

В Диссертационный совет 24.2.385.02
при Федеральном государственном
бюджетном образовательном учреждении
высшего образования
«Санкт-Петербургский
государственный университет
промышленных технологий и дизайна»

О Т З Ы В

официального оппонента к.т.н., старшего преподавателя Мидуковой Марии Александровны на диссертацию Албаррам Фатыма на тему: «Совершенствование технологии бумаги из смеси первичного и вторичного волокна», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 4.3.4. – «Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины»

1. Актуальность темы диссертационного исследования

Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения экологической устойчивости лесной и бумажной промышленности. В условиях глобального роста потребности в бумажной продукции актуально использование лесосечных отходов, таких как ветви и вершинки, в качестве сырья для производства целлюлозы. Это позволит уменьшить объем отходов, снизить нагрузку на леса и сократить углеродный след. Кроме того, важным направлением является повышение качественных характеристик вторичных волокон для производства бумаги и картона, особенно из макулатуры, что позволит обеспечить рациональное использование ресурсов и снизить экологический ущерб. Таким образом, тема диссертации Албаррам Фатыма является актуальной.

2. Научная новизна исследований и полученных результатов

Изучены и количественно охарактеризованы основные свойства сульфатной целлюлозы высокого выхода, получаемой из ветвей осины, включая структурно-морфологические, деформационные и прочностные характеристики. С использованием современных методов инструментального анализа были получены новые сведения о волокнах

небеленой сульфатной целлюлозы из ветвей осины и об их изменениях в процессе размола по сравнению с волокнами целлюлозы из стволов деревьев.

Выявлены количественные зависимости, которые связывают состав бумаги, содержащей целлюлозу высокого выхода из ветвей осины, с ее деформационными и прочностными характеристиками, особенно для бумаги, предназначенной для упаковки и упаковочных материалов из вторичных волокон.

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

Степень обоснованности и достоверность научных положений и выводов, отраженных в диссертации и автореферате, подтверждается значительным числом источников научно-технической литературы, проанализированных и использованных автором для оценки современного состояния исследований по теме работы. Качество работы также подтверждается достаточным количеством публикаций в рецензируемых изданиях, входящих в список ВАК по специальности 4.3.4. Достоверность результатов диссертационного исследования подтверждается большим объёмом экспериментальных данных, а также использованием стандартных и разработанных автором методов, которые соответствуют цели работы и поставленным задачам. Сформулированные в диссертации научные положения и выводы основаны на теоретических и экспериментальных исследованиях, полученных автором лично, отраженных в приведенных таблицах и иллюстрациях данных. Анализ полученных данных и оценка результатов проведены с использованием современных методов обработки информации и программных сред и продуктов.

4. Теоретическая и практическая значимость диссертационной работы

Получены сравнительные данные о бумагообразующих свойствах (небеленой) целлюлозы высокого выхода, извлечённой из ветвей осины. Эти данные позволили установить отличие от целлюлозы, полученной из древесных стволов, а также оценить перспективы её использования в производстве упаковочной бумаги. Изучены закономерности изменения структурно-размерных, механических и деформационных свойств при

размоле небеленой целлюлозы из ветвей и стволов осины. Разработана методика комплексного анализа структурно-размерных характеристик волоконных полуфабрикатов с использованием автоматического анализатора волокна, обеспечивающая настройку расчетных алгоритмов, получение численных и графических результатов, а также их экспорт для последующего сопоставления данных. Дополнительно предложены рекомендации по композиции вторичного волокна из макулатуры МС-5Б и сульфатной целлюлозы из ветвей осины в состав тароупаковочной бумаги, что позволило получить материал с необходимыми деформационными и механическими свойствами. Такой подход позволяет сберечь лесные ресурсы страны и повысить экологическую эффективность производства.

5. Оценка содержания диссертации

Диссертация включает в себя: введение, аналитический обзор литературы, методическую и экспериментальную части, общие выводы, библиографический список и приложения. Содержание работы изложено на 170 страницах, включая 66 рисунков и 16 таблиц, библиографический список содержит 133 наименования.

Во введении обозначена актуальность темы исследования, сформулированы цель и задачи работы, а также положения, выносимые на защиту.

В литературном обзоре представлена информация об истории и развитии бумажной промышленности, а также описываются технологии производства целлюлозы и бумаги. В этом же разделе проанализированы типы сырья, используемого для производства бумаги: хвойные и лиственные породы, а также вторичное сырьё — макулатура. Особое внимание уделено физико-химическим свойствам осины (*Populus tremula*) и её веток, как перспективного сырьевого источника.

В методической части даётся описание объектов исследования, образцов древесины из ствола и ветвей осины, произрастающей в Приморском районе Архангельской области, а также лабораторных образцов бумаги из вторичного волокна с добавками небеленой целлюлозы из ветвей осины. Для анализа структуры и свойств применялись микроскопические, оптические, ультразвуковые и механические методы исследований.

В работе подробно описан предложенный метод комплексного анализа структурно-размерных характеристик волоконных полуфабрикатов с использованием автоматического анализатора волокна, обеспечивающий настройку алгоритмов расчёта, получение численных и графических результатов, а также их экспорт для последующего сопоставления данных.

