

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 676.1.023.1

Ф.Х. ХАКИМОВА, Д.Р. НАГИМОВ, Т.Н. КОВТУН

Пермский государственный технический университет

Хакимова Фирдавес Харисовна родилась в 1938 г., окончила в 1965 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат технических наук, профессор, зав. кафедрой технологии целлюлозно-бумажного производства Пермского государственного технического университета. Имеет 140 печатных работ в области теории и технологии целлюлозы.



Нагимов Дамир Равильевич родился в 1964 г., окончил в 1987 г. Пермский политехнический институт, старший преподаватель кафедры технологии целлюлозно-бумажного производства Пермского государственного технического университета. Имеет более 20 печатных работ в области технологии отбелки целлюлозы.



**ОТБЕЛКА СУЛЬФИТНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ
ПЕРОКСИДОМ ВОДОРОДА
БЕЗ ХЛОРСОДЕРЖАЩИХ РЕАГЕНТОВ
(сообщение 1)**

Изучен процесс отбелки сульфитной целлюлозы с высоким содержанием остаточного лигнина по схеме ЩП-Пд-К-П-К. Методом математического планирования эксперимента разработаны условия обработки целлюлозы на отдельных ступенях.

The bleaching process of sulphite pulp with high content of residual lignin has been studied according to EP-Pd-A-P-A scheme. The conditions of pulp treatment at separate stages are elaborated by the method of mathematical planning of experiment.

Актуальность перехода к бесхлорной отбелке объясняется отрицательным влиянием на здоровье людей и окружающую среду хлорсоединений, образующихся при отбелке целлюлозы, особенно на стадии хлорирования.

К настоящему времени разработаны схемы отбелки сульфитной целлюлозы с применением кислорода и пероксида водорода. Однако реализация кислородно-щелочной ступени связана с получением кислорода и довольно сложным ее аппаратным оформлением. Поэтому перевод действующих заводов на бесхлорную отбелку с включением в схему кислородно-щелочной ступени требует больших капиталовложений.

На кафедре ТЦБП Пермского государственного технического университета проводятся исследования по отбелке сульфитной целлюлозы различной степени провара с применением в качестве отбеливающего реагента только пероксида водорода. Ранее нами* показана возможность отбелки пероксидом водорода сульфитной целлюлозы различной жесткости до требуемого уровня белизны. Однако при отбелке жесткой целлюлозы расход отбельного реагента велик. Так, результаты отбелки сульфитной целлюлозы жесткостью 100 п.ед. по разработанным нами режимам (схема Пд-К-П-К) показали, что для достижения белизны более 84 % общий расход пероксида водорода должен составлять не менее 5 % от абс. сухого волокна.

Для снижения общего расхода пероксида водорода на отбелку и достижения конечной белизны на уровне 85 ... 86 % необходимо провести более глубокую делигнификацию целлюлозы за счет активации остаточного лигнина на начальных стадиях отбелки.

Известно, что значительная часть остаточного лигнина после сульфитной варки может быть переведена в раствор в результате предварительной щелочной обработки. Эффективность такой обработки усиливается в присутствии даже небольших количеств окислителей, в том числе и пероксида водорода. Считается, что введение окислителя на стадии предварительного щелочения увеличивает количество переходящих в раствор фрагментов остаточного лигнина, ускоряет этот переход и снижает токсичность сточных вод этой ступени обработки.

Задача данного исследования состояла в разработке условий обработки целлюлозы на отдельных ступенях при отбелке по схеме ЩП-Пд-К-П-К (где ЩП – щелочная обработка в присутствии пероксида водорода, Пд и П – делигнификация и отбелка пероксидом водорода).

Для обработок использовали сульфитную целлюлозу жесткостью 100 п. ед. Для каждой ступени отбелки поставлен эксперимент по плану Бокса для трех переменных факторов (табл. 1).

* Нагимов Д.Р., Хакимова Ф.Х. Исследование отбелки сульфитной целлюлозы по бесхлорной технологии // Лесн. журн. - 1995. - № 2-3. - С 119. - (Изв. высш. учеб. заведений).

Таблица 1

Переменные факторы и исходные данные для планирования эксперимента

Показатели	Значение показателей для ступеней обработки											
	ЩП				Пд				П			
	λ^0	λ^{+1}	λ^{-1}	$\Delta\lambda$	λ^0	λ^{+1}	λ^{-1}	$\Delta\lambda$	λ^0	λ^{+1}	λ^{-1}	$\Delta\lambda$
Переменные факторы												
Расход H_2O_2 (X_1), % от абс. сухого волокна	1,0	1,5	0,5	0,5	2,0	3,0	1,0	1,0	2,0	3,0	1,0	1,0
Температура (X_2), °С	65	80	50	15	75	90	60	15	70	90	50	20
Продолжительность (X_3), мин	75	120	30	45	90	150	30	60	105	150	60	45
Постоянные условия												
Расход, % от абс. сухого вещества:												
NaOH	2,00				2,00				0,75			
Na_2SiO_3	-				3,0				1,7			
Концентрация массы, %	8				8				8			
Интервал рН	12,0...12,5				12,0...12,5				10,0...11,0			

Примечание. λ^0 – основной уровень, λ^{+1} – верхний уровень, λ^{-1} – нижний уровень, $\Delta\lambda$ – шаг варьирования.

