

воров.— М.: Химия, 1976.— 488 с. [3]. Фенгел Д., Вегенер Г. Древесина.— М.: Химия, 1988.— 320 с. [4]. Целлюлоза и ее производные / Под ред. Н. Байкля и Н. Сегала.— М.: Мир, 1974.— 499 с. [5]. Kuniak L., Alice B., Faserforsch U. Einflub chemischer behandlung auf cellulose // Textiltech.— 1965.— Vol. 16.— P. 155.

Поступила 17 ноября 1994 г.

УДК 676.16.023.11

Д. Р. НАГИМОВ, Ф. Х. ХАКИМОВА

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. Область научных интересов — отбелка сульфитной целлюлозы с сокращенным расходом хлорсодержащих соединений и по бесхлорным технологиям.



Хакимова Фирдавес Харисовна родилась в 1938 г., окончила в 1965 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат химических наук, профессор, зав. кафедрой технологии целлюлозно-бумажного производства Пермского государственного технического университета. Имеет 113 научных трудов в области теории и технологии целлюлозы.



ИССЛЕДОВАНИЕ ОТБЕЛКИ СУЛЬФИТНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ПО БЕСХЛОРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Показана принципиальная возможность реализации экологически безопасных процессов отбелки сульфитной целлюлозы для бумаг с сокращенным на 30% расходом активного хлора на отбелку, а также с использованием только пероксида водорода. Исследовано влияние переменных исходных параметров процесса пероксидной отбелки на показатели белевой целлюлозы.

The principal possibility of carrying out the ecologically safe processes of sulphite pulp bleaching for paper with 30% reduced consumption of active chloride for bleaching as well as with the use of only hydrogen peroxide has been revealed. The effect of initial variable parameters of peroxide bleaching process on the bleached pulp properties has been investigated.

В последние годы многие государства, в первую очередь государства Западной Европы и Северной Америки, в законодательном порядке устанавливают жесткие нормы на выброс загрязняющих веществ в водный и воздушный бассейны.

Эта проблема касается и целлюлозно-бумажной промышленности, особенно производств, связанных с получением беленых полуфабрика-

тов. Применение хлора и хлорсодержащих отбеливающих реагентов вызывает попадание в окружающую среду канцерогенных веществ типа хлорированных диоксинов.

Ведущие производители белевой целлюлозы работают над созданием новых экологически безопасных технологий, позволяющих отбеливать целлюлозу без применения как хлорсодержащих соединений (ТСФ-технология), так и элементарного хлора с заменой его на диоксид хлора (ЕСФ-технология).

Большинство исследователей считают, что сульфитную целлюлозу можно отбеливать без применения хлорсодержащих реагентов. В качестве отбеливающих реагентов предлагают озон, кислород, пероксиды и надкислоты, как отдельно, так и, чаще всего, в различных сочетаниях. Существует мнение, что сульфитная целлюлоза невысокой жесткости может быть отбелена с применением только одного пероксида водорода [2]. За счет подбора соответствующих условий режима обработки пероксид водорода может быть использован и как делигнифицирующий, и как отбеливающий реагент.

На кафедре технологии целлюлозно-бумажного производства Пермского государственного технического университета были проведены поисковые работы по подбору схем отбелики сульфитной целлюлозы с использованием только пероксида водорода в качестве основного отбеливающего реагента. В ходе эксперимента исследованы образцы промышленной сульфитной хвойной целлюлозы Камского и Вишерского целлюлозно-бумажных комбинатов со степенью провара 101 и 65 перманганатных ед. (31 и 18 ед. Каппа). Качественные характеристики исходной и белевой целлюлозы представлены в таблице.

При отбелике сульфитной целлюлозы для бумаг традиционными являются 5- и 6-ступенчатые схемы комбинированной отбелики с использованием молекулярного хлора на стадиях делигнификации и добелики гипохлоритом или пероксидом водорода. Отбелика по этим схемам позволяет получать целлюлозу с белизной 86...90%. Однако при этом не всегда обеспечивается требуемый уровень показателей содержания смол и жиров и сорности целлюлозы. В качестве схемы сравнения нами выбрана схема X-X-Щ-Г-Г-К (опыты 2 и 7).

Современное развитие технологии отбелики определяется тенденцией применения укороченных и упрощенных схем отбелики, а также технологии окислительного щелочения. Считается, что результаты от-

Номер опыта	Схема отбелики	Расход, %		Степень провара, п. ед.	Выход целлюлозы, %	Белизна, % белого	Реверсия белизны, Рс	Доля экстрактивных веществ, %	Показатели механических свойств	
		активного хлора	пероксида водорода						Разрывная длина, м	Сопротивление излому, ч. д. л.

