

Научная статья
УДК 676.163.023.1

ПОЛУЧЕНИЕ СУЛЬФИТНОЙ ЛИСТВЕННОЙ РАСТВОРИМОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ДЛЯ НИТРОВАНИЯ

Илья Игоревич Фонарёв¹, Ян Николаевич Даниловский²,
Фирдавес Харисовна Хакимова³

¹⁻³ Пермский национальный исследовательский политехнический
университет, Пермь, Россия

¹ fonarev22@yandex.ru

² tcbp@pstu.ru

³ tcbp@pstu.ru

Аннотация. Исследована возможность получения целлюлозы для химической переработки из лиственной древесины, в частности из березы. Разработана технологическая схема и показана возможность и целесообразность получения древесной целлюлозы для нитрования.

Ключевые слова: древесная растворимая целлюлоза, варка, отбелка и облагораживание, сульфитная целлюлоза, качество

Для цитирования: Фонарёв И. И., Даниловский Я. Н., Хакимова Ф. Х. Получение сульфитной лиственной растворимой целлюлозы для нитрования // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026 С. 1118–1123.

Original article

PRODUCTION OF SULFITE HARDWOOD SOLUBLE CELLULOSE FOR NITRATION

Ilya I. Fonaryov¹, Yan N. Danilovsky², Firdaves Kh. Khakimova³

¹⁻³ Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia

¹ fonarev22@yandex.ru

² tcbp@pstu.ru

³ tcbp@pstu.ru

Abstract. The research investigates the feasibility of producing cellulose for chemical processing from hardwood, specifically birch. A technological scheme has been developed, and the possibility and rationality of producing wood cellulose for nitration have been demonstrated.

Keywords: wood dissolving cellulose, cooking, bleaching and refining, cellulose, quality

For citation: Fonaryov I. I., Danilovsky Ya. N., Khakimova F. Kh. (2026) Poluchenie sul'fitnoj listvennoj rastvorimoj cellyulozy` dlya nitrovaniya [Production of sulfite hardwood soluble cellulose for nitration]. Nauchnoe tvorчество molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026 P. 1118–1123. (In Russ).

Целлюлозно-бумажная отрасль выпускает не только целлюлозу для получения бумаги и картона, но и специальные виды целлюлозы, предназначенные для последующей химической переработки. Эта целлюлоза, называемая в литературе растворимой, характеризуется специальными свойствами, в зависимости от вида дальнейшего использования. Основные из них: содержание альфа-целлюлозы, химическая чистота, определенные значения вязкости и степени полимеризации [1, 2].

К сожалению, с распадом Советского Союза производство древесной растворимой целлюлозы для химической переработки в нашей стране было приостановлено, тогда как потребность в этой целлюлозе во многих странах высокая, и за рубежом с распадом Советского союза ее производство расширилось.

В связи с этим актуальным является возобновление в нашей стране производства древесной целлюлозы для химической переработки. Поэтому целью нашей работы является получение древесной целлюлозы для химической переработки, в частности для нитрования. В настоящее время к современным технологиям предъявляются высокие требования по экономике и экологии [3].

Авторы работы получали целлюлозу для химической переработки из небеленой сульфитной «среднежесткой» древесной целлюлозы (с массовой долей лигнина 2,0 %). Экологичность процесса обеспечивается использованием технологии отбелки и облагораживания без применения молекулярного хлора.

Основные этапы производства древесной растворимой целлюлозы:

- варка древесины с получением небеленой целлюлозы;
- отбелка и облагораживание, на которых главным образом придаются необходимые основные свойства целлюлозе, используемой далее для получения вискозного волокна, кордных нитей, нитроцеллюлозы и других продуктов.

Для варки целлюлозы использована березовая щепка.

Режим сульфитной варки березовой древесины отличается более длительными процессами пропитки и подъема температуры до конечной вслед-

ствие высокой плотности березы. Для варки березовой древесины использована сульфитная варочная кислота с содержанием всего SO_2 8,0–8,5 % и связанного SO_2 0,75–0,80 % [4]. Варочная кислота с такой высокой долей всего SO_2 необходима для ускорения процессов пропитки и варки целлюлозы.