В экспериментальной части установлено, что при общей схожести химического состава древесины ветвей и ствола осины имеют место характерные особенности. Древесина ветвей, по сравнению с древесиной ствола, содержит меньше целлюлозы на $8 \pm 2,0$ %, больше лигнина на $2 \pm 1,5$ %, на $0,7 \pm 0,1$ %, меньше экстрактивных веществ, растворимых в хлористом метиле. Зольность образцов различается практически в 2 раза – 0,55 против 0,26 %. Однако результаты варки щепы из ветвей и ствола оказались схожими, несмотря на различия в плотности и составе. У целлюлозы из ветвей на 2,6 % ниже выход целлюлозы, на 1 % больше непровара; различия в числе каппа не превышают 2 ед., что для высокого выхода считается незначительным. После размола при концентрации 6 % и исходной степени помола 14°ШР структурно-морфологические свойства волокон разные: волокна из ветвей короче (0,536 мм против 0,834 мм); менее изогнутые; меньше изломов (0,05 против 0,15 на 1 мм длины); меньше грубость и длина. В целом, волокна из ветвей короткие, тонкие и прямые, менее повреждённые при варке, с меньшим содержанием мелочи (2,6 % против 6,0 %).

Целлюлоза из ветвей осины, по сравнению с образцом целлюлозы из ствола, имеет более низкие значения по большинству исследованных свойств. Целлюлоза из ветвей осины имеет на 7 % меньшую плотность, на 24 % меньшее сопротивление раздиранию, на 15 % меньшую разрывную длину. Однако имеет сопоставимый уровень сопротивления продавливанию и сжатию и повышенный предел упругой деформации (0,42 против 0,37 %), что объясняется большим количеством межволоконных связей. Таким образом, целлюлоза из ветвей имеет перспективу для использования в композиции упаковочных видов бумаги.

6. Замечания по диссертационной работе

1. Обзор литературы охватывает широкий круг вопросов, однако часть представленной информации выходит за рамки основной темы работы. Например, на страницах 14–17 и далее (21, 23, 24) подробно излагается история и общие сведения о бумаге, картоне, марках макулатуры и методах получения бумаги, в том числе механическом, который не был использован в исследовании. Для большего соответствия целям работы можно было бы сократить объём этих разделов, уделив внимание критическому анализу непосредственно относящихся к теме источников.

2. Ввиду большой загрузки информацией по существу сложно было найти связь первого раздела с поставленными целью и задачами исследований.

3. Методическая часть, как и литературный обзор, содержит ряд сведений, которые можно было бы не давать в диссертации. В частности, фотографии и подробное описание стандартных приборов можно было бы опустить, сославшись на ГОСТ, чтобы сделать изложение более лаконичным и сфокусированным на сути исследования.

4. По второму разделу есть моменты, которые требуют уточнения: почему в некоторых подразделах методической части автор для экспериментов использует опилки, а в некоторых щепу? Почему макулатура МС- 5Б состоит только из флютинга (стр. 64)? Известно, что структурно-морфологический состав плоских слоев и флютинга может существенно отличаться.

5. Выбор степени помола массы до 30 °ШР, включающей волокна из ветвей и стволов осины, а также макулатуры, вызывает вопросы, поскольку волокна разной природы обычно требуют индивидуального подхода к размолу. Макулатуру же в ряде случаев либо не размалывают, либо подмалывают отдельно длинные фракции после разделения.

Возможно ли, что при помоле до 25 °ШР физико-механические характеристики образцов остались бы на сопоставимом уровне, а количество мелочи удалось бы уменьшить. Для более обоснованных выводов не хватило графиков, отражающих зависимость физико-механических свойств образцов от степени помола бумажной массы на основе ветвей осины и макулатуры МС-5Б.

6. Хотелось бы подробнее узнать о практической значимости предложенного метода комплексного представления результатов исследования структурно-морфологических характеристик волокон. Представляется интересным оценить, насколько этот подход может быть востребован не только в ИТЦ «Современные технологии переработки биоресурсов Севера» САФУ, но и на других предприятиях, занимающихся производством бумаги и картона.

7. Отсутствие расчётов экономической целесообразности использования ветвей осины в качестве сырья для производства целлюлозы, вероятно, связано с ограниченным объёмом работы или спецификой исследования. Тем не менее, было бы полезно получить хотя бы предварительную оценку, чтобы лучше понять потенциал этого направления.

7. Соответствие автореферата основным положениям диссертации

Представленный автореферат оппонируемой диссертации в достаточно полной мере соответствует ее основным положениям. В автореферате отражены все разделы и составные части диссертационного исследования, включая обоснование актуальности темы, цели и задачи работы, достигнутые результаты и выводы, формулировки научной новизны и практической значимости, представлены положения, выносимые на защиту. Диссертация представляет собой завершённое научное исследование, отвечающее заявленной специальности 4.3.4. – «Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины». Сформулированные автором общие выводы по работе соответствуют поставленным задачам и полученным результатам.

8. Подтверждение опубликованных основных результатов диссертации в научной печати

По результатам, представленным в диссертации, опубликовано 2 статьи в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень, утверждённый ВАК РФ по специальности 4.3.4. «Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины», а также 11 работ в других изданиях, включая рецензируемые журналы и сборники научных конференций. Основные результаты работы

апробированы автором и получили положительную оценку на научно-технических и научно-практических конференциях в 2023–2025 гг.

9. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней

Считаю, что по актуальности, практической значимости, научной новизне и профессиональному уровню оппонируемая диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой содержится решение научно-технической задачи, связанной с совершенствованием технологии производства картона, имеющей важное значение для развития переработки древесины.

Диссертационная работа соответствует требованиям по п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г. (с изменениями и дополнениями), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Албаррам Фатыма, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.4. – «Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины».

Официальный оппонент:

Мидукова Мария Александровна

Кандидат технических наук (специальность 4.3.4. – «Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины»),
старший преподаватель кафедры

технологии целлюлозы и композиционных материалов

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский

государственный университет

промышленных технологий и дизайна»

Мидукова М. А., к.т.н.

«19» августа 2026

198095, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург,

ул. Ивана Черных, д. 4

+79523904665

e-mail: maria.tikhomirova.92@mail.ru,