

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 676.026.723.04

ГОРЖАНОВ
Вадим Валерьевич

**ПОВЕРХНОСТНАЯ ПРОКЛЕЙКА БУМАГИ
ДЛЯ ОФСЕТНОЙ ПЕЧАТИ
КОМБИНИРОВАННЫМИ СОСТАВАМИ
НА ОСНОВЕ КРАХМАЛА**

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

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

Минск 2010

Работа выполнена в учреждении образования «Белорусский государственный технологический университет»

Научный руководитель

Соловьёва Тамара Владимировна, доктор технических наук, профессор кафедры химической переработки древесины учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»

Официальные оппоненты:

Колесников Виталий Леонидович, доктор технических наук, профессор кафедры информационных систем и технологий учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»;

Грошев Иван Михайлович, кандидат технических наук, доцент, заведующий центральной лабораторией ОАО «Витебскдрев»

Оппонирующая организация

Институт физико-органической химии
НАН Беларуси

Защита состоится 28 декабря 2010 г. в 10.00 часов 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.: (017)-227-63-54, факс: (017)-227-62-17,

e-mail: root@bstu.unibel.by

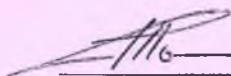
С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»

Автореферат разослан 27 ноября 2010 г.

Ученый секретарь

Совета по защите диссертаций

кандидат технических наук, доцент



Толкач О.Я.

ВВЕДЕНИЕ

Среди различных способов печати особое место занимает офсетный способ, который в настоящее время является одним из наиболее распространенных при многотиражном печатании книг, журналов, репродукций и пр. Его широкое распространение обусловлено возможностью использования передовых технологий в печати с обеспечением сравнительно низкой стоимости изготовления продукции. Бумага, используемая для офсетной печати, должна отвечать ряду повышенных требований, что связано с особенностями нанесения печати этим способом: она должна иметь прочную поверхность, строго регламентированную деформацию при увлажнении, высокие показатели гладкости и механической прочности. Недостаточное обеспечение требуемого уровня хотя бы одного из этих свойств приводит к ухудшению качества оттиска и вызывает затруднения в процессе печати.

В то же время, выпускаемая отечественная бумага для офсетной печати обладает сравнительно низкими значениями показателей разрушающего усилия, оптической плотности оттиска, стойкостью поверхности к выщипыванию и значительной линейной деформацией под действием влаги, что обуславливает необходимость ее импортирования. Известно, что одним из наиболее эффективных приемов для повышения качества бумаги является ее поверхностная проклейка.

Обзор литературы по составам, применяемым в этих целях показал, что наиболее востребованным их компонентом является крахмал, используемый в модифицированном виде, так как нативный крахмал обладает существенными недостатками: высокой вязкостью и термодинамической неустойчивостью. Однако, производство отечественных модифицированных крахмалов, предназначенных для бумажного производства, отсутствует, и предприятия вынуждены использовать дорогостоящий импортируемый окисленный крахмал.

В проведенных исследованиях модифицирование крахмала осуществлено ферментом, способным расщеплять 1-4 альфа глюкозидные связи, которое обеспечивало варьируемое снижение вязкости до уровня, необходимого для их нанесения в клеильном прессе бумагоделательной машины (БДМ). За счет своей простоты и эффективности этот способ модифицирования позволил без дополнительных затрат на имеющемся на предприятии оборудовании получить дисперсии с требуемой вязкостью

Однако, использование для поверхностной проклейки бумаги одного крахмала (в виде дисперсии) позволило лишь частично улучшить ее эксплуатационные свойства, что обусловлено его гидрофильной природой и сравнительно невысокой пленкообразующей способностью. Исследования показали, что этот недостаток можно устранить дополнительным введением синтетических полимеров в крахмальную дисперсию, таких как димеры алкилкетена, выполняющие функцию гид-

1110 ар

рофобизирующей добавки и поливиниловый спирт с полиамидаминоэпихлоргидриновой смолой, обладающие высокой пленкообразующей способностью.

Поверхностная проклейка такими составами обеспечила требуемые показатели качества бумаги для офсетной печати – высокую стойкость поверхности к выщипыванию, низкую деформацию при увлажнении, высокие показатели гладкости, механической прочности и красковосприятля.

Разработанные технологии модифицирования крахмала ферментами с получением его дисперсий, приготовление комбинированных составов и их применение для поверхностной проклейки бумаги, внедрены на УП «Бумажная фабрика» Гознака с получением фактического экономического эффекта в размере 374,9 млн. бел. руб. при выпуске 6435 т бумаги для офсетной печати.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с крупными научными программами и темами. Диссертационная работа, выполненная в учреждении образования «Белорусский государственный технологический университет», содержит результаты исследований, включенных в научные планы организации и утвержденные Министерством образования Республики Беларусь от 02.03.2006 г., 02.03.2007 г., 03.03.2008 г. Она соответствует приоритетному направлению прикладных научных исследований Республики Беларусь на 2006–2010 гг. «Новые ресурсосберегающие и биосферносовместимые технологии и материалы» (п. 8.5 Постановления Совета Министров Республики Беларусь от 17.05.2005 г. № 512).

Работа выполнена на кафедре химической переработки древесины и производственном унитарном предприятии «Бумажная фабрика» Департамента государственных знаков Министерства Финансов Республики Беларусь (ПУП «Бумажная фабрика» Гознака) в рамках следующих программ и тем:

– Государственной научно-технической программы, утвержденной Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 04.01.2006 г. № 5 «Разработка и внедрение наукоемких систем защиты от подделки бланков ценных бумаг и документов» (ГНТП «Защита документов»), задание 3-3 «Разработать и внедрить технологию производства бумаги документной на комбинированной БДМ» (БС 26-075, № гос. регистрации 20064125, 09.06.2006–31.12.2008.);

– Государственной научно-технической программы, утвержденной Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 24.05.2006 г. № 119 «Разработка методов ресурсоэффективной модернизации межотраслевых промышленных технологий и использование местных, в том числе вторичных материально-сырьевых ресурсов» (ГНТП «Ресурсосбережение-2010»), задание 4.01 «Разработать и внедрить ресурсосберегающую технологию производства бумаги для печати» (БС 26-076, № гос. регистрации 20064124, 26.06.2006–31.12.2008.);

– хоздоговорной темы «Разработка составов для модификации потребительских свойств бумаги для печати» (ХД 24-004, № гос. регистрации 20041669, 02.01.2004–31.12.2005.).

