

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор Федерального
государственного бюджетного
образовательного

учреждения высшего образования

«Санкт-Петербургский

государственный университет

промышленных технологий и дизайна»

доктор технических наук, профессор



П.В. Луканин

«16» февраля 2026 г.

ОТЗЫВ ОППОНИРУЮЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Санкт-Петербургский государственный
университет промышленных технологий и дизайна» на диссертацию

Боркиной Яны Валерьевны

«Ацилированные полиамиды на основе адипиновой кислоты

и диэтилентриамина для повышения качества бумаги и картона»,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук

по специальности 05.21.03 – технология и оборудование химической

переработки биомассы дерева; химия древесины

1. Соответствие содержания диссертации заявленной специальности и отрасли науки

Диссертация Боркиной Я.В. относится к отрасли технических наук и посвящена разработке технологии модифицированной полиамидной смолы с гидрофобизирующим и упрочняющим действием на бумажные массы. В рамках исследования рассмотрены вопросы поликонденсации адипиновой кислоты и диэтилентриамина, модифицирования смоляных кислот канифоли, ацилирования полиамидов на основе адипиновой кислоты и диэтилентриамина, нейтрализации продуктов ацилирования полиамидов, электролитной коагуляции модифицированной полиамидной смолы, в совокупности позволившие разработать технологию модифицированной полиамидной смолы и способ ее применения при изготовлении высококачественных видов бумаги и картона.

Содержание диссертации, включая поставленные цель и задачи, объекты и предмет исследования, выносимые на защиту научные положения и практические результаты, соответствуют паспорту специальности 05.21.03 –

технология и оборудование химической переработки биомассы дерева; химия древесины, утвержденному Высшей аттестационной комиссией Республики Беларусь, по следующим пунктам области исследований:

– п. 2. Химия, физика и технология переработки волокнистых полуфабрикатов (целлюлозы, древесной массы, макулатуры и др.) с получением бумаги и картона;

– п. 3. Химия и технология получения эффективных функциональных и процессных химических веществ, применения их в технологии целлюлозы, древесной массы, бумаги, картона, древесных плитных материалов и др.;

– п. 11. Химия и технология продуктов лесохимической переработки древесной биомассы (канифоль, скипидар, эфирные масла и их компоненты и др.), а также вторичных продуктов на их основе.

2. Научный вклад соискателя в решение научной задачи с оценкой его значимости

Одной из технических задач, стоящих перед целлюлозно-бумажной отраслью промышленности, является постоянное совершенствование способов получения химических вспомогательных веществ с целью повышения их эффективности в условиях роста потребления вторичного волокнистого сырья. Это обусловлено рядом нерешенных научных задач, среди которых одной из основных является отсутствие универсальных химических вспомогательных веществ и их систем для обеспечения требуемых показателей гидрофобности и прочности бумаги и картона. Диссертационная работа Боркиной Я.В. направлена на решение указанной проблемы.

В результате выполненных исследований соискателем предложен способ получения ацилированных полиамидов с амфифильными свойствами, позволивший разработать новую технологию модифицированной полиамидной смолы, а также научно обоснован способ ее применения при производстве макулатурных видов бумаги и картона.

Предложенный способ получения ацилированных полиамидов путем ацилирования полиамидов на основе адипиновой кислоты и диэтилентриамин канифольно-малеиновыми аддуктами позволил достигнуть содержания смоляных и малеопимаровой кислот в их составе 16,5–57,4% (в том числе малеопимаровой кислотой – 0,6–8,8%), что обеспечивало им амфифильные и улучшенные проклеивающие свойства для получения на их основе эффективного бифункционального вещества.

Выявленные зависимости степени модифицирования канифоли малеиновым ангидридом, степени ацилирования полиамидов канифольно-малеиновым аддуктом и степени нейтрализации образующегося продукта на его проклеивающие и упрочняющие свойства позволили установить массовое соотношение веществ для целенаправленного получения модифициро-

ванной полиамидной смолы с улучшенными проклеивающим и упрочняющим свойствами и разработать технологические режимы ее получения.

