

Учреждение образования  
«Белорусский государственный технологический университет»

УДК 676.017.4:665.947.822–036.675

**АНДРЮХОВА**  
**Марина Валерьевна**

**УПРОЧНЕНИЕ И ГИДРОФОБИЗАЦИЯ БУМАГИ И КАРТОНА  
ПОЛИАМИДНОЙ СМОЛОЙ НА ОСНОВЕ АМИНОАМИДОВ  
СМОЛЯНЫХ КИСЛОТ КАНИФОЛИ**

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

по специальности 05.21.03 – технология и оборудование  
химической переработки биомассы дерева; химия древесины

Минск 2020

Научная работа выполнена в учреждении образования «Белорусский государственный технологический университет»

Научный руководитель	<b>Флейшер Вячеслав Леонидович</b> , кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой химической переработки древесины учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»
Официальные оппоненты:	<b>Клюев Андрей Юрьевич</b> , доктор технических наук, ведущий научный сотрудник Государственного научного учреждения «Институт физико-органической химии Национальной академии наук Беларуси» <b>Письменский Павел Игоревич</b> , кандидат технических наук, ведущий специалист Отдела развития производства Унитарного предприятия «БР-Консалт» Управляющая компания Холдинга организаций деревообрабатывающей промышленности «BORWOOD»
Оппонирующая организация	Белорусский национальный технический университет

Защита состоится «21» апреля 2020 г. в 12:00 на заседании совета по защите диссертаций Д 02.08.04 при учреждении образования «Белорусский государственный технологический университет» по адресу:

220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, ауд. 240, корп. 4.

Тел.: +375 17 327 80 46, факс: +375 17 327 62 17,

e-mail: spak\_s@belstu.by

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет».

Автореферат разослан «18» марта 2020 г.

Ученый секретарь совета  
по защите диссертаций,  
кандидат технических наук, доцент

С.И. Шпак

## ВВЕДЕНИЕ

Одним из основных сырьевых источников для производства бумаги и картона является вторичный волокнистый полуфабрикат – различные марки макулатуры, что обусловлено рядом экономических и экологических причин. Доля использования макулатуры постоянно растет и предприятия сталкиваются с проблемой снижения бумагообразующих свойств вторичных волокон в результате влияния отдельных стадий технологического процесса, что, в свою очередь, приводит к снижению прочности и гидрофобности бумаги и картона, и, следовательно, ухудшению качества готовой продукции. Для одновременного придания требуемых прочности и гидрофобности бумаги и картона используются упрочняющие и гидрофобизирующие вещества, последовательность введения которых существенно влияет на достигаемые показатели качества, так как процессы упрочнения и гидрофобизации являются конкурирующими. Поэтому направления исследований, связанные с синтезом вещества, обладающего одновременно упрочняющим и гидрофобизирующим свойствами, и его применением в технологии бумаги и картона, являются актуальными. Предлагается новое научно-техническое решение, а именно получение полиамидной смолы на основе канифоли с упрочняющими и гидрофобизирующими свойствами в результате двухстадийной поликонденсации в расплаве аминокрилатов смоляных кислот канифоли, адипиновой кислоты и диэтилентриамин, и использование ее в технологии бумаги и картона. Упрочняющее действие полиамидной смолы обусловлено наличием в ее структуре аминных и амидных групп, способных образовывать водородные связи с гидроксильными группами макромолекул целлюлозы, а гидрофобизирующее действие обеспечивается углеводородными радикалами смоляных кислот.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Связь работы с научными программами (проектами), темами.** Диссертационная работа являлась частью комплексного исследования, выполненного в учреждении образования «Белорусский государственный технологический университет», в рамках государственных программ научных исследований по темам «Создание ресурсо- и энергосберегающих технологий получения высокоэффективных композиционных материалов из растительного сырья для целлюлозно-бумажной, деревообрабатывающей и химической промышленности» (2011–2013 гг., № гос. рег. 20111568, программа «Химические технологии и материалы, природно-ресурсный потенциал», подпрограмма «Полимеры и композиты», задание 2.35), «Создание технологии комплексной переработки растительной биомассы с получением конкурентоспособной промышленной продук-

ции» (2014–2015 гг., № гос. рег. 20142146, программа «Химические технологии и материалы, природно-ресурсный потенциал», подпрограмма «Полимеры и композиты», задание 2.63), «Синтез новых полимеров на основе аминокислот смоляных кислот канифоли» (2016–2018 гг., № гос. рег. 20161151, программа «Химические технологии и материалы», подпрограмма «Лесохимия», задание 4.1.7), отдельного проекта НИР Министерства образования Республики Беларусь «Разработка импортозамещающих технологий получения и применения новых полимеров на основе амидов канифоли для упрочнения макулатурных видов бумаги и картона» (2013–2014 гг., № гос. рег. 20132120), договора «Внедрение в производство отечественной упрочняющей добавки при выработке фильтровального картона в условиях ОАО «Светлогорский ЦКК» (ХД 15-085, 2017–2018 гг.).

**Цель и задачи исследования.** Цель исследования – разработать технологию получения полиамидной смолы с упрочняющим и гидрофобизирующим свойствами на основе аминокислот смоляных кислот канифоли и применения ее при изготовлении клееных видов бумаги и картона.

Для достижения поставленной цели сформулированы следующие задачи:

– установить закономерности влияния условий синтеза полиамидной смолы (температуры, продолжительности химического взаимодействия и соотношения исходных компонентов) на ее физико-химические, упрочняющие и гидрофобизирующие свойства, которые позволят разработать технологический режим ее получения;

– изучить эффективность упрочняющего и гидрофобизирующего действия полиамидной смолы в зависимости от основных технологических факторов: композиционного состава по волокну, содержания полиамидной смолы в бумажных массах и последовательности введения в них функциональных химических веществ (проклеивающих и упрочняющих);

– разработать и утвердить промышленный технологический регламент производства полиамидной смолы и технические условия на полиамидную смолу (ТУ ВУ 190526670.005-2018);

– разработать практические рекомендации применения полиамидной смолы на основе аминокислот смоляных кислот канифоли в технологии клееных видов бумаги и картона;

– провести промышленную апробацию опытно-промышленной партии полиамидной смолы в технологии клееных видов бумаги и картона, изготовленных из первичных (целлюлозы) и вторичных (макулатуры) волокнистых полуфабрикатов.

**Предмет исследования** – процесс одновременного упрочнения и гидрофобизации бумаги и картона полиамидной смолой, полученной поликонденсацией в расплаве модифицированных смоляных кислот талловой канифоли (аминокислот), адипиновой кислоты и диэтилентриамина.

*Объекты исследования* – модифицированные смоляные кислоты канифоли; образцы полиамидной смолы с упрочняющим и гидрофобизирующим свойствами, различающиеся структурой и физико-химическими свойствами, и полученные с их использованием бумажные массы (целлюлозные и макулатурные) и образцы бумаги и картона.

**Научная новизна:**

– разработан технологический режим получения полиамидной смолы с упрочняющим и гидрофобизирующим свойствами на основе установленных зависимостей влияния условий синтеза (температуры, продолжительности химического взаимодействия на стадиях модифицирования смоляных кислот канифоли и поликонденсации полученных аминокридов смоляных кислот, адипиновой кислоты и диэтилентриамина и их мольного соотношения) на ее физико-химические, упрочняющие и гидрофобизирующие свойства;

– разработана технология применения полиамидной смолы с упрочняющими и гидрофобизирующими свойствами, основанная на замене традиционно применяемого катионного крахмала и последовательном введении в бумажные массы (целлюлозные и макулатурные) полиамидной смолы и гидрофобизирующего вещества (димеров алкилкетена (АКД)), исходя из установленных закономерностей влияния полиамидной смолы на прочность и гидрофобность клееных видов бумаги и картона в зависимости от основных технологических факторов (вида волокнистого полуфабриката и содержания полиамидной смолы в бумажных массах; последовательности введения компонентов бинарной системы «упрочняющее вещество – АКД»; компонентного состава бинарных систем).

**Положения, выносимые на защиту:**

– кинетические зависимости процессов модифицирования смоляных кислот талловой канифоли диэтилентриамином с образованием аминокридов и поликонденсации их в расплаве с адипиновой кислотой и диэтилентриамином, позволившие разработать технологический режим получения полиамидной смолы, растворимой в воде;

– способ получения полиамидной смолы, заключающийся в двухстадийной поликонденсации в расплаве модифицированных диэтилентриамином смоляных кислот талловой канифоли (аминокридов) с адипиновой кислотой и диэтилентриамином при мольном соотношении талловая канифоль : диэтилентриамин : адипиновая кислота, равном 1 : 8 : 8, что позволяет придать ей упрочняющее и гидрофобизирующее свойства;

– зависимости влияния основных технологических факторов (вид волокнистых полуфабрикатов, содержание и последовательность введения полиамидной смолы и проклеивающего вещества на основе димеров алкилкетена в бумажную массу) на упрочняющее и гидрофобизирующее действие синтезированной полиамидной смолы в бумажных массах (целлюлозных и макулатурных), позволившие

выбрать эффективный способ получения бумаги и картона с повышенными прочностью и гидрофобностью;

– ресурсосберегающая технология применения новой полиамидной смолы на основе аминокислот смоляных кислот канифоли, отличающейся одновременным упрочняющим и гидрофобизирующим действием, вместо традиционно используемых упрочняющих веществ при последовательном введении в бумажные (целлюлозные и макулатурные) массы полиамидной смолы в количестве  $(0,1 \pm 0,03)\%$  от а. с. в. и проклеивающего вещества на основе АКД, которая обеспечивает достижение повышенных показателей прочности и гидрофобности с одновременным снижением на 10–15% расхода традиционно используемого дорогостоящего проклеивающего вещества на основе АКД.