– хоздоговорной темы «Разработка составов для обеспечения специальных свойств бумаги для печати» (ХД 26-005, № гос. регистрации 2006364, 27.12.2005–31.12.2008.).

Научным руководителем заданий вышеназванных программ и тем являлась от БГТУ д.т.н., проф. Соловьева Т. В. Научное и техническое руководство работами, связанными с получением бумаги для печати от ПУП «Бумажная фабрика» Гознака осуществлял к.т.н., генеральный директор Темрук В. И.

Цель и задачи исследования.

Цель диссертационной работы – научное обоснование и разработка технологии поверхностной проклейки бумаги для офсетной печати на основе использования ферментированного крахмала и синтетических полимеров с целью улучшения ее физико-механических, сорбционных и печатных свойств.

Достижение поставленной цели потребовало решения следующих задач:

– изучить влияние ферментных препаратов на молекулярную массу крахмала и реологические характеристики его дисперсий;

– разработать технологию модифицирования крахмала ферментами, позволяющую использовать его дисперсии в качестве составов для поверхностной проклейки бумаги;

– обосновать и разработать способы повышения физико-механических и печатных свойств бумаги для офсетной печати за счет использования гидрофобизирующего полимера в составах для поверхностной проклейки на основе ферментированного крахмала;

– обосновать и разработать способы повышения физико-механических и печатных свойств бумаги для офсетной печати за счет использования пленкообразующего полимера совместно с сшивающим агентом в составах для поверхностной проклейки на основе ферментированного крахмала;

– провести промышленную апробацию разработанных технологий с целью рекомендации их к практическому применению.

Объектами исследований являлись: картофельный крахмал - нативный и модифицированный ферментами, дисперсии на его основе в комбинации с димерами алкилкетена, поливиниловым спиртом, полиамидаминоэпихлоргидриновой смолой; бумага для офсетной печати.

Предметом исследований являлась технология получения бумаги для офсетной печати

Выбор объекта исследования обусловлен необходимостью решения научной и технической проблемы по улучшению качества бумаги для офсетной печати под действием поверхностной проклейки комбинированными составами.

Положения, выносимые на защиту.

На защиту выносятся следующие положения:

- технология модифицирования крахмала, позволяющая использовать его дисперсии в качестве составов для поверхностной проклейки бумаги для офсетной с целью улучшения ее физико-механических свойств;

- повышение гидрофобности и сродство поверхности бумаги к печатной краске за счет использования димеров алкилкетена в составах для поверхностной проклейки на основе ферментированного крахмала;

- повышение пленкообразующих свойств составов для поверхностной проклейки с получением сомкнутого, стойкого к выщипыванию покрытия, хорошо воспринимающего печатные краски за счет использования поливинилового спирта совместно с полиамидаминоэпихлоргидриновой смолой в составах для поверхностной проклейки на основе ферментированного крахмала;

- разработанная и внедренная технология поверхностной проклейки комбинированными составами на основе ферментированного крахмала и ее применение при производстве бумаги для офсетной печати с повышенными физико-механическими (разрушающее усилие и прочность на излом) и печатными (линейная деформация, стойкость выщипывания и красковосприимчивость) свойствами.

Личный вклад соискателя.

Соискатель провел анализ патентной и научной литературы по теме диссертации, принимал непосредственное участие в формулировании цели и задач исследований, в получении, обработке, интерпретации экспериментальных данных, в подготовке публикаций. Активно участвовал в промышленной апробации и внедрении результатов диссертационной работы. В соавторстве получены патенты № 10650 от 12.09.2005 г. «Состав для поверхностной проклейки бумаги для печати» и № 13946 от 27.09.2010 г. «Бумага для печати с поверхностной проклейкой».

Апробация результатов диссертации.

Основные положения работы докладывались на международных научно-технических конференциях: 7-ой Международной научно-технической конференции «Энерго- и материалосберегающие экологически чистые технологии» (г. Гродно, 27–28 сентября 2007 г.), «Ключевые аспекты научной деятельности – 2007» (г. Днепропетровск, 1–15 апреля 2007 г.), а также ежегодных научно-технических конференциях профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов БГТУ в 2006–2009 гг.

Опубликованность результатов диссертации.

По вопросам, относящимся к теме диссертации, опубликовано 13 печатных работ (4,27 авт. лист.), в том числе 9 в рецензируемых научных журналах, рекомендуемых ВАК (3,83 авт. листа), 2 материалов международных научных конференций (0,24 авт. листа), получено 2 патента Республики Беларусь (0,20 авт. листа).

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из перечня условных

обозначений, введения, общей характеристики работы, 6 глав, заключения, библиографического списка и приложений. Содержание работы изложено на 162 стр. машинописного текста. Работа содержит 31 рисунок (19 стр.), 23 таблицы (10 стр.), 202 использованных источника (16 стр.) и 7 приложений (26 стр.).

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ

Первая глава посвящена аналитическому обзору литературы по теме диссертации. Литературные сведения о характере процессов, происходящих в бумаге в процессе офсетной печати и анализа предъявляемых к ней требований, позволили констатировать, что такая бумага должна обладать повышенными прочностными свойствами, характеризующимися показателями разрушающего усилия и прочности на излом, печатными – сопротивлением к выщипыванию, гладкостью и красковосприимчивостью, а также иметь незначительную деформацию при увлажнении.

Рассмотрение опубликованных современных способов для улучшения качества бумаги позволило сделать выбор эффективного способа его повышения применительно к бумаге для офсетной печати – поверхностную проклейку. Анализ полимеров, применяемых для поверхностной проклейки показал, что наиболее востребованным их компонентом, повышающим физико-механические свойства бумаги, является модифицированный крахмал. Необходимость модифицирования обусловлена наличием двух ярко выраженных недостатков, ограничивающих его применение: сравнительно высокая вязкость при очень низкой концентрации и термодинамическую неустойчивость. Анализ научно-технической литературы по способам модифицирования крахмала позволил сделать выбор модификатора крахмала – ферментного препарата, применение которого дает возможность легко контролировать процесс и в широком диапазоне изменять свойства дисперсий крахмала. Однако поверхностной проклейкой одним крахмалом не удастся достичь всего комплекса свойств, необходимых для получения качественного изображения при офсетной печати. Это связано с гидрофильной природой крахмала и невысокими пленкообразующими способностями его дисперсий. На основании литературных данных по повышению качества бумаги поверхностной проклейкой принято решение об использовании в составах синтетических полимеров – гидрофобизирующего и с повышенной пленкообразующей способностью совместно со сшивающим агентом.

