



«УТВЕРЖДАЮ»

директор по науке и инновациям,
д-р физ.-мат. наук

— А.И.Швейкин

14 » март 2026 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» (ПНИПУ) на диссертационную работу Каплёва Евгения Вячеславовича «Получение микрокристаллической целлюлозы из биоповрежденной древесины» по специальности 4.3.4. «Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины» на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Актуальность темы диссертации

Работа выполнена на актуальную тему с экономической и экологической точек зрения. Решается вопрос повышения эффективности полезного использования некондиционного древесного сырья, соответственно, снижения расхода деловой древесины. Одновременно решается вопрос получения продукта, пользующегося высоким спросом, - микрокристаллической целлюлозы (МКЦ). В настоящее время МКЦ в России не производится, ввозится из-за рубежа и, таким образом, в работе решается в какой-то мере вопрос импортозамещения.

В настоящее время древесина в любых случаях используется здоровая деловая, поэтому замена ее некондиционной древесиной является наиболее актуальным из принятых в диссертации решений.

Ранее в стране производилась МКЦ из хлопковой целлюлозы и из древесной вискозной целлюлозы, получаемой из качественной деловой древесины.

В связи с вышеизложенным большой интерес представляет возобновление в стране получения целлюлозы для химической переработки, в том числе МКЦ.

Степень обоснованности, достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Впервые в качестве сырья для получения волокнистой и микрокристаллической целлюлозы предлагается использовать биоповрежденную древесину.

Для получения целевого продукта использованы традиционные процессы отбели и облагораживания целлюлозы. Новое в этой технологии заключается в том, что в поток процессов подключается весьма значимый этап - размол во-

локнистой целлюлозы перед гидролизом на безножевой установке типа «струя-преграда»; описан процесс и выделены преимущества нового вида размола.

Впервые получены вулканизируемые резиновые смеси с добавлением МКЦ из биоповрежденной древесины. Это позволяет улучшить физико-механические характеристики резиновой вулканизируемой смеси.

Достоверность результатов основана на статистической обработке экспериментальных данных, применении современных методов исследований с использованием прогрессивного лабораторного оборудования.

Значимость результатов работы подтверждается 35-ю печатными работами по теме диссертации, в том числе: 4 работы в изданиях, входящих в перечень, утвержденный ВАК РФ по специальности 4.3.4. «Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины»; 4 - в изданиях, цитируемых в МБЦ Scopus и Web of Science; 4 патента РФ.

Практическая значимость

Разработка эффективных и экономически оправданных методов получения МКЦ из биоповрежденной древесины позволяет не только создать новые направления для устойчивого развития в сфере глубокой переработки древесины, но и снизить экологическую нагрузку на лесные экосистемы, уменьшив пожарную опасность и очаги распространения вредителей.

В результате переработки некондиционной древесины, не имеющей эффективных способов утилизации, получается продукт, пользующийся большим спросом в различных отраслях промышленности - микрокристаллическая целлюлоза.

Разработаны способы дальнейшего применения МКЦ, позволяющие вовлечь в хозяйственный оборот низколиквидные лесные ресурсы: разработаны и защищены патентами способы использования МКЦ в целлюлозно-бумажном производстве (патенты RU 2813723 C1, RU 2797202 C1) и при получении вулканизируемой резиновой смеси (патент RU 2828592 C1).

Соответствие диссертации и автореферата требованиям Положения о порядке присуждения учёных степеней

Основные положения диссертации изложены в 35 печатных работах, в том числе 4 – в изданиях Перечня ВАК, 4 входят в издания, цитируемые в МБЦ Scopus и Web of Science. Получено четыре патента Российской Федерации на изобретения. Материалы диссертации были доложены и обсуждены на 20 международных и всероссийских научно-технических конференциях. Тематика конференций преимущественно посвящена актуальным проблемам лесного комплекса, что соответствует теме исследований диссертационной работы.

Автореферат и диссертация соответствуют требованиям Положения о порядке присуждения учёной степени кандидата технических наук по специ-

альности 4.3.4. «Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины».

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Полученные соискателем результаты представляют практический интерес для отечественных предприятий целлюлозно-бумажной отрасли, производящих по сульфатному способу целлюлозу для химической переработки. Использование нового метода размола волокнистой целлюлозы на безножевой установке типа «струя-преграда» позволит интенсифицировать процессы ее дальнейшей переработки. В работе показана возможность получения из этого волокнистого сырья микрокристаллической целлюлозы, которая в настоящее время отечественной промышленностью не производится.

Структура и объем диссертационной работы

Диссертационная работа изложена на 170 страницах машинописного текста, содержит 49 рисунков и 15 таблиц. Рукопись диссертации состоит из введения, 4-х глав - «Аналитический обзор», «Методы исследования», «Результаты эксперимента», «Оценка экономической эффективности производства микрокристаллической целлюлозы из биоповрежденной древесины», заключения, списка сокращений, библиографического списка из 197 наименований источников литературы и пяти приложений.