**Личный вклад соискателя ученой степени.** Соискатель принимал участие при выборе объектов и предмета исследования, формулировании его цели и задач, получении достоверных экспериментальных результатов и их статистической обработке и интерпретации. В соавторстве опубликованы научные статьи, материалы конференций, тезисы докладов и патент. Принято активное участие в опытно-промышленном производстве полиамидной смолы на ЧУП «Промхимтехнологии» и ее испытаниях в филиале «Добрушская бумажная фабрика «Герой труда» ОАО «Управляющая компания холдинга «Белорусские обои».

**Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов.** Основные результаты исследования доложены на международных научно-технических конференциях «Новейшие достижения в области импортозамещения в химической промышленности и производстве строительных материалов» (г. Минск, 22–23 ноября 2012 г.); XIX научно-технической конференции «Технология–2016» (г. Северодонецк, 22–23 апреля 2016 г.); «Ломоносовские научные чтения студентов, аспирантов и молодых ученых – 2016» (г. Архангельск, 2016); «Новейшие достижения в области инновационного развития целлюлозно-бумажной промышленности: технология, оборудование, химия» (г. Минск, 4–6 апреля 2017 г.); IV научно-технической конференции, посвященной памяти профессора В. И. Комарова «Проблемы механики целлюлозно-бумажных материалов» (г. Архангельск, 14–16 сентября 2017 г.); «Химия и химическая технология переработки растительного сырья» (г. Минск, 10–12 октября 2018 г.); научно-технических конференциях профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов БГТУ (г. Минск, 2016–2019 гг.).

**Практическое использование научных результатов в промышленности.** Выпущены опытно-промышленные партии разработанной полиамидной смолы на основе канифоли в виде товарного продукта под названием «ПроХим DUO» в количестве 4 т и проведены ее испытания в филиале «Добрушская бумажная фабрика «Герой труда» ОАО «Управляющая компания хол-

динга «Белорусские обои» при производстве бумаги для гофрирования марки Б-2 (223 т), картона для плоских слоев гофрированного картона марки КПСБ (топ-лайн) (260 т) и бумаги для обоев марки F (112 т). Промышленные испытания подтвердили результаты научного исследования, поскольку при замене катионного крахмала Hi-Cat C 323 A (Франция) на полиамидную смолу и сокращении при этом расхода проклеивающего вещества на основе АКД на 10–15% прочность и гидрофобность готовой продукции соответствовали требованиям технических условий, действующих на предприятии.

**Опубликование результатов диссертации.** По вопросам, относящимся к теме диссертации, опубликовано 20 печатных работ, в том числе 7 статей в научных журналах, входящих в перечень изданий, рекомендованных ВАК, 7 материалов конференций и 6 тезисов докладов, получен патент Республики Беларусь № 21140 «Способ получения полиамидной смолы».

**Структура и объем диссертации.** Содержание работы изложено на 147 страницах машинописного текста. Диссертация включает оглавление (5 с.), введение (1 с.), общую характеристику работы (5 с.), 5 глав (161 с.), заключение (3 с.), список литературы (14 с.) и 13 приложений (120 с.). Работа содержит 45 рисунков (28,5 с.), 18 таблиц (14,5 с.), список литературы, включающий 130 использованных источников (10 с.) и 21 собственную работу соискателя (4 с.).

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

**Первая глава** посвящена анализу научной и технической литературы по теории и технологии получения функциональных веществ (упрочняющих и гидрофобизирующих), применение которых позволяет придавать бумаге и картону соответственно необходимую прочность в сухом и влажном состояниях и требуемые гидрофобизирующие (водоотталкивающие) свойства. Однако в научной литературе недостаточно информации о возможности одновременного управления процессами упрочнения и гидрофобизации одним соединением, что делает тему исследования актуальной, особенно при увеличении объемов потребления макулатуры в качестве волокнистого сырья и эмульсий АКД для гидрофобизации при производстве высококачественных видов бумажной и картонной продукции.

Одним из способов решения данной проблемы является разработка полимера, способного одновременно оказывать упрочняющее и частичное гидрофобизирующее действие на бумагу и картон за счет наличия в его структуре азотсодержащих групп и углеводородных радикалов смоляных кислот. Управление процессами упрочнения и гидрофобизации новым полимером позволяет заменить импортные упрочняющие вещества и уменьшить расходы гидрофоби-

зирующих веществ, а также предотвратить нежелательный процесс «расклейки» при использовании эмульсий на основе АКД.

На основании анализа литературных данных сформулированы цель и задачи по теме диссертационной работы.

**Вторая глава** посвящена описанию использованных методов, оборудования и материалов, обоснованию выбора объектов исследования.

Синтез полиамидной смолы осуществляли двухстадийной поликонденсацией в расплаве по разработанной методике путем взаимодействия смоляных кислот талловой канифоли (ГОСТ 14201–83), адипиновой кислоты (ч., ГОСТ 10558–80) и диэтилентриамина (ТУ 6-02-914-86) с последующим разбавлением реакционной смеси водой до содержания сухих веществ 12%.

Физико-химические свойства полиамидной смолы характеризовали растворимостью в воде и органических растворителях, кислотным числом (ГОСТ 17823.1–72), температурой размягчения (ГОСТ 23863–79 (метод А), смешиваемостью с водой (ГОСТ 14231–88). Седиментационную устойчивость 1%-ных водных растворов полиамидной смолы при хранении определяли оптическим методом на спектрофотометре РВ 2201А (Solar, Республика Беларусь). Физико-химические свойства водного раствора полиамидной смолы характеризовали следующими показателями: внешний вид, массовая доля сухих веществ (ГОСТ 14231–88), плотность (ГОСТ 18995.1–73), концентрация водородных ионов (рН) и динамическая вязкость, которые измеряли рН-метром HANNA PH 212 (Hanna Instruments, Германия) и вискозиметром Брукфильда DV-II+PRO (Brookfield Eng.Lab., США) соответственно.

Выявление функциональных групп в структуре синтезированных образцов полиамидной смолы осуществляли методом ИК-спектроскопии на ИК-микроскопе IN10 Nicolet (USA, ThermoScientific). Термостабильность продуктов модифицирования смоляных кислот и тепловые эффекты разложения исследуемых веществ определяли методом термогравиметрического анализа и дифференциальной сканирующей калориметрии прибором TGA/DSC1 METTLER TOLEDO (Швейцария). Молекулярную массу полиамидной смолы определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на жидкостном хроматографе Agilent 1200 (США).

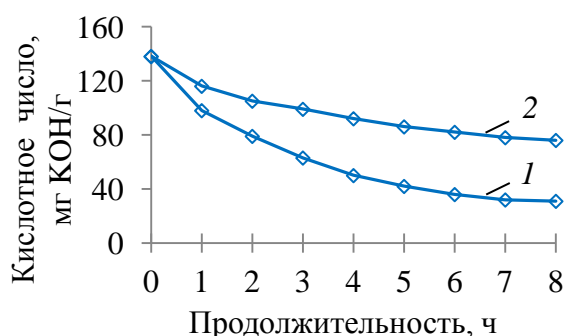
Катионную потребность бумажных масс определяли анализатором заряда частиц Charge Analyzing System (AFG Analytic GmbH, Германия). Образцы бумаги (элементарных слоев картона) изготавливали из сульфатной лиственной беленой целлюлозы (ГОСТ 28172–89) или макулатуры (ГОСТ 10700–97) с использованием упрочняющих (катионного крахмала Hi-Cat С 323 А, амидоэпихлоргидриновых смол марок Fennostrenght PA 13, Melapret PAE/A и модифицированного полиакриламида Fennobond 3300E) и гидрофобизирующих (эмульсий на основе АКД марок Fennosize KD 225YP, AKD KV 150HP, Dumar VP 738) веществ на листоотливном аппарате типа Rapid-Ketten (Ernst Haage, Германия). Прочность образцов бу-



маги (элементарных слоев картона) характеризовали разрушающим усилием в сухом состоянии (ГОСТ 13525.1–79), которое определяли на горизонтальной разрывной машине Tensile Tester SE062/064 (Lorentzen and Wettre, Швеция), разрывной длиной и удельным сопротивлением разрыву (ГОСТ 13525.1–79), сопротивлением плоскостному (ГОСТ 20682–75) и торцевому (ГОСТ 28686–90) сжатиям. Гидрофобность оценивали по впитываемости воды образцами бумаги (элементарными слоями картона), измеренной аппаратом Кобба (ГОСТ 12605–97). Доверительная вероятность определений составила 95%.

**Третья глава** посвящена: разработке способа получения полиамидной смолы на основе канифоли, адипиновой кислоты и диэтилентриамина; исследованию упрочняющих и гидрофобизирующих свойств полиамидной смолы в зависимости от соотношения исходных компонентов (канифоли, адипиновой кислоты, диэтилентриамин); разработке технологического режима получения полиамидной смолы с упрочняющим и гидрофобизирующими свойствами на основе канифоли и практических рекомендаций ее получения в производственных условиях.

Процесс модифицирования смоляных кислот талловой канифоли диэтилентриамином исследовали при температурах 190 и 210°C и мольном соотношении канифоли и диэтилентриамин, равном 1,0 : 1,2 (рисунок 1).