Лиственная целлюлоза отличается высокой долей мелкого волокна, содержащего трудноомыляемые нейтральные вещества и жирные кислоты. С целью снижения экстрактивных веществ в целлюлозе, требования к содержанию которых в целлюлозе для химической переработки весьма жесткие, производители растворимой целлюлозы вынуждены отделять до отбелки из небеленой целлюлозы мелкое волокно.

При отделении мелкого волокна в количестве ~ 7–8 % от массы абсолютно сухой небеленой целлюлозы массовая доля лигнина и экстрактивных веществ снижается существенно (табл. 1). График варки и количество отделенного мелкого волокна приняты по результатам предыдущих исследований кафедры.

Таблица 1

Показатели небеленой березовой целлюлозы после варки
и отделения мелкого волокна

Показатели целлюлозы	Небеленая целлюлоза после	
	варки	отделения мелкого волокна
Выход целлюлозы, % от древесины	48,1	44,8
Массовая доля в целлюлозе, %:		
● лигнина	2,07	1,24
● смол и жиров	2,51	1,47

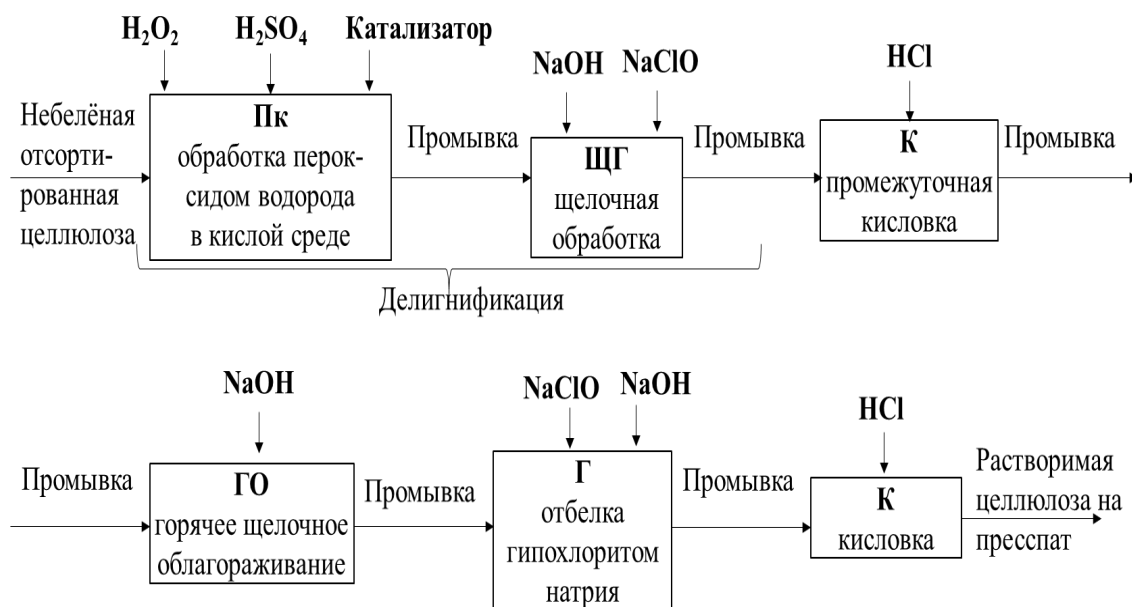
Современные схемы отбелки, применяемые в мировой практике, включают в себя делигнификацию кислородом, озоном и диоксидом хлора, а также отбелку диоксидом хлора (например, схема КЩО–Д₁–Щ–Д₂–К). Эти схемы дают хорошие результаты по качеству продукции, но имеют ряд недостатков:

– в процессе делигнификации на стадии КЩО необходимо удалить только лигнин, однако на ступени КЩО разрушается и частично удаляется углеводная часть целлюлозы, т. е. низкая селективность процесса, кроме того, процесс проводится под давлением;

– для делигнификации и добелки целлюлозы используется диоксид хлора, который очень хорошо отбеливает и делигнифицирует целлюлозу, но он – взрыво- и пожароопасный, нетранспортабельный, поэтому его производство сосредотачивается на самих целлюлозно-бумажных предприятиях.