Целлюлоза Камского ЦБК

1	Небеленая	—	—	101	100,0	60	—	1,43	7750	600
2	X-X-Щ-Г-Г-К	7,8	—	3	93,6	88	0,82	1,15	6900	550
3	Щп-X-Щп-Г-П-К	5,2	2,6	7	95,2	87	0,90	1,05	7300	570
4	П-К-П-К	—	6,0	30	95,9	83	1,16	0,90	7140	540
5	Пд/К-П-К	—	5,0	16	89,8	85	1,10	0,78	5900	480

Целлюлоза Вишерского ЦБК

6	Небеленая	—	—	65	100,0	64	—	1,37	5950	500
7	X-X-Щ-Г-Г-К	3,8	—	2	94,8	8	0,70	1,10	5470	470
8	Щп-X-Щп-Г-П-К	2,5	1,3	5	96,2	7	0,80	1,00	5800	480
9	П-К-П-К	—	3,5	22	96,7	85	1,02	0,87	5650	440
10	Пд/К-П-К	—	3,5	11	91,5	86	0,93	0,71	5000	380

белки лучше, если в схеме чередуются кислые и щелочные ступени отбелки.

Лучшие результаты получены при отбелке с включением ступеней окислительного щелочения по схеме Щп-Х-Щп-Г-П-К (опыты 3 и 8). Образцы белевой целлюлозы имели высокие показатели физико-механических свойств, превышающие аналогичные показатели целлюлозы, отбеленной по традиционным схемам, а также высокую белизну (87 %) и меньшее содержание экстрактивных веществ.

Дальнейшим этапом исследований был переход к полностью бесхлорной отбелке. В качестве исходной принята схема П-К-П-К.

Для определения влияния исходных переменных факторов отбелки на качественные показатели белевой целлюлозы, полученной по схеме П-К-П-К, построена математическая модель с применением ортогонального плана для трехфакторного эксперимента (план Бокса) [1]. Анализ полученных уравнений регрессии позволил расположить исходные переменные факторы по степени влияния на конечные показатели отбелки в следующей убывающей последовательности: температура; щелочность среды; продолжительность процесса. Совместное решение этих уравнений с применением средств вычислительной техники и оптимизации при заданных ограничениях по снижению показателей механических свойств дали следующие оптимальные значения переменных факторов проведения пероксидных ступеней: температура отбелки 80...85 °С; расход пероксида водорода — до 3...4 % (в зависимости от исходной жесткости); продолжительность отбелки — до 3 ч. В таблице приведены данные для целлюлозы, отбеленной по оптимальному режиму (опыты 4 и 9).

Но отбелка жесткой целлюлозы Камского ЦБК по этой схеме даже при больших расходах пероксида водорода не позволила получить целлюлозу с белизной, удовлетворяющей требованиям ГОСТ 3914 (опыт 4). Более мягкая целлюлоза Вишерского ЦБК отбелена до белизны 85 % (опыт 9).

Поскольку предложенная технология позволяет получать целлюлозу с высокими выходом и показателями физико-механических свойств, невысокой реверсией белизны, низким содержанием экстрактивных веществ, полным отсутствием в стоках отбелки хлорированных продуктов, то она была взята за основу для дальнейшего совершенствования.

На следующем этапе исследований в целях более глубокой делигнификации в качестве начальной ступени обработки была выбрана ступень пероксидной делигнификации в щелочной среде (Пд).

Отбелка целлюлозы с включением ступени пероксидной делигнификации в щелочной среде проведена по схеме Пд/К-П-К (опыт 5 и 10). В этой схеме после первой ступени делигнификации в щелочной среде до остаточного содержания пероксида водорода 30...40 % проведена кисловка раствором серной кислоты без промежуточной промывки между ступенями. Целлюлозу сгущали до 30...35 % и затем в массу вводили раствор для кисловки (рН 4...5) в количестве, необходимом для разбавления массы до 5 %. В кислой среде остаточный пероксид водорода быстро разлагался, обеспечивая дополнительный делигнифицирующий эффект. При такой комбинации ступеней достигнуто более полное использование пероксида водорода на реакции делигнификации.

Отбелка по схеме Пд/К-П-К по сравнению со схемой П-К-П-К дала целлюлозу с белизной на 3...4 % выше (в зависимости от исходной жесткости), однако в ходе ее несколько снизились показатели механических свойств.

Таким образом, наши исследования показали возможность отбелки сульфитной целлюлозы различной жесткости до требуемого уровня белизны с применением только пероксида водорода. Отбелка жесткой