**Рисунок 1.** – Кинетика процесса взаимодействия смоляных кислот канифоли с диэтилентриамином при 190°C (кривая 2) и 210°C (кривая 1)

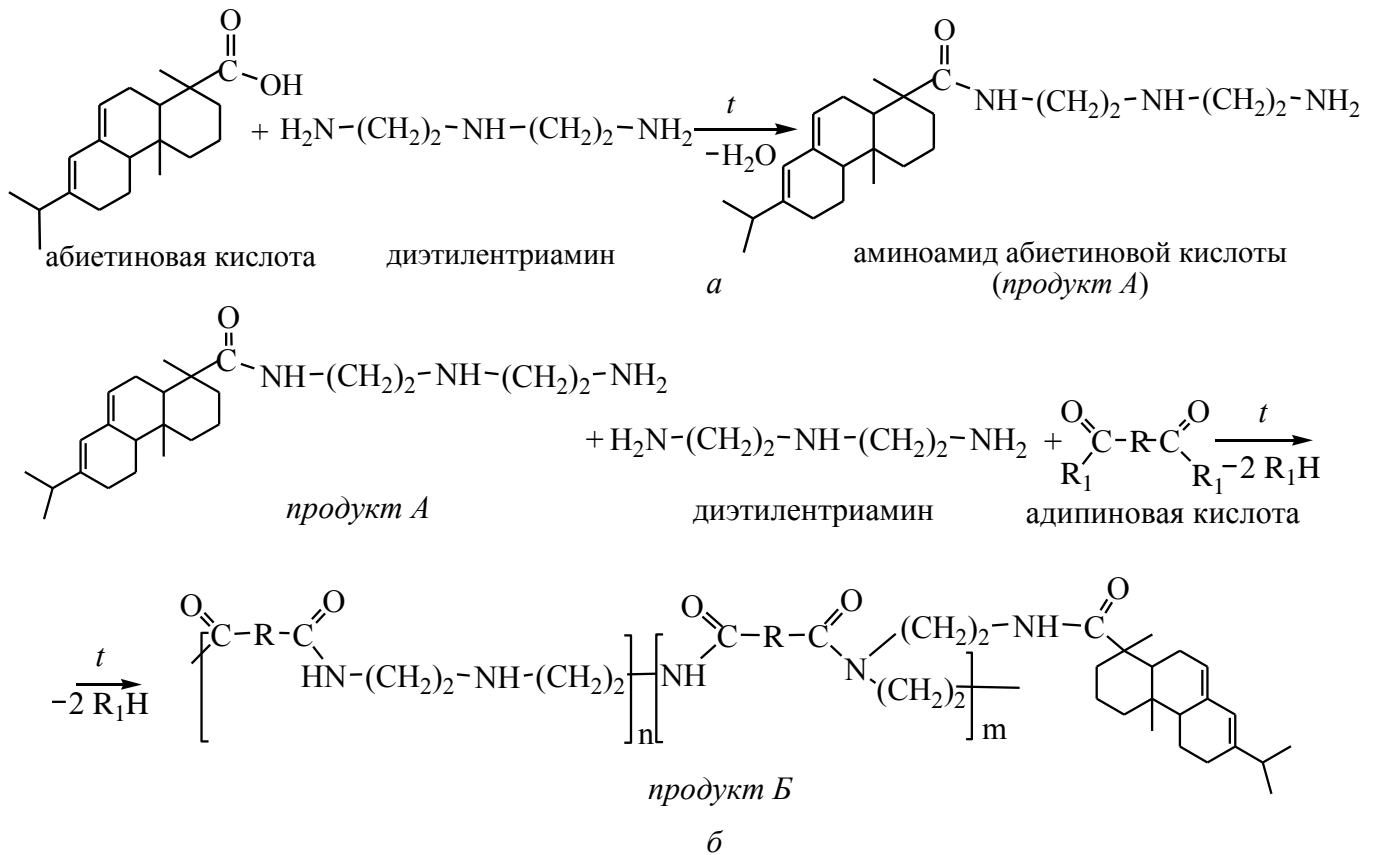
Результатом данного этапа исследования являлось получение продукта, растворимого в воде и термически устойчивого до 230°C, при продолжительности процесса модифицирования диэтилентриамином 3–4 ч (до кислотного числа 100–105 мг КОН/г) и температуре 190°C.

Разработаны условия синтеза полиамидной смолы на основе адипиновой кислоты. В качестве модификатора использовали аминоксиды

смоляных кислот канифоли. Мольное соотношение талловая канифоль : дикарбоновая кислота : диэтилентриамин составляло 1 : (4–12) : (4–12).

Особенность синтеза (рисунок 2) заключалась в двухэтапном введении в систему диэтилентриамин. На стадии 1 (модифицирование) осуществляли химическое взаимодействие смоляных кислот талловой канифоли с первой порцией диэтилентриамин ((35±5)% от расчетного количества), что позволило получить монозамещенные аминоксиды смоляных кислот (*продукт А*). На стадии 2 (поликонденсация) синтез полиамидной смолы (*продукта Б*) осуществляли на основе адипиновой кислоты ( $R = -(CH_2)_4-$ ,  $R_1 = -OH$ ), второй порции диэти-

лентриамин ((65±5)% от расчетного количества) и аминоамидов смоляных кислот, полученных на первой стадии.



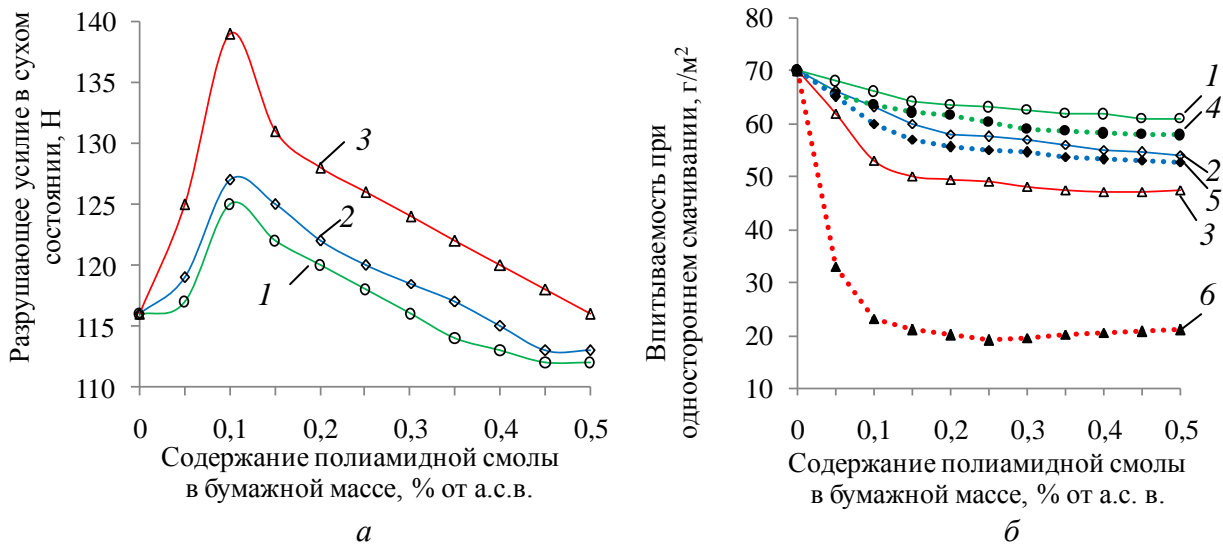
**а – стадия 1: конденсация абиединовой кислоты и диэтилентриамин;**

**б – стадия 2: поликонденсация аминоамидов абиединовой кислоты, диэтилентриамин и адипиновой кислоты**

**Рисунок 2. – Схема синтеза полиамидной смолы**

Наличие функциональных групп в структуре синтезированной полиамидной смолы доказано методом ИК-спектроскопии. Лучшими физико-химическими свойствами обладали образцы 1–3 полиамидной смолы (мольное соотношение талловая канифоль : адипиновая кислота : диэтилентриамин составило соответственно 1 : 12 : 12; 1 : 10 : 10 и 1 : 8 : 8).

Установлено (рисунок 3), что полиамидная смола (образец 3), синтезированная на основе смоляных кислот талловой канифоли, адипиновой кислоты и диэтилентриамин при их мольном соотношении соответственно 1 : 8 : 8 обладает наилучшими упрочняющими и гидрофобизирующими свойствами и является наиболее эффективной при введении ее в целлюлозные бумажные массы в количестве 0,10% от а. с. в. Стоит отметить, что использование полиамидной смолы в системе с эмульсией АКД позволяет управлять процессом проклейки бумаги и картона, о чем свидетельствует возможность снижения впитываемости бумаги и картона до 24%, и, следовательно, уменьшить расход эмульсии АКД.



**1–3** – в бумажную массу введена полиамидная смола (образцы 1–3 соответственно);  
**4–6** – в бумажную массу введены полиамидная смола (образцы 1–3 соответственно)  
 и проклеивающее вещество АКД FennoSize KD 225YP с расходом 0,12% от а. с. в.

**Рисунок 3.** – Зависимости разрушающего усилия в сухом состоянии (*а*)  
 и впитываемости при одностороннем смачивании (*б*)

бумаги (элементарных слоев картона) от расхода полиамидной смолы образцов 1–3

На основании результатов проведенных исследований разработан технологический режим получения 12%-ного водного раствора полиамидной смолы (*продукта В*) с упрочняющим и гидрофобизирующим свойствами на основе смоляных кислот талловой канифоли, адипиновой кислоты и диэтилен-триамина при их мольном соотношении 1 : 8 : 8 соответственно (рисунок 4).