Установленные параметры (расход полиоксихлорида алюминия – 0,051 г Al_2O_3 /г смолы; рН – 7,05) электролитной коагуляции модифицированной полиамидной смолы и зависимости гидрофобных и физико-механических свойств бумаги от рН бумажных масс (5,0–7,8), содержащих смолу в количестве 0,25% от абсолютно сухого волокна, позволили научно обосновать способ одновременной проклейки и упрочнения бумаги и картона в кислой и нейтральной средах.

Таким образом, полученные соискателем научные результаты вносят существенный вклад в развитие направления по созданию и применению бифункциональных веществ для бумаги и картона, а также в представления об электролитной коагуляции водорастворимых полиамидных смол многофункционального действия и являются значимыми для целлюлозно-бумажной отрасли промышленности.

3. Конкретные научные результаты (с указанием их новизны и практической значимости), за которые соискателю может быть присуждена искомая ученая степень

Соискателю может быть присуждена ученая степень кандидата технических наук за следующие *новые* научные результаты:

– разработанный способ получения ацилированных полиамидов на основе адипиновой кислоты и диэтилентриамина с высокой степенью ацилирования их аминогрупп (16,5–57,4%), обладающих амфифильными свойствами, путем двухстадийного синтеза, основанный на установленных особенностях ацилирования полимеров канифольно-малеиновыми аддуктами с разным содержанием малеопимаровой кислоты (8,55–31,12 мас. %);

– научное обоснование содержания малеопимаровой кислоты в канифольно-малеиновом аддукте, составляющего 8,55 мас. %, и массового соотношения полиамид : ацилирующий агент : гидроксид натрия, равного 1,00 : 0,72 : 0,02 соответственно, обеспечивающих получение модифицированной полиамидной смолы с улучшенными проклеивающими свойствами, полностью растворимой в воде с образованием устойчивых коллоидных растворов;

– впервые разработанную технологию модифицированной полиамидной смолы путем последовательного осуществления стадий поликонденсации адипиновой кислоты и диэтилентриамина при температуре 160–180°C в течение 2–3 ч, ацилирования полиамида канифольно-малеиновым аддуктом при температуре 150–160°C в течение 2–3 ч и нейтрализации непрореагировавших смоляных и малеопимаровой кислот гидроксидом натрия при температуре 90–98°C в течение 1,5 ч, проявляющую улучшенные проклеивающие свойства при изготовлении бумаги и картона по сравнению с ближайшим

прототипом (полиамидная смола ПроХим DUO) за счет высокой степени ацилирования аминогрупп (35,8%) полимера смоляными и малеопимаровой кислотами и присутствия в ее составе свободных смоляных кислот, резинатов и малеопимарата натрия;

– научное обоснование и разработку ресурсосберегающего способа одновременной канифольной проклейки и упрочнения бумаги и картона в кислой и нейтральной средах последовательным введением в макулатурную суспензию модифицированной смолы в количестве 0,25% от абсолютно сухого волокна (2,5 кг/т) и полиоксихлорида алюминия до достижения рН бумажных масс от 5,8 до 7,2.

Практическая значимость полученных результатов заключается в разработке и внедрении технологии функционального вещества с улучшенными проклеивающими и упрочняющими свойствами, а его применение в технологии бумаги и картона по ресурсосберегающему способу обеспечивает повышение технико-экономических показателей производства, что подтверждается нормативно-технической документацией и актами внедрения.

4. Замечания по диссертации

1. Не ясно, почему при изучении ацилирования полиамидов канифольно-малеиновыми аддуктами обращено внимание только на количество вторичных аминогрупп полимера (стр. 43 и 79 диссертации) и с его учетом рассчитывалось необходимое количество ацилирующего агента, поскольку в полимерах присутствует достаточное количество первичных аминогрупп?

2. Есть ли необходимость в изменении температурного режима сушки бумажного полотна при использовании модифицированной полиамидной смолы?