В результате выполненного анализа литературных и патентных источников сформулированы цель и задачи диссертационного исследования.

Во второй главе описаны объекты и методы проведения исследований, приведены технические характеристики применяемых материалов и химикатов, представлены данные об используемом оборудовании и лабораторных установках, описаны методики выполнения анализов и проведения эксперимента.

В качестве основы составов для поверхностной проклейки использовали природный картофельный крахмал, произведенный предприятиями Республики Беларусь. Для модифицирования крахмала применяли ферментный препарат, представляющий собой альфа-амилазу торговой марки BAN 480 L (Novozimes, Швеция). Модифицирование крахмала проводили по разработанному температурному режиму, типичному для крахмалов горячего приготовления с учетом температуры наибольшей активности 65-70°C и инактивации - выше 90°C фермента.

Молекулярную массу крахмала и ее изменение под действием ферментного препарата определяли химическим методом, основанным на определении редуцирующей способности концевых групп его полисахаридов. Дисперсии природных и модифицированных крахмалов с различной молекулярной массой исследовали при помощи метода ротационной вискозиметрии на кафедре высокомолекулярных соединений Белорусского государственного университета.

При исследовании химических взаимодействий в составе с использованием поливинилового спирта и полиамидаминоэпихлоргидриновой смолы применяли методы комплексного термического анализа и инфракрасной спектроскопии.

Для определения показателей качества бумаги, полученной в лабораторных и промышленных условиях, применяли стандартные методики определения физико-механических и печатных свойств, а также методику, основанную на оценке качества печатного оттиска. Для этого совместно с аспирантом кафедры полиграфических производств УО «БГТУ» Новосельской О. А. и УП «Бумажная фабрика» Гознака была разработана специальная печатная форма с тестовой шкалой, позволяющая определить показатели оптической плотности оттиска, воспроизведения шрифтов, разрешающей способности бумаги.

Для нахождения параметров модифицирования крахмала и определения необходимого содержания синтетических полимеров в составах были проведены исследования по их оптимизации с использованием статистической обработки полученных экспериментальных данных.

В третьей главе представлены результаты исследований по изменению свойств крахмала и его дисперсий в процессе модифицирования ферментными препаратами.

Основной задачей такого модифицирования крахмала было получение дисперсий с характеристиками, необходимыми для их использования в качестве состава для поверхностной проклейки бумаги в клейильном прессе бумагоделательной машины. О достижении такого уровня свидетельствовали данные исследований их реологических свойств и показатели качества бумаги.

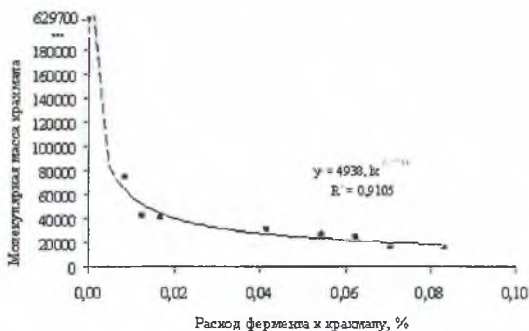


Рисунок 1 - Изменение молекулярной массы крахмала под действием фермента

Из рисунка 1 видно, что обработка ферментом крахмальной дисперсии сопровождается уменьшением его молекулярной массы вплоть до значений 15000-25000, при исходной величине 629700. В результате этого значительно изменяются и реологические характеристики его дисперсий, которые определяли методом ротационной вискозиметрии на приборе Реотест RV-2. По данным измерений были построены зависимости скорости сдвига от напряжения сдвига (кривые течения) для дисперсий крахмала в немодифицированном и модифицированном виде. Характер полученных зависимостей позволил отнести дисперсии крахмала к структурированным жидкостям с псевдопластическим режимом течения. В процессе модифицирования происходит уменьшение структурирования, которое оценивали по изменению индекса течения, представляющего собой степень, в которую возводится переменная в уравнении, описывающим кривые течения. На рисунке 2 приведена зависимость значений индекса течения дисперсий крахмала от его ММ при различных температурах.

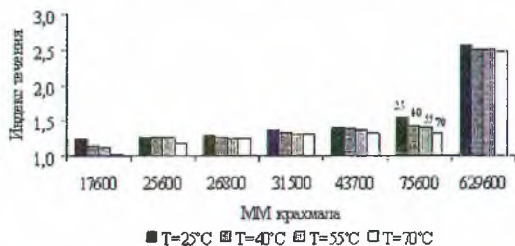
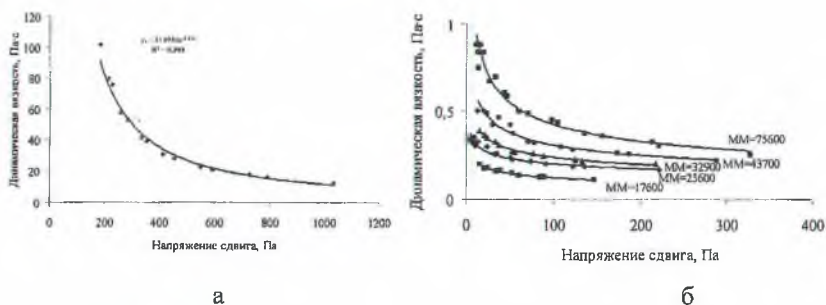


Рисунок 2 - Зависимость индекса течения дисперсий крахмала при различной температуре от его ММ

Из рисунка 2 видно, что в результате модифицирования произошло значительное уменьшение индекса течения дисперсий со значений 2,5-2,6 до 1,1-1,5, что указало на уменьшение структурирования. При таких значениях индекса течения дисперсии крахмала при остывании не будут образовывать студень, сохраняя текучесть. В результате нормализуется работа перекачивающего оборудования и не потребуется дополнительного расхода энергии на подогрев в процессе хранения.

Основное действие ферментного препарата как модифицирующего агента основано на изменении молекулярной массы крахмала. Влияние расхода фермента на ММ крахмала (концентрацией 6%) представлено на рисунке 1.

Снижение ММ крахмала привело и к уменьшению динамической вязкости его дисперсий. На рисунке 3 представлены зависимости динамической вязкости дисперсий крахмала от прилагаемого напряжения сдвига при рабочей температуре состава - 55°С.



