = 67,27 - 5,09X_1 + 2,43X_2 + 0,215X_3 + 2,712X_4 - 4,858X_5.$$

Анализ уравнения показывает, что вид щелочи весьма заметно отражается на удалении лигнина при щелочной обработке хлорированной целлюлозы. Наибольшим эффектом при щелочении обоих видов целлюлоз обладал NaOH. При использовании других видов щелочи делигнификация снижалась в ряду NH<sub>4</sub>OH,

Табл. 2. Условия проведения и результаты хлорно-щелочной обработки целлюлозы

Номер опыта	Факторы щелочения в кодированном выражении					Содержание лигнина в целлюлозе после щелочения, %	Степень делигнификации, %
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>		
1	1	1	1	1	1	1,09	76,1
2	2	1	1	2	2	2,11	71,8
3	1	2	1	2	3	1,95	60,0
4	2	2	1	1	4	3,03	59,5
5	1	1	2	2	4	0,86	81,5
6	2	1	2	1	3	2,87	61,0
7	1	2	2	1	2	0,85	81,5
8	2	2	2	2	1	1,01	86,5

Ca(OH)<sub>2</sub>, Mg(OH)<sub>2</sub> в среднем примерно на 5% при переходе от каждого предыдущего вида к последующему.

Рост продолжительности обработки с 1 до 3 ч увеличивает перевод хлорированного лигнина в раствор примерно на 5-6%. Эффективным фактором в отношении удаления лигнина из хлорированной целлюлозы является повышение температуры при щелочной обработке. С увеличением температуры от 70 до 100°С при прочих равных условиях степень делигнификации волокна возрастает более чем на 6%. Повышение концентрации щелочи выше 0,3н не оказывает существенного влияния на процесс извлечения лигнина. Это согласуется со сведениями [8], согласно которым для удаления хлорированного лигнина достаточно создать при щелочении среду, в которой рН выше [9].

Эффективность использования указанных заменителей едкого натра оказывается выше при обработке сульфитной целлюлозы. Однако ввиду их пониженной активности потребуется больший расход щелочных агентов, удлинение обработки или проведение щелочения при повышенной температуре.

#### В ы в о д

Установлено, что делигнификация хлорированной сульфитной и сульфатной целлюлозы уменьшается при использовании гидратов окислов аммония, кальция и магния взамен едкого натра.

### Л и т е р а т у р а

1. Туманова Т.А., Флис И.Е. Физико-химические основы отбеливания целлюлозы. М., 1972, с. 12.
2. Непенин Ю.Н. Технология целлюлозы, т. 2. М., 1963, с. 680.
3. Репсон И.Г. Отбеливание целлюлозы. Монография ТАППИ, № 27, М., 1968, с. 50.
4. Целлюлозно-бумажная промышленность. Экспресс-информация. 1971, № 11, с. 43.
5. Справочник бумажника, т. 2, М., 1965, с. 41.
6. Бродский В.З. Многофакторные регулярные планы. М., 1972.
7. Машины для инженерных расчетов, вып. 7, Киев, 1973, с. 110-138.
8. Непенин Н.Н. Технология целлюлозы, т. 1. М., 1956, с. 686.