Раствор полиамидной смолы имел следующие физико-химические показатели: цвет – светло-коричневый; массовую долю сухих веществ – 12%; плотность – 1,019 г/см<sup>3</sup>; рН – 9,50; динамическую вязкость при 25°С – 0,016 Па·с.

Для оценки влияния синтезированной полиамидной смолы на свойства бумажных масс были получены образцы водно-волокнистых суспензий из целлюлозы сульфатной лиственной бленной, содержащие полиамидную смолу и катионный крахмал и без них. Характер взаимодействия компонентов бумажной массы оценивали по изменению показателя катионной потребности, который составил для целлюлозной суспензии 37,1 мл/л, целлюлозной суспензии, содержащей полиамидную смолу в количестве 0,1% от а. с. в. и катионный крахмал Ni-Cat C 323 A 0,38% от а. с. в., – 23,7 и 24,4 мл/л соответственно. Следовательно, полиамидная смола способна снижать катионную потребность бумажной массы эффективнее, чем катионный крахмал.

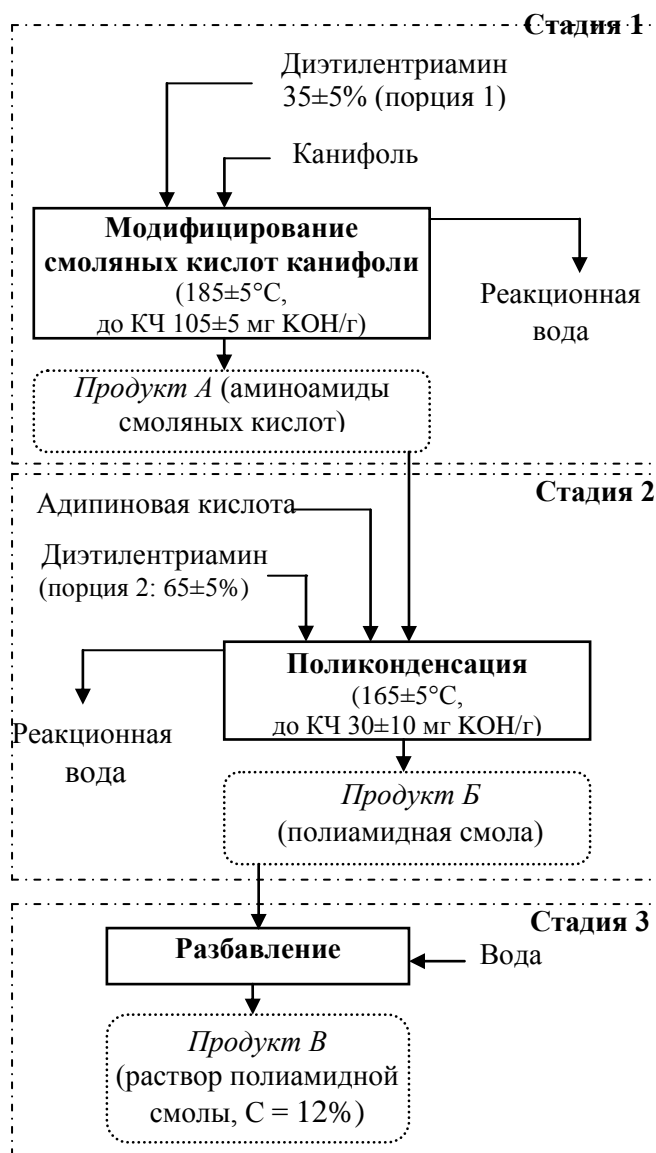


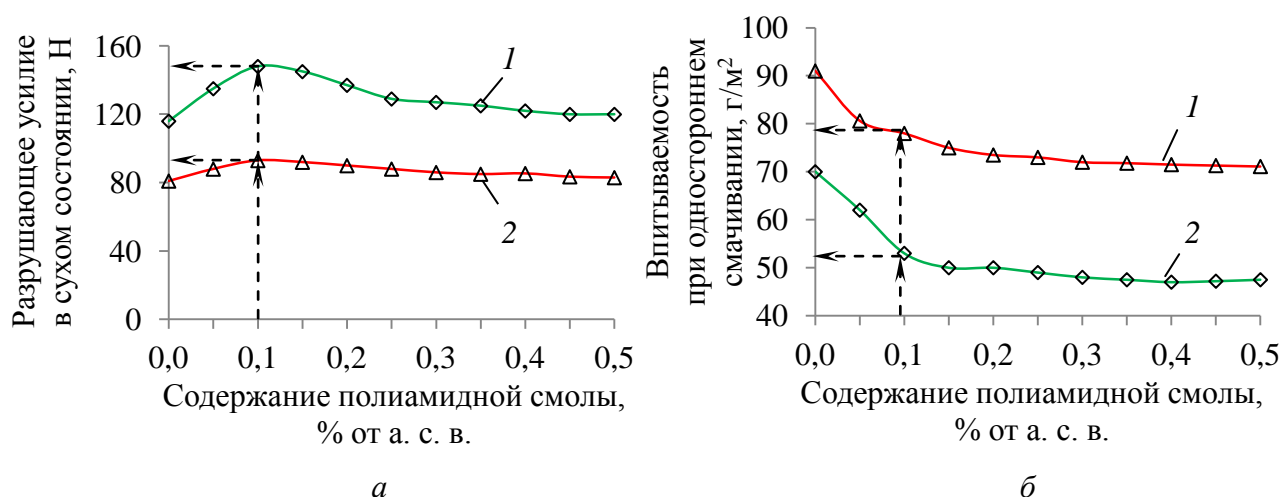
Рисунок 4. – Блок-схема получения раствора полиамидной смолы

честве 0,05–0,50% от а. с. в. Представленные зависимости (рисунок 5) свидетельствуют о том, что полиамидная смола является универсальной и оказывает упрочняющее и гидрофобизирующее действие на образцы бумаги (элементарные слои картона), изготовленные из первичного (целлюлозы) и вторичного (макулатуры) волокнистого сырья, при ее содержании в бумажных массах 0,10% от а. с. в. Прирост разрушающего усилия при этом составил соответственно 21 и 13% по сравнению с образцами бумаги (элементарными слоями картона) без добавления полиамидной смолы (рисунок 5, а). Наименьшая впитываемость воды при одностороннем смачивании (рисунок 5, б), не превышающая 53 г/м<sup>2</sup>, характерна для образцов бумаги, изготовленных из целлюлозных масс, и 78 г/м<sup>2</sup> – для образцов бумаги из макулатуры.

На основании результатов исследования разработаны практические рекомендации получения полиамидной смолы в производственных условиях, технические условия и опытно-промышленный регламент производства смолы полиамидной (товарный продукт «ПромХим DUO»). Опытно-промышленные партии полиамидной смолы были выпущены на ЧУП «Промхимтехнологии».

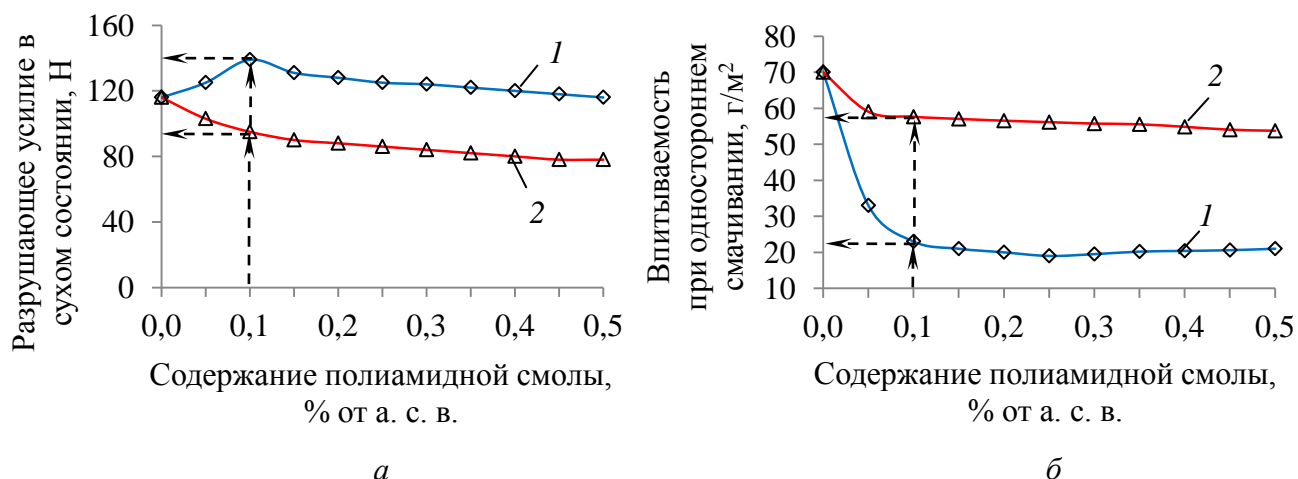
**Четвертая глава** посвящена разработке технологии применения полиамидной смолы для получения бумаги и картона с улучшенной прочностью и гидрофобностью.

Исследовано влияние вида волокнистого полуфабриката (целлюлозы и макулатуры) на прочность (рисунок 5, а) и гидрофобность (рисунок 5, б) образцов бумаги (элементарных слоев картона) с массоемкостью 125 г/м<sup>2</sup>, изготовленных из лабораторных волокнистых суспензий целлюлозы и макулатуры с использованием полиамидной смолы в количестве



**Рисунок 5. – Зависимость разрушающего усилия в сухом состоянии (а) и впитываемости при одностороннем смачивании (б) образцов бумаги (элементарных слоев картона), изготовленных из целлюлозы (1) и макулатуры (2), от содержания полиамидной смолы в бумажных массах**

Исследована эффективность действия полиамидной смолы в составе бинарной системы («полиамидная смола – эмульсия АКД») на прочность (рисунок 6, а) и гидрофобность (рисунок 6, б) образцов бумаги и картона в зависимости от последовательности введения ее компонентов (полиамидной смолы и эмульсии АКД марки Fenno-size KD 222YP) в лабораторную целлюлозную волокнистую суспензию.