С целью устранения этих недостатков на кафедре ТЦБП разработана схема Пк–ЩГ–К–ГО–Г–К, лишенная этих отрицательных сторон [4].

Принципиальная схема представлена на рисунке.



Принципиальная схема отбели и облагораживания сульфитной лиственной целлюлозы для химической переработки

Схема включает в себя катализируемую делигнизацию пероксидом водорода в кислой среде. Такая делигнизация не разрушает целлюлозу, и это способствует снижению деструкции на последующих ступенях отбели. В стадию делигнизации обязательно входит последующая окислительная щелочная обработка с добавкой гипохлорита натрия.

Для создания благоприятных и эффективных условий проведения горячего облагораживания между щелочными ступенями ЩГ и ГО проводится кислотная обработка целлюлозной массы с целью чередования кислой и щелочной сред и обеспечения «насосного» эффекта при удалении продуктов реакции отбели и отработанных химикатов. Для регулирования вязкости целлюлозы последней ступенью отбели принята добелка гипохлоритом натрия. Заканчивается любая схема отбели кислоткой, но она не входит в число ступеней отбели.

Показатели беленой облагороженной сульфитной березовой целлюлозы представлены в табл. 2.

Особенности предлагаемой технологии:

- 1) соответствие современным требованиям экономики и экологии;
- 2) использование для делигнизации экологичного реагента – пероксида водорода;
- 3) делигнизация проводится на оборудовании, работающем без давления.

Таблица 2

Результаты отбелки и облагораживания по схеме Пк–ЩГ–К–ГО–Г–К
сульфитной березовой целлюлозы для химической переработки

Показатели целлюлозы	Значения показателей целлюлозы		Нормы по целлюлозе для нитрования ЦА марки К [5]
	исходной небеленой	беленой и облагороженной	
Выход целлюлозы, %: – от небелёной целлюлозы; – от древесины	– 44,8	81,0 36,3	– –
Вязкость 1 %-го медно-аммиачного раствора, мПа*с	–	47	30–55
Массовая доля в целлюлозе, %: – α -целлюлозы; – лигнина; – смол и жиров; – золы	– 1,24 1,47 –	93,3 0,24 0,37 0,11	$\geq 93,0$ $\leq 0,4$ $\leq 0,5$ $\leq 0,16$

Таким образом, из лиственной (березовой) целлюлозы получена целлюлоза для нитрования с показателями качества, полностью соответствующими требованиям в целлюлозе ЦА марки К. Это свидетельствует о реальной возможности решения вопроса двойного импортозамещения в производстве растворимой целлюлозы – по сырью (древесина вместо хлопка) и по готовому продукту (целлюлоза для химической переработки в настоящее время импортная).

Список источников

1. Хакимова Ф. Х., Синяев К. А., Андраковский Р. Э. Разработка технологии получения древесной целлюлозы для химической переработки // Химия растительного сырья. 2020. № 2. С. 333–343. DOI: 10.14258/jscrpm.2020026677
2. Новожилов Е. В., Пошина Д. Н. Биотехнологии в производстве целлюлозы для химической переработки (обзор) // Химия растительного сырья. 2011. № 3. С. 15–32.
3. Шпаков Ф. В., Неволин В. Ф. Основные направления совершенствования технологии производства беленых полуфабрикатов в России на пороге XXI века // Научно-техническая конференция PAP-FOR 98. СПб., 1998. С. 74–79.
4. Патент № 2797173 Российская Федерация, МПК D21C 3/06 (2006.01). Способ получения целлюлозы для химической переработки : № 2022133872 :

заявл. 22.12.2022 : опубл. 31.05.2023 / Хакимова Ф. Х., Носкова О. А., Фонарёв И. И. ; заявитель и патентообладатель ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет». 8 с.

5. Жегров Е. Ф., Милёхин Ю. М., Берковская Е. В. Химия и технология баллистических порохов, твердых ракетных и специальных топлив : монография : Т. 2. Технология. М. : РИЦ МГУП им. И. Федорова, 2011. 551 с.