3. Почему для изучения коагуляции модифицированной полиамидной смолы выбрано изменение рН раствора, а не общепринятые оптическая плотность или мутность?

4. В диссертации на стр. 129 упоминается флокулирующее действие разработанной модифицированной полиамидной смолы, однако в дальнейшем отсутствуют какие-либо практические рекомендации по ее применению в качестве флокулянта, что могло бы подчеркнуть многофункциональные свойства продукта. Также недостаточное внимание уделено влагопрочным свойствам модифицированной полиамидной смолы.

5. Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени, на которую он претендует

Научная квалификация соискателя соответствует требованиям Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь, предъявляемым к соискателям ученой степени кандидата технических наук. Результаты исследования опубликованы в 22 печатных работах, среди которых 5 статей в журналах, включенных в перечень научных изданий Республики Беларусь для опубли-

кования результатов диссертационных исследований, 16 докладов научных конференций различного уровня и 1 заявка на выдачу патента Республики Беларусь на изобретение. Кроме того, соискателем разработана нормативно-техническая документация опытной партии модифицированной полиамидной смолы – технологический регламент и технические условия.

6. Конкретные рекомендации по использованию результатов диссертации

Результаты диссертации Боркиной Я.В. могут быть использованы на предприятиях, специализирующихся на производстве химических вспомогательных веществ для целлюлозно-бумажной отрасли промышленности, а также непосредственно бумаги и картона. Разработанная модифицированная полиамидная смола может использоваться в качестве не только проклеивающего и упрочняющего вещества, но и влагопрочной смолы, удерживающего и флокулирующего средства, что в совокупности позволит повысить производительность производства бумаги и картона за счет снижения затрат и улучшить экологическое состояние целлюлозно-бумажных производств путем уменьшения содержания взвешенных веществ в оборотной воде.

7. Заключение по диссертационной работе

Диссертационная работа Боркиной Яны Валерьевны на тему «Ацилированные полиамиды на основе адипиновой кислоты и диэтилентриамина для повышения качества бумаги и картона» является самостоятельной, завершенной квалификационной работой, отвечающей требованиям пп. 20–21 и 26 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий (Указ Президента Республики Беларусь от 17.11.2004 г. № 560 в редакции Указа Президента Республики Беларусь от 02.06.2022 г. № 190), предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата технических наук. По оформлению диссертация соответствует Инструкции о порядке оформления диссертации, диссертации в виде научного доклада, автореферата диссертации и публикаций по теме диссертации (Постановление Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь от 28.02.2014 г. № 3 в редакции постановления Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь от 22.08.2022 г. № 5).

Соискатель Боркина Яна Валерьевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.21.03 – технология и оборудование химической переработки биомассы дерева; химия древесины за новые научно обоснованные результаты, включающие:

– установленные зависимости изменения степени ацилирования аминогрупп полиамидов, группового состава и физико-химических свойств продуктов взаимодействия реакционноспособных полиамидов на основе адипиновой кислоты и диэтилентриамина с канифольно-малеиновыми аддуктами

от структуры полимера и содержания малеопимаровой кислоты (8,55–31,12 мас. %) в ацилирующем агенте, позволившие разработать способ получения ацилированных полиамидов со степенью ацилирования аминогрупп смоляными и малеопимаровой кислотами от 16,5 до 57,4% и амфифильными свойствами путем последовательной поликонденсации мономеров в эквимолярном соотношении при температуре 160–180°C в течение 2–3 ч и ацилирования образующегося полиамида канифольно-малеиновыми аддуктами при температуре 150–160°C в течение 2–3 ч;