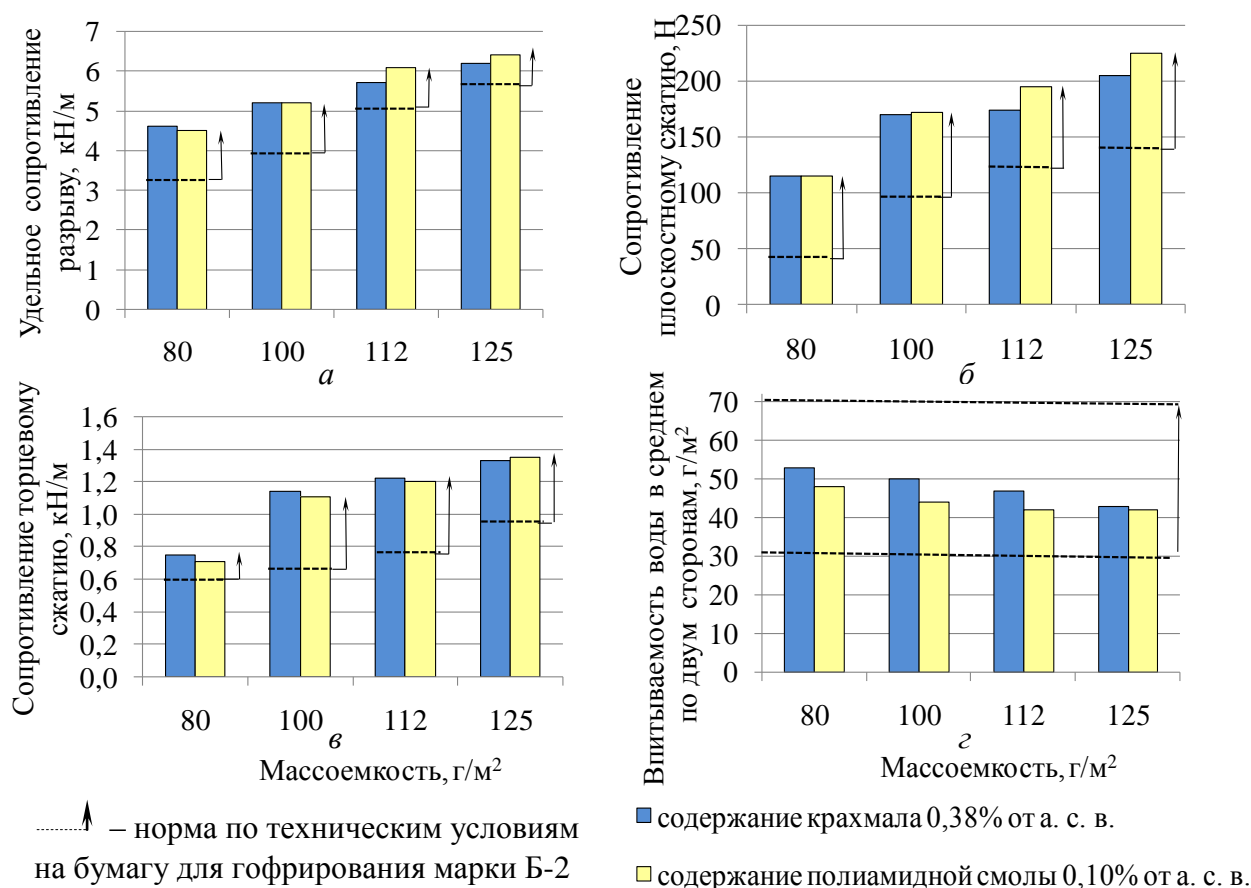
1 – способ 1; 2 – способ 2

**Рисунок 6. – Зависимости разрушающего усилия в сухом состоянии (а) и впитываемости при одностороннем смачивании (б) образцов бумаги (элементарных слоев картона) от содержания полиамидной смолы в бумажной массе**

По способу 1 изготавливали образцы бумаги (элементарных слоев картона) из целлюлозной волокнистой суспензии, в которую вводили сначала полиамид-

ную смолу в количестве от 0,05 до 0,50% от а. с. в., а затем эмульсию АКД (0,12% от а. с. в.). Способ 2 отличался обратной последовательностью введения в волокнистую суспензию компонентов бинарной системы. Установлено (рисунок б), что наибольшая эффективность полиамидной смолы, оказывающей одновременно упрочняющее действие и частичное гидрофобизирующее, достигалось при введении в бумажную массу сначала полиамидной смолы в количестве 0,10% от а. с. в, а затем проклеивающего вещества на основе АКД в количестве 0,12% от а. с. в.

В лабораторных условиях исследована эффективность полиамидной смолы (0,10% от а. с. в.) в сравнении с традиционно используемыми химическими веществами (катионным крахмалом Hi-Cat C 323 A (0,38% от а. с. в.) и эмульсией АКД марки FennoSize KD 222YP (0,12% от а. с. в.)) на образцах бумаги (элементарных слоев картона) массоемкостью 80, 100, 112 и 125 г/м<sup>2</sup> из производственной макулатурной массы МС-5Б и МС-6Б (рисунок 7).

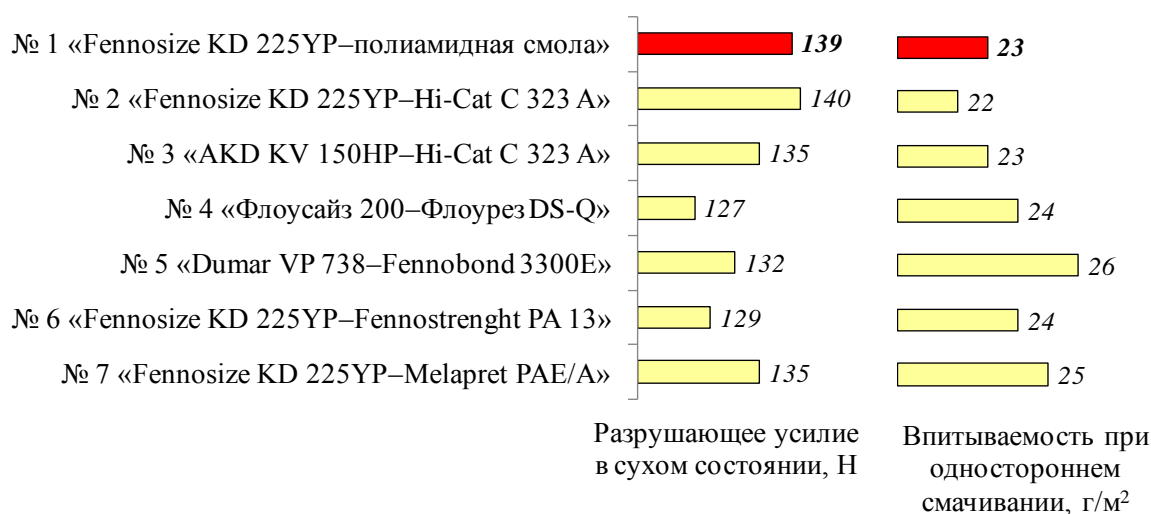


**Рисунок 7. – Диаграммы изменения показателей качества бумаги для гофрирования марки Б-2 в зависимости от массоемкости**

Полученные результаты (рисунок 7) свидетельствовали о том, что при увеличении массоемкости бумаги (элементарных слоев картона) наблюдались стабильность прочностных характеристик и одновременно повышение гидрофобности до 14%. Следовательно, использование в макулатурной массе бинарной системы «полиамидная смола (0,10% от а. с. в.) – эмульсия АКД (FennoSize KD225YP,

0,12% от а. с. в.)» позволяет полностью заменить традиционно используемый в технологии бумаги и картона катионный крахмал (0,38% от а. с. в.) и уменьшить расход импортного проклеивающего вещества на основе АКД до 15%.

Изучено влияние компонентного состава бинарных систем («эмульсия АКД – упрочняющее вещество») на прочность и гидрофобность бумаги (элементарных слоев картона) при идентичном содержании в целлюлозных массах упрочняющего (0,07% от а. с. в.) и гидрофобизирующего (0,12% от а. с. в.) веществ (рисунок 8). Эффективность бинарной системы № 1 «Fennosize KD 225YP – полиамидная смола» выше, чем традиционно используемых бинарных систем №№ 2–7.