а – для немодифицированного крахмала; б – для модифицированного крахмала

Рисунок 3 – Зависимость динамической вязкости дисперсий крахмала с различной ММ от напряжения сдвига

Из рисунка 3 видно, что обработка дисперсии крахмала ферментом привела к уменьшению ее динамической вязкости: кривые располагаются существенно ниже, чем для дисперсий немодифицированного крахмала. Для обеспечения постоянных условий нанесения составов при изменении скорости БДМ, дисперсии должны иметь практически постоянные значения вязкости не зависимо от скорости (напряжения) сдвига. Таким свойством обладали дисперсии крахмала с ММ до 43700, динамическая вязкость которых не превышала 0,50 Па·с. Полученные дисперсии были использованы в качестве составов для поверхностной проклейки бумаги, исследование свойств которой позволило установить значения ММ крахмала, при которых достигалось наилучшее их сочетание. В таблице 1 представлены характеристики дисперсии и свойства бумаги с найденными оптимальными значениями молекулярной массы крахмала.

Таблица 1 – Характеристики дисперсии и свойства бумаги с найденными оптимальными значениями молекулярной массы крахмала.

Наименование показателя	Характеристика дисперсии крахмала при температуре 55°С и значения показателей качества бумаги
1	2
Характеристики дисперсии	
ММ крахмала в дисперсии	25600
Расход фермента, %	0,0625

Продолжение таблицы 1

1	2
Динамическая вязкость при скоростях сдвига 27 с^{-1} - 1312 с^{-1} , Па·с	0,2-0,4
Индекс течения	1,25-1,30
Привес крахмала после нанесения его дисперсии на бумагу, г/м ²	2,6
Показатели качества бумаги	
Усилие при разрыве, Н	69
Прочность на излом при многократных перегибах, ч.д.п.	190
Впитываемость при одностороннем смачивании, г/м ²	19,5
Гладкость, с	46
Воздухопроницаемость, мл/мин	310
Прочность поверхности бумаги к выщипыванию по Деннису, № теста	14

Из таблицы 1 видно, что наилучшее сочетание свойств бумаги обеспечивает дисперсия крахмала со значением молекулярной массы 25600. Для достижения такого значения требуется расход фермента – 0,0625%. При этом дисперсия обладает незначительными колебаниями вязкости и низкими значениями индекса течения, что обеспечивает сохранение текучести в процессе хранения.

Полученные данные позволили рекомендовать для промышленных испытаний и дальнейших исследований концентрацию крахмала 6%, расход фермента – 0,0625%.

Четвертая глава посвящена разработке комбинированного состава для поверхностной проклейки бумаги на основе модифицированного крахмала и гидрофобизирующих полимеров - сополимер стирола с малеиновым ангидридом, димеры алкилкетена, сополимер бутадиена со стиролом и сополимер стирола с акрилатом.

В результате проведенных лабораторных исследований по влиянию вида и расхода гидрофобизирующего полимера на свойства бумаги было определено, что наилучшими показателями обладает бумага с димерами алкилкетена в составах для поверхностной проклейки. Использование такого полимера обеспечило значение оптической плотности оттиска – 1,23-1,43 Б и стойкость поверхности на уровне 18-23 №№ теста по Деннису при одновременном снижении впитываемости при одностороннем смачивании до 24-16 г/м².

Показатели качества полученной бумаги с поверхностной проклейкой представлены в таблице 2. Они подтверждают позитивное влияние добавки на ее печатные свойства.

Таблица 2 – Свойства бумаги, изготовленной с поверхностной проклейкой составами, содержащими разное количество димеров алкилкетена

Наименование показателей	Значения показателей бумаги при содержании в составе для поверхностной димеров алкилкетена, %				
	0	1,5	3,0	4,5	6,0
Привес, г/м ²	1,34	1,32	1,32	1,36	1,28
Разрушающее усилие, Н - в машинном направлении	46	52	58	58	54
Белизна, %	96-98	96-98	96-98	96-98	96-98
Гладкость, с	48	54	58	58	56
Впитываемость при одностороннем смачивании (Кобб ₃₀), г/м ²	26	24	21	18	16
Сопротивление излому, ч.д.п. - в машинном направлении	80	90	120	120	100
Зольность, %	12,3	12,6	12,8	12,6	12,3
Сопротивление поверхности к выщипыванию по Деннисону, № теста	16	18	20	23	23
Линейная деформация бумаги, %	3,2	2,7	2,4	2,0	1,6
Влажность, %	4,2	4,0	4,2	4,2	4,1
Оптическая плотность оттиска, Б	1,16	1,23	1,28	1,48	1,43

Оптимальный расход димеров алкилкетена в составе на основе ферментированного крахмала для поверхностной проклейки бумаги – 4,5%. Этот расход был рекомендован для промышленных испытаний (акт промышленных испытаний приведен в приложении). Однако для того, чтобы выработанная бумага была признана удовлетворяющей требованиям офсетной печати, она должна обладать высокими разрешающей способностью и воспроизведением шрифтов, чего невозможно получить использованием димеров алкилкетена. Это потребовало продолжения исследований.

Пятая глава посвящена разработке комбинированного состава на основе ферментированного крахмала с включением в него поливинилового спирта (ПВС), обладающего высокой пленкообразующей способностью и полиамидаминоэпихлоргидриновой смолы (ПААС) для снижения растворимости покрытий.

О достижении сшивающего действия ПААС на ПВС в рассматриваемой системе свидетельствуют данные комплексного термического анализа – произошло смещение пиков термоокислительной деструкции в область более высоких температур. Характерные изменения в ИК-спектрах: отсутствие в спектре составов полосы при 618 см⁻¹, отнесенная нами в спектре смолы к колебаниям связи С-Cl, и изменение характера поглощения в интервале 1000-1050 см⁻¹, позволяет объяснить это возможным образованием простых эфирных связей. С крахмалом активного взаимодействия не наблюдалось. Это дало возможность рассчитывать необходимое количество смолы только по отношению к ПВС. При этом расчеты выполняли на основе определения энергии активации вязкого течения раствора по данным, основанным на реологических характеристиках, определенных при помощи прибора Рео-