– зависимости влияния количества малеинового ангидрида, канифольно-малеинового аддукта и гидроксида натрия в синтезе бифункционального вещества на его физико-химические свойства, проклеивающие и упрочняющие свойства, позволившие установить массовое соотношение полиамид : ацилирующий агент : нейтрализующий агент, равное 1,00 : 0,72 : 0,02 соответственно, и содержание малеопимаровой кислоты в канифольно-малеиновом аддукте 8,55 мас. %, обеспечивающие получение модифицированной полиамидной смолы на основе ацилированных полиамидов с улучшенными проклеивающими свойствами, полностью растворимой в воде с образованием устойчивых растворов;

– разработку и внедрение технологии модифицированной полиамидной смолы с улучшенными проклеивающими свойствами по сравнению с полиамидной смолой ПроХим DUO, заключающейся в последовательном осуществлении стадий поликонденсации адипиновой кислоты и диэтилентриамин с образованием полиамида с кислотным числом не менее 76,7 мг КОН/г, его ацилирования канифольно-малеиновым аддуктом, полученным конденсацией талловой канифоли с малеиновым ангидридом в течение 3 ч при температуре 180–190°C и массовом соотношении смоляные кислоты : модифицирующий агент, равном 10,00 : 0,33, с кислотным числом не менее 189,0 мг КОН/г и нейтрализации непрореагировавших смоляных и малеопимаровой кислот гидроксидом натрия при температуре 90–98°C в течение 1,5 ч до достижения кислотного числа продукта не более 30,0 мг КОН/г;

– разработку ресурсосберегающего способа проклейки и упрочнения бумаги и картона в кислой и нейтральной средах путем введения в водно-волокнистую суспензию модифицированной полиамидной смолы в количестве 0,25% от абсолютно сухого волокна (по сухому веществу) и полиоксихлорида алюминия до достижения рН бумажных масс от 5,8 до 7,2, основанного на установленных параметрах электролитной коагуляции функционального вещества (расход электролита – 0,051 г Al₂O₃/г смолы; рН системы – 7,05) и обеспечивающего улучшение гидрофобности и прочности бумаги на 71,7–87,9 и 20,7–23,2% соответственно.

Доклад соискателя Боркиной Я.В., а также отзыв на диссертационную работу обсуждены на расширенном заседании кафедр технологии целлюлозы и композиционных материалов и технологии бумаги и картона ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна» (протокол № 5 от 13 февраля 2026 г).

На заседании присутствовало и участвовало в голосовании 14 человек, из них: докторов технических наук – 6 (Махотина Л.Г., Куров В.С., Смирнова Е.Г., Мидуков Н.П., Дубовый В.К., Аким Э.Л.), кандидатов технических наук – 8 (Иванов Ю.С., Селезнев В.Н., Павлова Е.А., Федорова О.В., Кейзер П.М., Симонова Е.И., Синчук А.В., Казиминова Д.И.).

Результаты открытого голосования:

«за» – 14; «против» – нет; «воздержалось» – нет.

Выражаем свое согласие на размещение отзыва оппонировавшей организации на официальном сайте учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет».

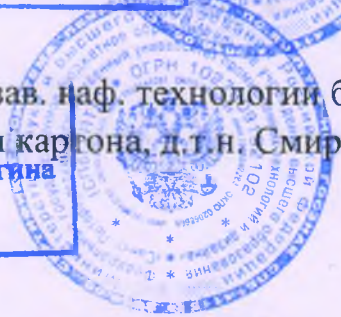
Председатель заседания: Л.Г. Махотина д.т.н., профессор Махотина Л.Г.

Подпись Л.Г. Махотина заверяю
Начальник УК ВШТЭ Т.Р. Шишигина
«13» февраля 2026



Эксперт: Е.Г. Смирнова зав. каф. технологии бумаги и картона, д.т.н. Смирнова Е.Г.

Подпись Е.Г. Смирнова заверяю
Начальник УК ВШТЭ Т.Р. Шишигина
«13» февраля 2026



Секретарь заседания: В.Н. Селезнев зав. каф. технологии бумаги и картона, д.т.н. Селезнев В.Н.

Подпись В.Н. Селезнев заверяю
Начальник УК ВШТЭ Т.Р. Шишигина
«13» февраля 2026