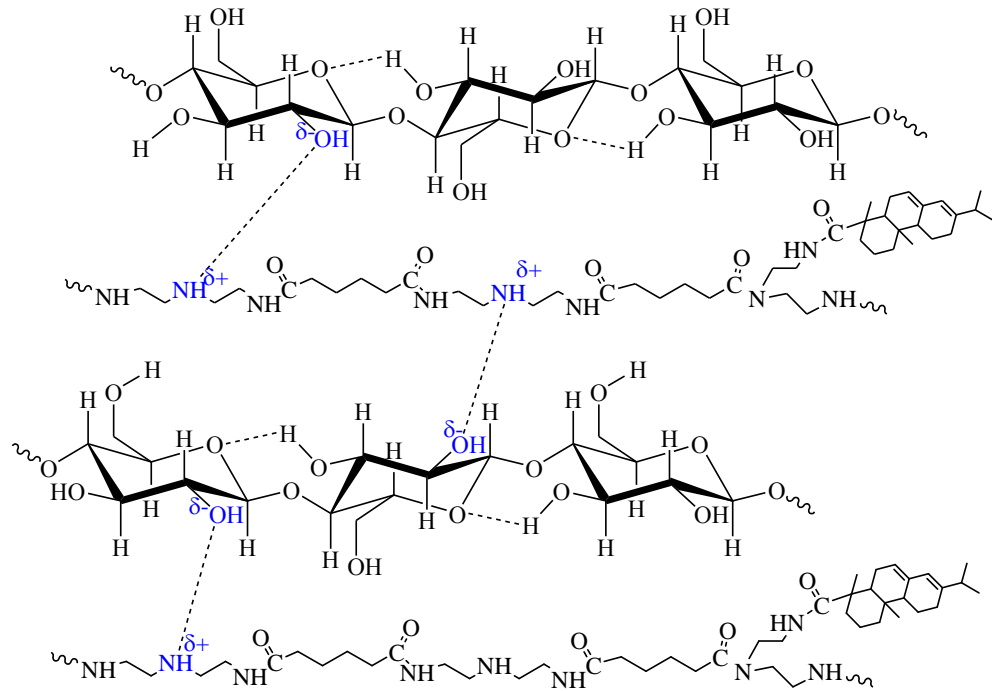


**Рисунок 8. – Сравнение прочности и гидрофобности бумаги (элементарных слоев картона), полученных с использованием химических веществ по разработанной (бинарная система № 1) и существующим (бинарные системы №№ 2–7) технологиям**

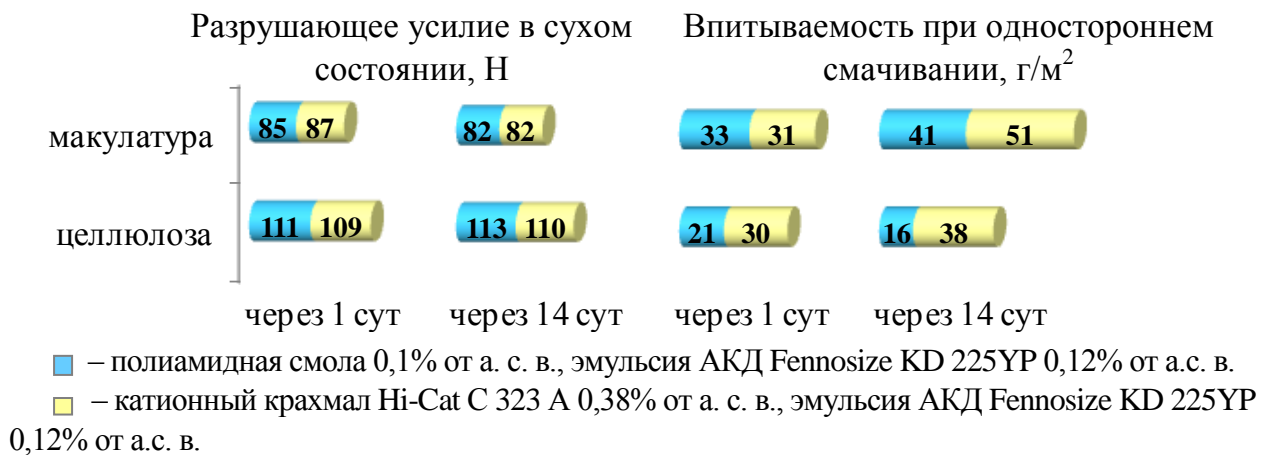
Упрочнение и гидрофобизация бумаги (элементарных слоев картона) полиамидной смолой происходят, по нашему мнению, по мостиковому механизму (рисунок 9). Азотсодержащие группы ( $-\text{NH}_2$ ,  $-\text{NH}-$ ,  $-\text{CONH}-$ ), присутствующие в структуре полиамидной смолы, способны к электростатическому взаимодействию с гидроксильными группами целлюлозных волокон, что способствует образованию межмолекулярных связей и, следовательно, повышению прочности бумаги (элементарных слоев картона), а имеющиеся в структуре полимера углеводородные радикалы смоляных кислот, по нашему мнению, способствуют проклейке бумаги (элементарных слоев картона) за счет образования на их поверхности гидрофобных участков в процессе сушки бумаги (картона).

Дополнительно были изучены стабильность прочности и гидрофобности образцов бумаги (элементарных слоев картона), полученных из целлюлозных и макулатурных волокон (рисунок 10).





**Рисунок 9. – Предполагаемый механизм взаимодействия полиамидной смолы с макромолекулами целлюлозы**



**Рисунок 10. – Состав исследуемых целлюлозных и макулатурных масс и качество изготовленных из них образцов бумаги (элементарных слоев картона) через 1 и 14 сут**

Установлено, что независимо от вида используемого волокнистого полуфабриката применение полиамидной смолы позволило предотвратить нежелательный эффект «расклейки», характерный при использовании гидрофобизирующих веществ на основе АКД, при одновременной стабильности прочности бумаги и картона.

**Пятая глава** посвящена описанию практической значимости результатов диссертационного исследования. Изготовленные опытно-промышленные партии полиамидной смолы в количестве 4 т (товарный продукт «ПроХим DUO») испытаны в филиале «Добрушская бумажная фабрика «Герой труда» ОАО «Управляющая компания холдинга «Белорусские обои» при производстве бу-



маги для гофрирования марки Б-2 (223 т), картона для плоских слоев гофрированного картона марки КПСБ (топ-лайнер) (260 т) и бумаги для обоев марки F (112 т) с требуемыми стабильными гидрофобностью и прочностью при одновременной экономии (10–15%) гидрофобизирующего (Fennosize KD 225 UP или АКD KV 150 HP) и полной замене упрочняющего вещества (катионного крахмала Hi-Cat C 323 A) на полиамидную смолу «ПроХим DUO». Важно отметить, что использование полиамидной смолы не приводит к изменению технологии изготовления бумаги и картона, принятой на данном предприятии.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

### Основные научные результаты диссертации

1. Разработан новый способ получения полиамидной смолы, заключающийся в двухстадийной поликонденсации в расплаве модифицированных диэтилен-триамином смоляных кислот талловой канифоли (аминоамидов) с диэтилен-триамином и адипиновой кислотой при мольном соотношении талловая канифоль : диэтилен-триамин : адипиновая кислота, равном 1 : 8 : 8, и обеспечивающий образование полиамидной смолы, которая оказывает одновременно упрочняющее и гидрофобизирующее действие на бумагу и картон за счет наличия в структуре азотсодержащих групп и углеводородных радикалов смоляных кислот [1–4, 8–11, 15–17, 21].

2. Установлены зависимости влияния основных технологических факторов (вид волокнистых полуфабрикатов, содержание и последовательность введения полиамидной смолы и проклеивающего вещества на основе димеров алкилкетена в бумажную массу) на упрочняющее и гидрофобизирующее действие синтезированной полиамидной смолы в бумажных массах (целлюлозных и макулатурных), использование которых позволило получить бумагу и картон с повышенными прочностью и гидрофобностью [5, 9, 13].

3. Разработана ресурсосберегающая технология применения новой полиамидной смолы на основе канифоли, отличающейся одновременным упрочняющим и гидрофобизирующим действием, основанная на замене ею традиционно используемых упрочняющих веществ при последовательном введении в бумажные (целлюлозные и макулатурные) массы полиамидной смолы в количестве  $(0,1 \pm 0,03)\%$  от а. с. в. и проклеивающего вещества на основе димеров алкилкетена, которая обеспечивает достижение повышенных показателей прочности и гидрофобности с одновременным снижением на 10–15% расхода традиционно используемого дорогостоящего проклеивающего вещества на основе димеров алкилкетена [5–7, 12–14, 18–20].

## Рекомендации по практическому использованию результатов

1. Практическое использование результатов исследования основано на разработанной технической нормативной документации – промышленном регламенте и технических условиях производства полиамидной смолы с упрочняющим и гидрофобизирующим свойствами. Получение полиамидной смолы в промышленных условиях необходимо осуществлять в три стадии при соотношении канифоли, диэтилентриамина и адипиновой кислоты, равном 1 : 8 : 8: стадия 1 – модифицирование смоляных кислот канифоли (талловой или живичной) диэтилентриамином (порция 1:  $(35\pm 5)\%$  от расчетного количества) с получением аминокамидов смоляных кислот канифоли; стадия 2 – поликонденсация полученных аминокамидов с диэтилентриамином (порция 2:  $(65\pm 5)\%$  от расчетного количества) и адипиновой кислотой с образованием полиамидной смолы, содержащей 100% сухих веществ); стадия 3 – разведение полиамидной смолы, содержащей 100% сухих веществ, водой до содержания сухих веществ 10–12% [5, 6].

2. Применение полиамидной смолы при производстве высококачественных видов бумаги и картона (бумаги для гофрирования, офсетной, офисной, рисовальной, чертежной, переплетной, картона для плоских слоев гофрированного картона и др.) из первичных (целлюлозы) и вторичных (макулатуры) полуфабрикатов основано на полной замене упрочняющего вещества (катионного крахмала Hi-Cat, модифицированного полиакриламида марки Fennobond 3300E, амидоэпихлоргидриновой смолы марок Fennostrenght PA 13, Melapret PAE/A и др.) и частичной (10–15%) экономии гидрофобизирующего вещества (эмульсии на основе димеров алкилкетенов марок Fennosize KD 225YP, AKD KV 150HP, Dumar VP 738) при последовательном введении в бумажную массу полиамидной смолы и проклеивающего вещества на основе димеров алкилкетенов при соотношении проклеивающее вещество : упрочняющее вещество, равном 1 : (1,25–0,63). Остальные химические вещества, используемые при производстве бумаги и картона, вводятся в технологический поток в соответствии с действующими на предприятии техническими нормативными документами [5, 7, 14].