тест-RV2. Диапазон температур для расчета энергии активации соответствовал ра-

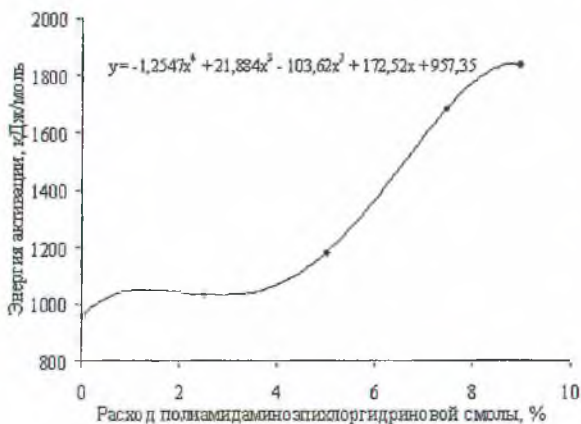


Рисунок 4 – Зависимость энергии активации от расхода ПААС при скорости сдвига $16,2 \text{ c}^{-1}$

бочему диапазону применения составов для поверхностной проклейки - $40-70^\circ\text{C}$, при определенной ранее скорости сдвига - $16,2 \text{ c}^{-1}$. Зависимость энергии активации вязкого течения от температуры представлена на рисунке 5.

Из рисунка 5 видно, что наиболее интенсивное увеличение энергии активации вязкого течения, указывающее на взаимодействие между

компонентами, происходит при расходе сшивающего агента выше 5%. Однако, интенсивный рост энергии активации при постоянной скорости сдвига говорит об образовании большого количества межмолекулярных связей, повышающих прочность соединения сегментов макромолекул между собой и приводящих к росту вязкости состава. Поэтому расход 5% можно считать достаточным для обеспечения как процесса сшивки, так и минимальной вязкости состава.

Сшивающее действие ПААС приводит к изменению взаимодействия ПВС с

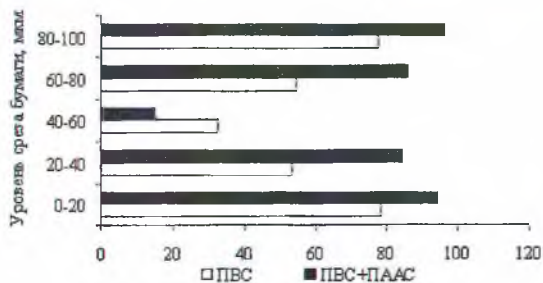


Рисунок 5 – Распределение в z-направлении бумаги поливинилового спирта с полиамидаминоэпихлоргидриновой смолой и без нее

бумагой, что свидетельствует об повышении пленкообразующей способности такого состава.

взаимодействия ПВС с бумагой. На рисунке 5 показано распределение поливинилового спирта со смолой и без нее в z-направлении бумаги.

Как видно из рисунка 5, добавление ПААС приводит к накоплению ПВС в приповерхностных слоях и уменьшению его проникновения вглубь бумаги,

Использование в качестве состава одного ПВС, а также при его высоком содержании в композиции с крахмалом экономически нецелесообразно. Для снижения стоимости состава с его использованием были проведены исследования по определению оптимального содержания ПВС совместно ПААС в составе для проклейки. При этом в качестве основополагающих были приняты данные, представленные в таблице 3.

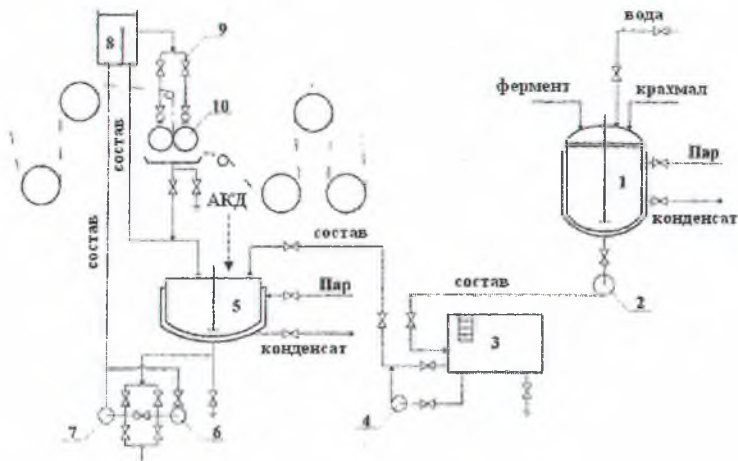
Таблица 3 – Показатели качества бумаги с поверхностной проклейкой

Композиция состава для поверхностной проклейки, %		Показатели качества бумаги				
Модифицированный крахмал	ПВС+ 5% ПААС	Разрывная длина, км	Воздухопроницаемость, мл/мин	Впитываемость при одностороннем смачивании, г/м ²	Скорость выщипывания, м/с	Оптическая плотность от тиска, Б
100	0	3,95	420	28	0,64	0,84
80	20	5,07	240	18	0,98	0,98
60	40	5,75	210	16	1,48	1,36
40	60	6,23	140	16	1,56	1,39
20	80	6,61	120	14	1,64	1,41
0	100	7,76	100	14	1,75	1,45

Содержание 27,4% ПВС в составе обеспечило высокие значения всех показателей качества при сравнительно невысокой его стоимости и было рекомендовано для промышленных испытаний (акт промышленных испытаний приведен в приложении).

В шестой главе представлены результаты промышленных испытаний и опытных выработок бумаги для офсетной печати товарно-транспортных накладных (ТУ РБ 60017868.033-2000) и акцизных марок (ТУ РБ 60017868.032-2000), полученной на УП «Бумажная фабрика» Департамента государственных знаков Министерства финансов Республики Беларусь с использованием разработанных технологий: модифицирования крахмала ферментами с получением его дисперсий, приготовления комбинированных составов и их применения для поверхностной проклейки бумаги. Именно такие виды бумаги отличаются повышенными требованиями к физико-механическим и печатным свойствам.

В ходе промышленных испытаний была проведена адаптация разработанных технологий применительно к имеющемуся на предприятии оборудованию. При получении бумаги в промышленных условиях с использованием ферментированного крахмала концентрация его составляла 6%, расход фермента BAN 480 L – 0,0625% к крахмалу. Характеристики полученной дисперсии при 55°С были следующими: время истечения по ВЗ-4 – 13 с, динамическая вязкость при скоростях сдвига 27 с⁻¹-1312 с⁻¹ – 0,2-0,4 Па·с, ММ ферментированного крахмала =23000. Схема приготовления и использования в составах для поверхностной проклейки модифицированного крахмала на клейном прессе бумагоделательной машине №1 представлена на рисунке 6.