Замечания по содержанию диссертации:

1. В работе охвачено большое количество процессов производства - от варки целлюлозы до выпуска готовой МКЦ. Вероятно, это и привело к нечеткости изложения материала в ряде мест.

2. Создается впечатление, что автор недостаточно знаком с технологиями отдельных этапов производства целлюлозы, например, масса подвергается многоступенчатой отбелке в одной отбельной башне (Автореферат, стр. 11).

3. Каким способом, непрерывным или периодическим, будет проводиться гидролиз волокнистой целлюлозы с получением МКЦ ?

4. В работе нет ни одной таблицы с данными по результатам отбелки и облагораживания целлюлозы с важными показателями, характеризующими пригодность целлюлозы для химической переработки: выходу, белизне, массовой доле альфа-целлюлозы, золы, лигнина.

5. В диссертации следовало бы указать, как будет использоваться или утилизироваться отработанный раствор щелочи от холодного щелочного облагораживания с таким высоким расходом щелочи (670 кг/ т а.с.ц) ?

Кроме того, холодное облагораживание существенно снижает реакционную способность целлюлозы, поэтому после холодного облагораживания в ЦБП всегда проводится горячее щелочное облагораживание для повышения реакционной способности целлюлозы.

6. В работе много опечаток, неполных предложений, имеются несоответствия данных, изложенных в диссертации и в автореферате.

Например, в автореферате на стр. 13-14 отмечено, что при выборе «Технологических параметров руководствовались требованиями ТУ 9199-005-12043303-2003 «Целлюлоза микрокристаллическая порошковая», достигая при этом следующие выходные показатели: выход продукта $\geq 92\%$, степень полимеризации ≤ 350 , белизна $\geq 80\%$ ».

В то же время в диссертации на стр. 80 - «Технологические параметры были выбраны с учетом выполнения требований ГОСТ 32770-2014 «Добавки пищевые. Эмульгаторы пищевых продуктов. Термины и определения», достигая при этом следующие выходные показатели: выход продукта $\geq 92,0\%$, степень полимеризации ≤ 350 , белизна $\geq 80,0\%$ ».

Каким документом пользовались в действительности - ТУ или ГОСТом ?

7. В работе на отбелку волокнистой целлюлозы принят очень высокий общий расход диоксида хлора - $18,5\%$ (в ед. ClO_2) от а.с.ц. для хвойной целлюлозы и $8,5\%$ (в ед. ClO_2) от а.с.ц. для лиственной целлюлозы. Какую степень белизны должна была иметь целевая целлюлоза? Использованный диоксид хлора - высокоэффективный и высокоактивный реагент, однако его использовано очень много.

Недостатки, отмеченные по работе, снижают качество представленной работы в целом, но не снижают ценности темы диссертационного исследования; работа выполнена на актуальную тематику, имеет практическое значение и соответствует требованиям правительства по утилизации твердых производственных отходов с извлечением из них ценных и полезных компонентов.

Заключение

В целом диссертация Каплёва Евгения Вячеславовича является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований предлагается решение научно-технологической задачи по полезному использованию некондиционной древесины и получению из нее микрокристаллической целлюлозы - уникального продукта, пользующегося спросом в различных отраслях промышленности. Разработанная технология по получению микрокристаллической целлюлозы способствует импортозамещению по этому продукту. По результатам работы представлены предложения по расширению сырьевой базы целлюлозно-бумажной промышленности РФ.

Диссертационная работа Каплёва Евгения Вячеславовича на тему: «Получение микрокристаллической целлюлозы из биоповрежденной древесины» соответствует требованиям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г. (с изменениями и дополнениями), а область исследований соответствует п. 4 паспорта специальности 4.3.4. «Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины».

Считаем, что автореферат и опубликованные научные работы отражают основные идеи и выводы диссертационной работы, а её автор Каплёв Евгений Вячеславович заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 4.3.4. «Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины».

Отзыв рассмотрен и утвержден на заседании кафедры «Технология полимерных материалов и порохов» (протокол № 9 от «13» мая 2026 г.)

Отзыв составили:

доктор технических наук (специальность 05.21.03. «Технология и оборудование химической переработки биомассы дерева; химия древесины»), профессор, профессор кафедры «Технология полимерных материалов и порохов», ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

614990, г. Пермь, Комсомольский проспект, 29.

Тел. +7-902-808-13-44, e-mail: tcbp@pstu.ru

Хакимова Фирдавес Харисовна

кандидат технических наук (специальность 05.21.03. «Технология и оборудование химической переработки биомассы дерева; химия древесины»), доцент, доцент кафедры «Технология полимерных материалов и порохов», ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

614990, г. Пермь, Комсомольский проспект, 29.

Тел. +7-952-659-27-63, e-mail: oanoskova@pstu.ru

Носкова Ольга Алексеевна