3. Использование полиамидной смолы на предприятиях по производству бумаги и картона не требует дополнительного оборудования и коммуникаций, что подтверждено в рамках проведенных опытно-промышленных испытаний полиамидной смолы в условиях филиала «Добрушская бумажная фабрика «Герой труда» Управляющая компания холдинга ОАО «Белорусские обои», где в период с 19.03 по 20.04. 2018 было выпущено 595 т продукции (бумага для гофрирования, картон для плоских слоев гофрированного картона марки КПСБ и бумага для обоев марки F) [7].

**СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ**

## Статьи

1. Амиды фумаровой кислоты в технологии бумаги и картона / М. В. Андриюхова, В. Л. Флейшер, Т. В. Чернышева, С. А. Гордейко, Д. С. Макарова // Труды БГТУ. – 2012. – № 4 (151): Химия, технология орган.в-в и биотехнология. – С. 33–35.

2. Флейшер, В. Л. Синтез и свойства продукта взаимодействия канифоли и диэтилентриамин / В. Л. Флейшер, М. В. Андриюхова, Д. С. Макарова // Труды БГТУ. – 2013. – № 4 (160): Химия, технология орган. в-в и биотехнология. – С. 156–158.

3. Повышение прочности тароупаковочной бумаги с использованием азотсодержащих соединений / С. А. Гордейко, Н. В. Черная, Н. В. Жолнерович, В. Л. Флейшер, А. А. Драпеза, М. В. Андриюхова, Д. С. Макарова // Труды БГТУ. – 2013. – № 4 (160): Химия, технология орган.в-в и биотехнология. – С. 165–168.

4. Андриюхова, М. В. Исследование устойчивости растворов полиамидной смолы на основе янтарной кислоты и диэтилентриамин, модифицированной аминоконидами смоляных кислот канифоли / М. В. Андриюхова, В. Л. Флейшер // Труды БГТУ. – 2017. – Серия 2, № 1 (193): Химия, технология орган.в-в и биотехнология. – С. 64–67.

5. Импортотамещающая технология получения и применения полиамидной смолы с гидрофобизирующим и упрочняющим действием на бумагу и картон / В. Л. Флейшер, М. В. Андриюхова, Н. В. Черная, О. А. Мисюров // Полимерные материалы и технологии. – 2018. – Т. 4., № 3. – С. 72–83.

6. Андриюхова, М. В. Новый азотсодержащий полимер с упрочняющим и гидрофобизирующим действием на бумагу и картон / М. В. Андриюхова, В. Л. Флейшер, Н. В. Черная // Вес. Нац. акад. Навук Беларусі. Сер. хім. навук. – 2019. – Т. 55, № 1. – С. 99–106.

7. Промышленные испытания импортотамещающей технологии гидрофобизации и упрочнения упаковочных видов бумаги и картона с использованием отечественной полиамидной смолы с бифункциональными свойствами / О. А. Мисюров, Н. В. Черная, В. Л. Флейшер, М. В. Андриюхова // Труды БГТУ. – 2019. – № 1 (217): Химические технологии, биотехнологии, геозкология. – С. 5–16.

## Материалы конференций

8. Флейшер, В. Л. Исследование процесса модификации смоляных кислот канифоли диэтилентриамином / В. Л. Флейшер, М. В. Андриюхова, Д. С. Макарова // Новейшие достижения в области импортотамещения в химиче-

ской промышленности и производстве строительных материалов: материалы Международ. науч.-техн. конф., Минск, 22–23 ноября 2012 г.: в 2 ч. / БГТУ; редкол.: И. А. Левицкий [и др.]. – Минск, 2012. – Ч.2. – С. 183–186.

9. Азотсодержащие полимеры в технологии бумаги с улучшенными прочностными характеристиками / В. Л. Флейшер, Ж. В. Бондаренко, С. А. Гордейко, М. В. Андрюхова, Д. С. Макарова // Новейшие достижения в области импортозамещения в химической промышленности и производстве строительных материалов: материалы Международ. науч.-техн. конф., Минск, 22–23 ноября 2012 г.: в 2 ч. / БГТУ; редкол.: И. А. Левицкий [и др.]. – Минск, 2012. – Ч.2. – С. 219–222.

10. Андрюхова М. В. Синтез и свойства сополимеров дикарбоновых кислот, полиамина и амидов смоляных кислот канифоли / М. В. Андрюхова, В.Л. Флейшер // Технология–2016: материалы XIX междунар. науч.-техн. конф., Северодонецк, 22–23 апреля 2016 г.: в 2 ч. / Восточноукр. нац. ун-т им. В. Даля; сост.: Тарасов В. Ю. – Северодонецк, 2016. – Ч. I. – С. 12–14.

11. Андрюхова, М. В. Синтез и свойства сополимеров на основе дикарбоновых кислот и диэтилентриамина, модифицированных амидами смоляных кислот канифоли / М. В. Андрюхова // Ломоносовские научные чтения студентов, аспирантов и молодых ученых – 2016: сборник материалов конференций, Архангельск / Сев. (Арктич.) федер. ун-т им. М. В. Ломоносова; сост. Н. В. Баталова. – Архангельск: ИД САФУ, 2016. – 1305–1308.

12. Флейшер, В. Л. Перспективы использования бифункциональных полимеров в технологии бумаги и картона / В. Л. Флейшер, М. В. Андрюхова, Н. И. Богданович // Новейшие достижения в области инновационного развития целлюлозно-бумажной промышленности: технология, оборудование, химия: материалы Международ. науч.-техн. конф., Минск, 4–6 апреля 2017 г. / БГТУ; редкол.: И. В. Войтов (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2017. – С. 94–97.

13. Флейшер, В. Л. Новые азотсодержащие производные смоляных кислот канифоли в технологии бумаги и картона / В. Л. Флейшер, М. В. Андрюхова, Н. И. Богданович // Проблемы механики целлюлозно-бумажных материалов: материалы IV Международ. науч.-техн. конф., посвященной памяти проф. В. И. Комарова, Архангельск, 14–16 сентября 2017 г. / Сев. (Арктич.) федер. ун-т им. М. В. Ломоносова; сост. Я. В. Казаков. – Архангельск: САФУ, 2017. – 294–297.

14. Изучение стабильности гидрофобности и прочности опытно-промышленных партий бумаги и картона / Н. В. Черная, В. Л. Флейшер, Е. П. Шишаков, М. В. Андрюхова, О. А. Мисюров // Химия и химическая технология переработки растительного сырья: материалы Международ. науч.-техн. конф., Минск, 10–12 октября 2018 г. / БГТУ; редкол. И. В. Войтов (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2018. – С. 160–166.

## Тезисы докладов

15. Получение амидов фумаровой кислоты как химических добавок в технологии бумаги и картона / М. В. Андрюхова, В. Л. Флейшер, Т. В. Чернышева, С. А. Гордейко // Технология органических веществ: тезисы докладов 76-й науч.-техн. конф. профес.-препод. состава, науч. сотрудников и аспирантов, Минск, 13–20 февраля 2012 г. / БГТУ, редкол.: И. М. Жарский (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2012. – С. 3.

16. Андрюхова, М. В. Синтез и свойства азотсодержащих полимеров на основе смоляных кислот канифоли / М. В. Андрюхова, В. Л. Флейшер, // Технология органических веществ: тезисы докладов 80-й науч.-техн. конф. профес.-препод. состава, научных сотрудников и аспирантов, Минск, 1–12 февраля 2016 г. / БГТУ; редкол.: И. М. Жарский (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2016. – С. 16.

17. Андрюхова, М. В. Влияние содержания смоляных кислот на молекулярную массу полимера на основе янтарной кислоты, диэтилентриамин и аминоксидов смоляных кислот / М. В. Андрюхова, В. Л. Флейшер, // Технология органич. в-в: тезисы докладов 81-й науч.-техн. конф. проф.-препод. состава, науч. сотрудников и аспирантов, Минск, 1–12 февраля 2017 г. / БГТУ; редкол.: И. В. Войтов (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2017. – С. 18.

18. Флейшер, В. Л. Применение полимера на основе аминоксидов канифоли для проклейки и упрочнения бумаги / В. Л. Флейшер, М. В. Андрюхова // Технология органических веществ: тезисы докладов 82-й науч.-техн. конф. проф.-препод. состава, научных сотрудников и аспирантов, Минск, 1–14 февраля 2018 г. / БГТУ; редкол.: И. В. Войтов [и др.]. – Минск, 2018. – С. 22.

19. Исследование процесса флокуляции волокнистых суспензий при производстве санитарно-гигиенической бумаги в условиях ИП «Мюникс» ООО / А. А. Казакевич, Н. В. Черная, В. Л. Флейшер, М. В. Андрюхова // Технология органических веществ: тезисы докладов 83-й науч.-техн. конф. профес.-препод. состава, научных сотрудников и аспирантов, Минск, 4–15 февраля 2019 г. / БГТУ; редкол.: И. В. Войтов (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2019. – С. 16–17.