1 – реактор; 2, 4, 6, 7, 12 – насосы; 3 – промежуточный бак; 5 – расходный бак; 8 – бак постоянного уровня; 9 – распределительное устройство; 10 – клейный пресс

Рисунок 6 - Схема приготовления и подачи проклеивающего состава

Результаты промышленных испытаний по применению ферментированного крахмала, а также разработанных комбинированных составов на его основе в промышленных условиях показали их высокую эффективность при получении бумаги для офсетной печати, о чем свидетельствуют данные, представленные в таблице 4, где в качестве контрольного варианта состава показан окисленный крахмал, традиционно используемый в этих целях

Таблица 4 – Свойства бумаги, изготовленной в промышленных условиях с использованием поверхностной проклейки разработанными составами

Наименование показателей	Значения показателей качества бумаги с поверхностной проклейкой составами, содержащими:			
	окисленный крахмал	ферментированный крахмал	ферментированный крахмал + АКД	ферментированный крахмал : ПВС + ПААС
1	2	3	4	5
Привес на 1 м ² бумаги, г	1,36	1,29	1,30	1,27
Зольность, %	12,3	12,4	12,6	12,8
Разрушающее усилие, Н	37-39	53-55	56-58	65-68
Прочность на излом, ч.д.п.	110	140	160	260
Впитываемость при одностороннем смачивании (Кобб ₃₀), г/м ²	20	22	16	18
Гладкость, с	40	38	47	55
Белизна, %	80-82			
Линейная деформация, %	2,6	2,7	2,2	2,2
Оптическая плотность отгиска, Б	1,17	1,17	1,35	1,48
Разрешающая способность, мкм	60	60	56	52

1		2	3	4	5		
Соппротивление поверхности к выщипыванию:							
– м/с		>2,2	>2,2	>2,2	>2,2		
– № теста по Деннису		16	16	20	23		
Воспроизведение шрифта, шт	Гарнитура шрифта	Негатив	Arial	1,6	1,7	1,6	1,2
			Times	1,7	1,9	1,7	1,6
			Script	3,0	3,0	2,7	1,9
	Позитив	Arial	1,1	1,1	0,9	0,9	
		Times	1,1	1,1	0,9	0,9	
		Script	1,9	1,9	1,7	1,5	

Как видно из таблицы 4, использование в качестве состава для поверхностной проклейки одного ферментированного крахмала, взамен окисленного позволило повысить механические показатели бумаги: разрушающее усилие с 37-39 до 53-55 Н, прочности на излом с 110 д.п. до 140 д.п. Печатные свойства бумаги были на уровне, достигаемом по существующей технологии.

Применение АКД в составе для поверхностной проклейки улучшило структурно-механические свойства бумаги: разрушающее усилие возросло с 53-55 до 56-58 Н и прочность на излом - с 140 до 160 д.п. При этом произошло снижение впитываемости воды при одностороннем смачивании с 20 до 16 г/м², увеличение гладкости с 38 до 47 с, уменьшение линейной деформации бумаги с 2,7 до 2,2%, улучшились печатные свойства бумаги.

Использование для поверхностной проклейки состава ферментированный крахмал + ПВС + ПААС привело к еще большему увеличению прочностных характеристик бумаги: разрушающего усилия с 56-58 до 65-68 Н, прочности на излом с 160 до 260 д.п. Произошло значительное повышение оптической плотности оттиска - с 1,35 до 1,48 Б. Это имеет особенно большое значение, так как при этом улучшается восприятие текста и других элементов печатного оттиска на бумаге. Кроме того, использование разработанного состава на основе ферментированного крахмала с ПВС и ПААС привело к уменьшению значений показателей разрешающей способности оттиска с 56 до 52 мкм и воспроизведения шрифтов на 0,2-0,4 шт, а воспроизведения шрифта Script в негативе с 2,7 до 1,9 шт. Этому способствовало и увеличение гладкости бумаги с 47 до 55 с. Такие показатели отвечают всем требованиям, предъявляемым к высококачественной бумаге для офсетной печати.

Разработанные технологии модифицирования крахмала, получения и применения комбинированных составов приняты к внедрению на УП «Бумажная фабрика» Гознака Беларуси, что позволило начать выпуск бумаги для печати улучшенного качества (шифр 01) и заменить импортируемый окисленный крахмал на отечественный ферментированный с получением фактического экономического эффекта за период с 01.02.2008 г по 30.09.2010 г. в размере 374,9 млн. руб.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

Проведенный комплекс теоретических и экспериментальных исследований, апробация и внедрение результатов по модифицированию картофельного крахмала и его применению в составах для поверхностной проклейки бумаги для офсетной печати на УП «Бумажная фабрика» Гознака позволил сделать следующие выводы:

1. Установлены закономерности изменения молекулярной массы крахмала и реологических характеристик его дисперсий в процессе модифицирования ферментными препаратами, заключающиеся в снижении ее величины с 629700 до 15000-25000, уменьшении значений индекса их течения с 2,5-2,6 до 1,2-1,5 и динамической вязкости до 0,1-1,5 Па·с с сохранением псевдопластического режима течения. Достижение этих характеристик позволяет успешно использовать дисперсии крахмала для поверхностной проклейки бумаги [4, 6].

2. Разработана технология модифицирования крахмала, включающая обработку его 6%-ной водной дисперсии ферментным препаратом BAN 480 L, взятым в количестве 0,0625% к крахмалу при 65-75°C на первой стадии и при 85-90°C на второй, что обеспечивает получение дисперсий крахмала с характеристиками, позволяющими использовать их в качестве составов для поверхностной проклейки и получение бумаги с повышенными, по сравнению с окисленным крахмалом, физико-механическими показателями: разрушающего усилия с 37-39 до 53-55 Н, прочности на излом с 110 д.п. до 140 д.п. Сорбционные и печатные свойства бумаги не изменяются по сравнению с бумагой, проклеенной с поверхности окисленным крахмалом [1, 8, 10].

3. Обоснована и разработана технология получения и применения в производстве бумаги для печати комбинированного состава для поверхностной проклейки на основе ферментированного крахмала и дисперсии гидрофобизирующего полимера – димера алкилкетена, взятого в количестве 4,5% к крахмалу. В результате промышленной апробации установлено, что применение такого состава позволяет улучшить физико-механические (снижение линейной деформации с 2,7 до 2,2%), сорбционные (уменьшение впитываемости при одностороннем смачивании с 22 до 16 г/м²) и печатные свойства (повышение оптической плотности оттиска с 1,17 до 1,35 Б и прочности поверхности к выщипыванию с 14/16 до 18/20 № теста по Деннисону) бумаги для офсетной печати. Это позволяет получать качественное изображение при печати, кроме передачи тонких линий и микротекста (разрешающая способность, воспроизведение шрифтов) [2, 3, 7]. На разработанный состав был получен патент Республики Беларусь № 10650 от 21.02.2008 г. «Состав для поверхностной проклейки бумаги для печати» [12].