Ниже представлены уравнения, полученные в результате реализации планированных экспериментов для выходных параметров жесткости $Y_{ж}$ и белизны Y_6 по ступеням отбелки:

ступень ЩП

$$Y_6 = 70,05 + 0,65X_1 + 0,85X_2 + 0,25X_3 - 0,05X_1X_2 + 0,15X_1X_3 + 0,1X_2X_3; \quad (1)$$

$$Y_{ж} = 56 + 2X_1 - 3X_2 - 2X_3; \quad (2)$$

ступень Пд

$$Y_6 = 79,35 + 1,00X_1 + 1,70X_2 + 1,50X_3 + 0,65X_1^2 + 1,35X_2^2 + 0,15X_3^2 + 0,35X_2X_3; \quad (3)$$

$$Y_{ж} = 58,0 - 1,0X_1 - 2,5X_2 - 4,0X_3 - 1,0X_1X_2; \quad (4)$$

ступень П

$$Y_6 = 82,5 + 1,3X_1 + 1,0X_2 + 0,9X_3 - 0,7X_1^2 + 1,1X_2^2 + 0,5X_3^2; \quad (5)$$

$$Y_{ж} = 47,5 - 1,5X_1 - 3,0X_2 - 2,0X_3 + 4,0X_1^2 - 3,5X_2^2 - 4,0X_3^2. \quad (6)$$

Из уравнений (1)–(6) следует, что наиболее заметное влияние на первой ступени отбелки оказывает температура, на ступени Пд – температура и продолжительность процесса, на ступени П на прирост белизны наибольшее влияние оказывает расход пероксида водорода, на жесткость – температура процесса.

При решении уравнений регрессии получены оптимальные условия обработки целлюлозы на исследованных ступенях отбелки (табл. 2).

Таблица 2

Оптимальные условия обработки целлюлозы

Показатели	Значение показателей для ступеней обработки		
	ЩП	Пд	П
Расход H ₂ O ₂ , %	0,6	1,8	1,8
Температура, °С	76,0	84,0	81,0
Продолжительность, мин	30	108	150

Расчетные значения выходных параметров:
после ступеней ЩП-Пд-К

$$Y_{\text{ж}} = 56,1 \text{ п. ед.}; Y_{\text{б}} = 80,2 \% \text{ белого};$$

после отбелки по схеме ЩП-Пд-К-П-К

$$Y_{\text{ж}} = 38,1 \text{ п. ед.}; Y_{\text{б}} = 84,9 \% \text{ белого}.$$

По разработанным режимам проведена контрольная отбелка целлюлозы, результаты которой представлены в табл. 3. Показатели полученной беленой целлюлозы совпадают с расчетными значениями параметров, что свидетельствует о достоверности моделей.

Из данных табл. 3 следует, что включение в схему отбелки жесткой сульфитной целлюлозы стадии предварительного пероксидного щелочения (схема ЩП-Пд-К-П-К) позволило получить (по сравнению со схемой Пд-К-П-К) продукт с более высокой белизной при сокращении расхода пероксида до 4,2 % (против 5,0 %). Снижение механических показателей целлюлозы в процессе отбелки незначительное. Показатель стабильности белизны равен 1,71 Рс.

Таблица 3

Результаты отбелки целлюлозы по схеме ЩП-Пд-К-П-К

Показатели	Значение показателей для целлюлозы		
	небеленой	после ступеней Щп-Пд-К	беленой
Расход пероксида водорода, % от абс. сухого волокна	-	2,4	4,2
Выход беленой целлюлозы, % от небеленой	-	95,7	93,5
Жесткость, п. ед.	100	56	37
Белизна, % белого	62,0	80,1	85,2
Реверсия белизны, Рс	-	-	1,71
Механическая прочность (60 °ШР, 75 г/м ²):			
разрывная длина, м	8700	8250	7950
сопротивление:			
излому, ч.д.п.	1180	890	700
продавливанию, кПа	380	360	345

Разработанная схема (ЩП-Пд-К-П-К) отбелки сульфитной целлюлозы с высоким содержанием остаточного лигнина имеет перед традиционной схемой (Х-Щ-Х-Щ-Г-Г-К) следующие преимущества:

меньшее число ступеней отбелки (5 вместо 7);

одинаковая белизна при более высоком выходе и лучших показателях механической прочности;

экологически более надежна;

решает проблему смоляных затруднений в процессе может быть применено оборудование, используемое на предприятиях ЦБП в настоящее время.

Поступила 27 мая 1997 г.