20. Оценка упрочняющего действия полиамидной смолы в технологии клееных видов бумаги из макулатурного сырья / Н. В. Черная, В. Л. Флейшер, М. В. Андрюхова, П. А. Липницкий, Я. А. Афанасенко // Технология органических веществ: тезисы докладов 83-й науч.-техн. конф. профес.-препод. состава, научных сотрудников и аспирантов, Минск, 4–14 февраля 2019 г. / БГТУ; редкол.: И. В. Войтов (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2019. – С. 24.

## Патенты

21. Способ получения полиамидной смолы: пат. ВУ 21140 / В. Л. Флейшер, Н. В. Черная, Е. П. Шишаков, Д. С. Макарова, М. В. Андрюхова, С. А. Гордейко. – Оpubл. 30.06.2017.

## РЕЗЮМЕ

Андрюхова Марина Валерьевна

«Упрочнение и гидрофобизация бумаги и картона полиамидной смолой на основе аминоксидов смоляных кислот канифоли»

**Ключевые слова:** синтез, канифоль, смоляные кислоты, модифицирование, аминоксиды, технология, бумага, картон, прочность, гидрофобность.

**Цель исследования** – разработать технологию получения полиамидной смолы с упрочняющим и гидрофобизирующими свойствами на основе аминоксидов смоляных кислот канифоли и применения ее при изготовлении клееных видов бумаги и картона.

**Методы исследования:** высокоэффективная жидкостная хроматография, ИК-спектроскопия, термогравиметрический метод анализа, метод потенциометрического титрования.

**Полученные результаты и их новизна.** Разработана новая технология получения полиамидной смолы с одновременными упрочняющим и гидрофобизирующими свойствами, заключающаяся в двухстадийной поликонденсации в расплаве модифицированных диэтилентриамином смоляных кислот талловой канифоли (аминоксидов) с диэтилентриамином и адипиновой кислотой при мольном соотношении талловая канифоль : диэтилентриамин : адипиновая кислота, равном 1 : 8 : 8. Установленные закономерности влияния полученной полиамидной смолы на прочность и гидрофобность бумаги и картона в зависимости от основных технологических факторов позволили выбрать необходимый расход ((0,1±0,03)% от а. с. в.) и последовательность введения полиамидной смолы и проклеивающего вещества на основе димеров алкилкетенов (полиамидная смола, затем проклеивающее вещество) в бумажную массу для одновременного повышения прочности (до 8%) и гидрофобности (до 15%) бумаги и картона при снижении расхода эмульсии на основе димеров алкилкетенов на 10–15% и замене традиционно применяемых упрочняющих веществ.

**Рекомендации по использованию и область применения.** Разработанная технология применения полиамидной смолы (товарный продукт «ПроХим DUO»), заключающаяся в замене ею катионного крахмала, испытана в филиале «Добрушская бумажная фабрика «Герой труда» Управляющая компания холдинга ОАО «Белорусские обои» при производстве бумаги для гофрирования марки Б-2, картона для плоских слоев гофрированного картона марки КПСБ (топ-лайнер) и бумаги для обоев марки F. Полиамидная смола вводится в технологический поток в виде товарного продукта и способна заменить традиционно применяемые для упрочнения в сухом состоянии импортные химические вещества и повысить при этом прочность и гидрофобность бумаги и картона при сокращении расхода проклеивающего вещества.

## РЭЗІЮМЭ

Андрухова Марына Валер'еўна

«Умацаванне і гідрафабізацыя паперы і кардону поліаміднай смалой на аснове амінаамідаў смалістых кіслот каніфолі»

**Ключавыя словы:** сінтэз, каніфоль, смалістыя кіслоты, мадыфікаванне, амінааміды, тэхналогія, папера, кардон, трываласць, гідрафобнасць.

**Мэта даследавання** – распрацаваць тэхналогію атрымання поліаміднай смалы на аснове амінаамідаў смалістых кіслот каніфолі, якая праяўляе ўласцівасці ўмацоўваць і гідрафабізаваць, і прымянення яе пры вырабе клееных відаў паперы і кардону.

**Метады даследавання:** высокаэфектыўная вадкасная храматаграфія, ІЧ-спектраскапія, тэрмагравіметрычны метады аналізу, метады патэнцыяметрычнага тытравання.

**Атрыманыя вынікі і іх навізна.** Распрацавана новая тэхналогія атрымання поліаміднай смалы, якая адначасова можа ўмацоўваць і гідрафабізаваць паперу і кардон. Працэс заключаецца ў двухстадыйнай полікандэнсацыі ў расплаве мадыфікаваных дыэтылентрыамінам смалістых кіслот талавай каніфолі (амінаамідаў) з дыэтылентрыамінам і адзіпнавай кіслотой пры мольных суадносінах талавая каніфоль : дыэтылентрыамін : адзіпнавая кіслата, роўных 1: 8: 8 . Устаноўленыя заканамернасці ўплыву поліаміднай смалы на трываласць і гідрафобнасць паперы і кардону ў залежнасці ад асноўных тэхналагічных фактараў дазволілі выбраць неабходны расход ((0,1±0,03)% ад а. с. р.) і паслядоўнасць ўвядзення поліаміднай смалы і рэчыва для праклейвання на аснове дымераў алкілкетэна (спачатку поліамідная смала, затым рэчыва для праклейвання) у папяровую масу для адначасовага павышэння трываласці (да 8%) і гідрафобнасці (да 15%) паперы і кардону пры зніжэнні расходу эмульсіі на аснове дымераў алкілкетэна на 10–15% і замене рэчываў, якія традыцыйна выкарыстоўваюцца для ўмацавання.

**Рэкамендацыі па выкарыстанні і вобласць прымянення.** Распрацаваная тэхналогія прымянення поліаміднай смалы (таварны прадукт «ПроХим DUO»), якая заключаецца ў замене ёю катыённага крухмалу, выпрабавана ў філіяле «Добрушская папяровая фабрыка «Герой труда» Кіруючая кампанія холдынгу ТАА «Беларускія шпалеры» пры вытворчасці паперы для гафрыравання маркі Б-2, кардону для плоскіх слаёў гафрыраванага кардону маркі КПСБ (топ-лайнэр) і паперы для шпалер маркі F. Поліамідная смала ўводзіцца ў тэхналагічны паток у выглядзе таварнага прадукта, здольна замяніць імпортныя хімічныя рэчывы, якія традыцыйна прымяняюцца для ўмацавання ў сухом стане, і павялічвае пры гэтым трываласць і гідрафобнасць паперы і кардону пры памяншэнні расходу рэчыва для праклейвання.

## SUMMARY

Andrukhova Maryna

“Hardening and hydrophobization of paper and cardboard by polyamide resin based on rosin aminoamide resin acids”

**Key words:** synthesis, rosin, resin acids, modification, aminoamides, technology, paper, cardboard, strength, hydrophobicity.

**The purpose of the study** is to develop a technology for producing the polyamide resin with hardening and hydrophobizing properties based on rosin resin aminoamides and its application in the manufacture of glued paper and cardboard types.

**Research methods:** high performance liquid chromatography, IR spectroscopy, thermogravimetric analysis, potentiometric titration method.

**The results obtained and their novelty.** A new technology for producing the polyamide resin with simultaneous both hardening and hydrophobizing properties has been developed. It includes two-stage polycondensation in the melt of tall oil rosin (aminoamides) modified with diethylenetriamine, and diethylenetriamine, and adipic acid with a molar ratio of tall oil rosin : diethylenetriamine : adipic acid is 1 : 8 : 8. The patterns of the obtained polyamide resin effect on the strength and hydrophobicity of paper and cardboard, depending on the main technological factors, were established. It made possible to choose the required flow rate ( $(0.1 \pm 0.03)\%$  of c. d. s.) and the sequence of provision of polyamide resin and sizing agent based on alkyl ketene dimers (firstly the polyamide resin, then the sizing agent) into the paper pulp for simultaneous increasing the strength (up to 8%) and hydrophobicity (up to 15%) of paper and paperboard. This reduces the emulsion consumption based on alkyl ketene dimers by 10–15% and is replaced the traditionally used reinforcing substances.

**Recommendations for use and scope.** The developed technology for the use of polyamide resin (a commercial product of ProChem DUO) which is in replacing cationic starch with it was tested in the conditions of the branch “Dobrush paper factory “Geroy truda” JSC Managing company of holding “Belorusskiye oboi”, subordinated to the concern “Bellebumprom”, for the production of B-2 corrugated paper, cardboard for corrugated cardboard flat layers of KPSB brand (top-liner) and paper for brand F wallpaper. Polyamide resin is introduced into the process stream as a commercial product and is able to replace the traditionally used imported chemicals for hardening paper and cardboard in a dry state. This increases the strength and hydrophobicity of paper and cardboard and decreases the consumption of sizing agent.



Научное издание

**АНДРЮХОВА** Марина Валерьевна

**УПРОЧНЕНИЕ И ГИДРОФОБИЗАЦИЯ БУМАГИ И КАРТОНА  
ПОЛИАМИДНОЙ СМОЛОЙ НА ОСНОВЕ АМИНОАМИДОВ  
СМОЛЯНЫХ КИСЛОТ КАНИФОЛИ**

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

по специальности 05.21.03 – технология и оборудование  
химической переработки биомассы дерева; химия древесины

Ответственный за выпуск *М. В. Андрюхова*

Подписано в печать 16.03.2020. Формат 60×84 1/16.  
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать ризографическая.  
Усл. печ. л. 1,5. Уч.-изд. л. 1,0.  
Тираж 60 экз. Заказ

Издатель и полиграфическое исполнение:  
УО «Белорусский государственный технологический университет».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/227 от 20.03.2014.  
Ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск.