

2. Петрова Д. В., Денисов Д. А. Определение размера санитарно-защитной зоны для полиграфического предприятия // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : матер. XVII Всерос. (национальной) науч.-техн. конференции, Екатеринбург, 05–17 апреля 2021 года. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2021. С. 404-407.

3. Лугинина, М. С., Набродов Д. А., Артемов А. В. Определение шумовых характеристик основного оборудования типографии // Безопасность – 2021 : матер. XXVI Всерос. студ. науч.-практ. конференции с международным участием, Иркутск, 21–23 апреля 2021 года. Иркутск : ИРНТУ, 2021. С. 36–38.

Научная статья

УДК 676.163.023.1

## РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ОТБЕЛКИ И ОБЛАГОРАЖИВАНИЯ ДРЕВЕСНОЙ ВИСКОЗНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

**Екатерина Витальевна Генина<sup>1</sup>, Анна Владимировна Худнева<sup>2</sup>, Константин Андреевич Синяев<sup>3</sup>, Фирдавес Харисовна Хакимова<sup>4</sup>**

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь, Россия

<sup>1,2</sup> tcbp@mail.ru

<sup>3</sup> tcbp@mail.ru

<sup>4</sup> tcbp@mail.ru

**Аннотация.** Разработана необычная оригинальная экологичная (без молекулярного хлора) технологическая схема получения древесной растворимой вискозной целлюлозы.

Получена беленая и облагороженная целлюлоза с показателями качества, соответствующими нормам ГОСТ 5982-84.

Разработка позволяет решить задачу двойного импортозамещения: по сырью (древесина вместо хлопка) и по целлюлозе (в настоящее время – импортная).

**Ключевые слова:** вискозная целлюлоза, древесина, отбелка и облагораживание, схема, показатели качества

Scientific article

## DEVELOPMENT OF THE BLEACHING AND REFINING SCHEME WOODY VISCOSE CELLULOSE

Ekaterina V.Genina<sup>1</sup>, Anna V. Khudneva<sup>2</sup>, Konstantin A.Sinyaev<sup>3</sup>, Firdaves Kh. Khakimova<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia

<sup>1,2</sup> tcbp@mail.ru

<sup>3</sup> tcbp@mail.ru

<sup>4</sup> tcbp@mail.ru

**Abstract.** An unusual original eco-friendly (without molecular chlorine) technological scheme for obtaining wood soluble viscose cellulose has been developed.

Received bleached and refined cellulose with quality indicators corresponding to the standards of GOST 5982-84.

The development allows solving the problem of double import substitution: for raw materials (wood instead of cotton) and for cellulose (currently imported).

**Keywords:** viscose pulp, wood, bleaching and refining, scheme, quality indicators

Продукция целлюлозно-бумажной промышленности – наряду с бумагой и картоном – также специальные виды волокнистой целлюлозы для химической переработки. Ее называют растворимой, так как в процессе химической переработки (ХП) при получении производных (эфиров и т.п.) ее растворяют в различных растворителях и из растворов получают готовый продукт, в том числе вискозные нити.

Главное сырье для ХП – хлопковая и древесная растворимая целлюлоза. Распад СССР привел не только к потере узбекского хлопка, но и к прекращению производства в стране целлюлозы для ХП. В зарубежной практике производство такой целлюлозы востребовано и постоянно расширяется, особенно с появлением нового импортера – России [1].

Эфиры древесной целлюлозы для ХП широко применяются для получения большого набора важнейших продуктов, а также являются основой для создания биоразлагаемых композиций при наличии практически неисчерпаемой возобновляемой сырьевой базы [2].

Задача данной работы состояла в разработке экологически безопасной схемы и режимов отбеливания и облагораживания сульфитной древесной (еловой) целлюлозы с получением вискозной целлюлозы.

Возобновление в нашей стране, богатой лесными ресурсами, производства древесной целлюлозы для ХП, безусловно, актуально, так как позволит решить проблему импортозамещения как по сырью (древесина вместо хлопка), так и по готовой продукции (древесная растворимая целлюлоза в настоящее время импортная).

На кафедре ТЦБП разработана оригинальная технология отбелки и облагораживания целлюлозы по ЕСF- и ТСF-схемам. В данной работе разработана необычная схема без применения молекулярного хлора с использованием двух окислительных отбеливающих реагентов – пероксида водорода и хлорита натрия. В схеме не применяются широко используемые в настоящее время кислород и озон – их применение усложняет технологию и процесс отбелки.

По результатам исследований в качестве делигнифицирующей ступени принята обработка целлюлозы пероксидом водорода в кислой среде с обязательной последующей щелочной обработкой (Пк-Щ); процесс катализируемый, но экологичный и весьма селективный (деструкция целлюлозы незначительна) [3]. Для отбелки использован хлорит натрия, отбеливающий агент которого – диоксид хлора ( $\text{ClO}_2$ ).

Поскольку к вязкой целлюлозе предъявляются особые требования по показателю вязкости (низкие величины при очень небольшом интервале варьирования), для регулирования вязкости принят гипохлорит натрия. В схеме отбелки сульфитной целлюлозы для ХП обязательна степень горячего щелочного облагораживания. Таким образом, окончательная схема отбелки и облагораживания целлюлозы – Пк-Щ-Хт-ГО-Г-К.

Для получения растворимой целлюлозы использовали сульфитную целлюлозу средней жесткости (с невысокой долей лигнина), которую получали варкой в лабораторных автоклавах еловой щепы с полученной в лабораторных условиях варочной кислотой состава: всего  $\text{SO}_2$  8,3 %, связанного  $\text{SO}_2$  (основания) 0,82 %. Режим варки целлюлозы: продолжительность подъема температуры до 115 °С – 50 мин, пропитки при 115 °С – 125 мин, подъема температуры до конечной 135 °С – 110 мин, варки при 135 °С – 60 мин. Результаты варок представлены в табл. 1.

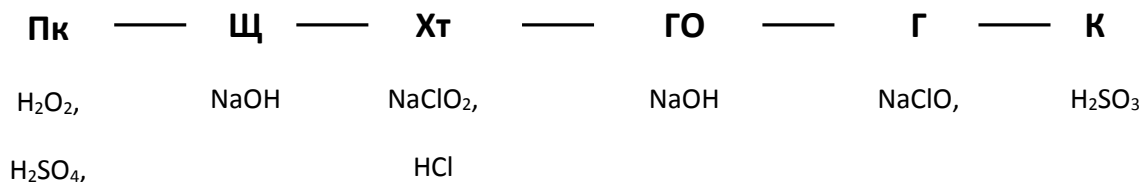
Таблица 1

## Результаты лабораторных варок целлюлозы

Результаты варок	Величины показателей
Выход целлюлозы, % от древесины:	
общий	49,7
сучков и непровара	1,5
целлюлозы	48,2
Отделение мелкого волокна, %	~1,0
Показатели целлюлозы:	
Степень провара, п.ед.	75
Вязкость 1,0 %-го медно-аммиачного раствора, мПа·с	115
Белизна, %	60,8
Массовая доля в целлюлозе, %:	
лигнина	2,3
смола и жиров	1,55
альфа-целлюлозы	82,4

Получена целлюлоза средней степени провара с невысокой массовой долей лигнина (2,3 %), как это принято при получении целлюлозы для ХП. Выход целлюлозы (47,2 % с учетом отделения мелкого волокна ~ 1,0 %) свидетельствует о довольно мягких условиях варки и незначительной деградации волокна.

Отбелка и облагораживание целлюлозы проведены по схеме



Необычной и оригинальной является стадия делигнификации – Пк-Щ (на ступени Пк используется катализатор). Кислая среда на ступени Пк создается серной кислотой, которая выполняет две функции: регулирование кислотности в отбельной ванне и одновременно стабилизацию раствора пероксида водорода, уменьшая потери пероксида на побочную реакцию разложения и тем снижая расход его на отбелку. Таким образом проявляется синергический эффект от совместного воздействия на процесс делигнификации серной кислоты и катализатора [4].

Ступень Хт – обработка целлюлозы хлоритом натрия, отбеливающим агентом которого является ClO<sub>2</sub>.

Ступени ГО и Г традиционные. Условия ступеней Пк, Хт оптимизированы с применением математического планирования экспериментов и программного пакета Statgraphics Plus Version 5.0 [5].

В табл. 2 приведены результаты отбелок целлюлозы по полной схеме.

*Таблица 2*

Изменение физико-химических показателей целлюлозы в процессе отбелки по схеме Пк-Щ-Хт-ГО-Г-К

Показатели целлюлозы	Небеленая целлюлоза	Значения показателей				Нормы ГОСТ 5982-84 (I сорт)
		Пк-Щ	Хт	ГО	Г-К	
Степень провара (жесткость), п. е.	75	37	17	11	3	-
Вязкость 1 %-го медно-аммиачного раствора целлюлозы, мПа·с	115	58	38	67	22,1	24,0±2,5
Массовая доля в целлюлозе, %:						
альфа-целлюлозы	85,4	85,8	86,1	94,7	92,7	≥92,0
смола и жиров	1,55	1,13	1,02	0,28	0,22	≤0,30
Белизна, %	60,8	68,2	84,5	87,0	90,8	≥90,0

В результате исследования получена растворимая целлюлоза для ХП с показателями качества, полностью соответствующими нормам ГОСТ 5982-84 «Целлюлоза сульфитная вискозная».

**Заключение.** Разработана необычная оригинальная экологичная технологическая схема отбелки и облагораживания сульфитной целлюлозы с получением вискозной целлюлозы.

Предлагается схема с делигнификацией целлюлозы пероксидом водорода в кислой среде (катализируемый процесс) с последующей щелочной обработкой, отбелкой хлоритом натрия (отбеливающий агент которого  $\text{ClO}_2$ ), горячим щелочным облагораживанием и регулированием вязкости целлюлозы гипохлоритом натрия, то есть Пк-Щ-Хт-ГО-Г-К.

Получена целлюлоза для ХП с показателями качества, соответствующими нормам ГОСТ 5982-84 «Целлюлоза сульфитная вискозная».

Реализация схемы позволит решить задачу двойного импортозамещения – по сырью (древесина вместо хлопка) и по целлюлозе (вискозная целлюлоза в настоящее время в стране импортная).

### *Список источников*

1. Технология целлюлозно-бумажного производства : справ. матер. В 3-х т. Т. 1. Сырье и производство полуфабрикатов. Ч. 2. Производство полуфабрикатов. СПб. : Политехника. 2003. 633 с.
2. Незнанов В. А., Шкуро А. Е. Этролы на основе ацетилцеллюлозы // Матер. XVI Всерос. НТК. Екатеринбург : УГЛТУ, 2020. С. 494–496.
3. Хакимова Ф. Х., Синяев К. А. Отбелка сульфатной целлюлозы пероксидом водорода и хлоритом натрия // Химия растительного сырья. 2013. № 2. С. 57-62.
4. Полютов А. А., Пен Р.З., Бывшев А. В. Технология целлюлозы. Экологически чистое производство : моногр. Красноярск : ООО Красноярский писатель, 2012. 294 с.
5. Пен Р. З. Планирование эксперимента в Statgraphics. Красноярск : СибГТУ. Кларетианум, 2003. 246 с.