4. Обоснована и разработана технология получения и применения в производстве бумаги для печати комбинированного состава для поверхностной проклей-

ки на основе ферментированного крахмала содержащего 25-30% к составу поливинилового спирта совместно с полиамидаминоэпихлоргидриновой смолой в количестве 5% от массы поливинилового спирта. В результате промышленных испытаний установлено, что наряду с повышением физико-механических и сорбционных свойств значительно улучшаются печатные свойства с достижением требований, предъявляемым к высококачественной бумаге для офсетной печати: разрешающая способность возрастает с 60 до 52 мкм, оптическая плотность оттиска - с 1,17 до 1,48 Б, воспроизведение шрифтов - на 0,4-1,1 пт, гладкость - с 38 до 55 с. Это позволяет получить качественное изображение при многоцветной печати, с высоким качеством передачи тонких линий и микротекста [5, 9, 11]. На разработанный состав получен патент Республики Беларусь № 13946 от 27.09.2010 г. «Бумага для печати с поверхностной проклейкой» [13].

5. Разработанная технология поверхностной проклейки бумаги, включающая модифицирование крахмала ферментами, приготовление и использование комбинированных составов бумаги, содержащих ферментированный крахмал и полимеры, внедрена на УП «Бумажная фабрика» Гознака, что позволило начать выпуск отечественной бумаги для офсетной печати улучшенного качества (шифр 01) и заменить импортный окисленный крахмал на отечественный ферментированный. По разработанным технологиям выпущено более 6435 т бумаги для офсетной печати. Суммарный фактически полученный экономический эффект составил 374,9 млн. руб.

Рекомендации к практическому использованию

К практическому использованию результатов диссертации предлагается:

1. Технология модифицирования крахмала, которая включает обработку 6%-ной водной дисперсии крахмала ферментом BAN 480 L с расходом 0,0625% при 65-75°C в течении 10 мин. на первой стадии для интенсивного каталитического гидролиза крахмала и при 85-90°C в течении 10-15 мин. на второй для инактивации фермента. Полученные дисперсии модифицированного крахмала возможно использовать в качестве составов для поверхностной проклейки бумаги.

2. Для улучшения печатных свойств бумаги для офсетной печати использование комбинированного состава для поверхностной проклейки, состоящего из ферментированного крахмала и дисперсии гидрофобизирующего полимера – димера алкилкетена в количестве 4,5% к крахмалу.

3. Для получения бумаги для офсетной печати с повышенными печатными свойствами использование комбинированного состава для поверхностной проклейки, состоящего из ферментированного крахмала и поливинилового спирта взятых при процентном соотношении 70:30, совместно с полиамидаминоэпихлоргидриновой смолой в количестве 5% от поливинилового спирта.

Список публикаций соискателя

Статьи

1. Горжанов, В.В. Упрочнение бумаги поверхностной проклейкой ферментированным крахмалом / В.В. Горжанов, В.И. Темрук, А.А. Пенкин, Т.П. Шкирандо, Т.В. Соловьева // Труды БГТУ. Сер IV, Химия и технология орган. в-в. – 2005. – Вып. XIII. – С. 120-122.
2. Горжанов, В.В. Повышение печатных свойств бумаги поверхностной проклейкой / В.В. Горжанов, В.И. Темрук, А.А. Пенкин, О.А. Новосельская, Т.В. Соловьева // Труды БГТУ. Сер IV, Химия и технология орган. в-в. – 2005. – Вып. XIII. – С. 173-175.
3. Горжанов, В.В. Опытнo-промышленные испытания составов для поверхностной проклейки бумаги для печати / В.В. Горжанов, В.И. Темрук, Т.П. Шкирандо, Т.В. Соловьева // Труды БГТУ. Сер IV, Химия и технология орган. в-в. – 2006. – Вып. XIV. – С. 189-191.
4. Горжанов, В.В. Исследование реологических свойств ферментированных крахмалов, предназначенных для поверхностной проклейки бумаги для печати / В.В. Горжанов, В.И. Темрук, Т.А. Снопкова // Труды БГТУ. Сер IV, Химия и технология орган. в-в. – 2007. – Вып. XV. – С. 243-247.
5. Горжанов, В.В. Исследование факторов, влияющих на печатные свойства офсетной бумаги / В.В. Горжанов, О. А. Новосельская, В. И. Темрук // Труды БГТУ. Сер. IX. Издат. дело и полиграфия. - 2007. - Вып. XV. - С. 57–60.
6. Горжанов, В.В. Влияние технологических факторов на проклейку бумаги ферментированным крахмалом в клеильном прессе / В.В. Горжанов // Труды БГТУ. Сер IV, Химия и технология орган. в-в. – 2008. – Вып. XVI. – С. 311-314.
7. Горжанов, В.В. Повышение потребительских свойств бумаги для печати поверхностной проклейкой комбинированными составами / В.В. Горжанов, В.И. Темрук, Т.В. Соловьева // Труды БГТУ. Сер IV, Химия и технология орган. в-в. – 2009.-Вып.XVII. – С. 282-284.
8. Горжанов, В.В. Влияние степени деструкции крахмала на показатели качества бумаги / В.В. Горжанов, В.И. Темрук, Т.П. Шкирандо, Т.В. Соловьева // Труды БГТУ. Сер IV, Химия и технология орган. в-в. – 2010. – Вып. XVIII. – С. 202-206.
9. Горжанов, В.В. Исследование свойств составов для поверхностной проклейки бумаги / В.В. Горжанов, Е.В. Дубоделова, А.В. Белик // Труды БГТУ. Сер IV, Химия и технология орган. в-в. – 2010. – Вып. XVIII. – С. 211-215.

Материалы конференций

10. Горжанов, В.В. Использование ферментированного крахмала для поверхностной проклейки при производстве печатных видов бумаги / В.В. Горжанов, В.И. Темрук, Т.В. Соловьева // Энерго- и материалосберегающие экологически чистые технологии: материалы VII Международной научно-технической конференции, г. Гродно, 27-28 сентября 2007 г./ редкол.: А.И. Свириденко [и др.]. – Минск, 2007. – С. 208-213.

11. Горжанов, В.В. Применение поливинилового спирта для улучшения печатных свойств бумаги / В.В. Горжанов, В.И. Темрук, О.А. Новосельская, Т.В. Соловьева // Ключевые аспекты научной деятельности – 2007: материалы II международной научно-практической конференции / г. Днепропетровск, 16-31 января 2007 г. / Изд-во «Наука образованию» 2007. – Днепропетровск, 2007. – С 27-31.

Патенты

12. Состав для поверхностной проклейки бумаги для печати: пат. 10650 РБ, МПК D 21 Н 17/00 / В.В. Горжанов, В.И. Темрук, Т.В. Соловьева, И.А. Хмызов, Т.П. Шкирандо, Т.А. Снопкова; заявитель ПУП «Бумажная фабрика» Гознака. – № а 20050885; заявл. 12.09.2005; опубл. 21.02.2008 // Официальный бюллетень / Нац. Центр интеллектуальной собственности. – 2008. – № 3. – С. 117.

13. Бумага для печати с поверхностной проклейкой: пат. 13946 РБ, МПК D 21 Н 17/00 / Горжанов В.В., В.И. Темрук, Т.В. Соловьева, Т.П. Шкирандо, В.А. Шеленговская; заявитель ПУП «Бумажная фабрика» Гознака. – № а 20081383; заявл. 03.11.2008; опубл. 21.02.2010 // Официальный бюллетень / Нац. Центр интеллектуальной собственности. – 2010. – № 4. – в печати.



РЕЗЮМЕ

Горжанов Вадим Валерьевич

Поверхностная проклейка бумаги для офсетной печати
комбинированными составами на основе крахмала

Модифицированный крахмал, молекулярная масса крахмала, поверхностная проклейка бумаги, бумага для офсетной печати, гидрофобизирующие полимеры, поливиниловый спирт, полиамидаминоэпихлоргидриновая смола.

Объектами исследований являлись: картофельный крахмал - нативный и модифицированный ферментами, дисперсии на его основе в комбинации с димерами алкилкетена, поливиниловым спиртом, полиамидаминоэпихлоргидриновой смолой; бумага для офсетной печати.

Цель диссертационной работы – научное обоснование и разработка технологии поверхностной проклейки бумаги для офсетной печати на основе использования ферментированного крахмала и синтетических полимеров с целью улучшения ее физико-механических, сорбционных и печатных свойств.

При проведении исследований использованы методы: определения молекулярной массы крахмала по восстанавливающей способности концевых групп, ротационной вискозиметрии, комплексного термического анализа, ИК-спектроскопии, сканирующей электронной микроскопии; физико-механические, сорбционные и печатные свойства бумаги характеризовали по стандартным методикам и оценкой качества оттисков по специально разработанной печатной форме.

Для повышения физико-механических, сорбционных и печатных свойств бумаги с достижением требований, предъявляемых офсетной печатью, использована поверхностная проклейка бумаги комбинированными составами, содержащими модифицированный ферментами крахмал, гидрофобизирующую добавку - димеры алкилкетена и добавку с высокой пленкообразующей способностью - поливиниловый спирт совместно с полиамидаминоэпихлоргидриновой смолой. Установлены закономерности изменения молекулярной массы крахмала под действием фермента, ее влияние на характеристики дисперсий и свойства бумаги. Использование димеров алкилкетена обеспечило повышение гидрофобности и сродство поверхности бумаги к печатной краске. Поливиниловый спирт и полиамидаминоэпихлоргидриновая смола в составе для поверхностной проклейки улучшили все требуемые показатели качества бумаги. В результате проведенных исследований разработаны технологии: модифицирования крахмала ферментами с получением его дисперсий, приготовления комбинированных составов и их применения для поверхностной проклейки бумаги, которые были внедрены на УП «Бумажная фабрика» Гознака с получением фактического экономического эффекта в размере 374,9 млн. бел. руб.

РЭЗІЮМЭ

Гаржанаў Вадзім Валер'евіч

Паверхневая праклейка паперы для афсетнага друку камбінаванымі саставамі на аснове крухмалу

Мадыфікаваны крухмал, малекулярная вага крухмалу, паверхневая праклейка паперы, папера для афсетнага друку, гідрафабізуючыя палімеры, полівінілавы спірт, поліамідамінаэпіхлоргідрынавая смала.

Аб'ектамі даследаванняў з'яўляліся: бульбяны крухмал - натыўны і мадыфікаваны ферментамі, дысперсіі на яго аснове ў камбінацыі з дымерамі алкілкетэну, полівінілавым спіртам, поліамідамінаэпіхлоргідрынавай смалой, папера для афсетнага друку.

Мэта дысертацыйнай работы – навуковае абгрунтаванне і распрацоўка тэхналогіі паверхневай праклейкі паперы для афсетнага друку на падставе выкарыстання ферментаванага крухмалу і сінтэтычных палімераў з мэтай паляпшэння яе фізіка-механічных, сарбцыйных і друкарскіх уласцівасцей.

Пры правядзенні даследаванняў выкарыстаны метады: вызначэння малекулярнай масы крухмалу па аднаўленчай здольнасці канцавых груп, ратацыйнай вісказіметрыі, комплекснага тэрмічнага аналізу, ІЧ-спектраскапіі, сканіруючай электроннай мікраскапіі; фізіка-механічныя, сарбцыйныя і друкарскія ўласцівасці паперы характарызувалі па стандартных метадыках і ацэнцы якасці адбіткаў па спецыяльна распрацаванай друкарскай плаце.

Для паляпшэння фізіка-механічных, сарбцыйных і друкарскіх уласцівасцей паперы з дасягненнем паграбаванняў, прад'яўляемых афсетным друкам, выкарыстана паверхневая праклейка паперы камбінаванымі саставамі, у склад якіх уваходзілі мадыфікаваны ферментамі крухмал, гідрафабізуючая дабаўка – дымеры алкілкетэну і дабаўка з высокай плёнкаўтваральнай здольнасцю – полівінілавы спірт сумесна з поліамідамінаэпіхлоргідрынавай смалой. Устаноўлены заканамернасці змянення малекулярнай масы крухмалу пад уздзеяннем ферменту, яе ўплыў на ўласцівасці дысперсій і паказчыкі паперы. Выкарыстанне дымераў алкілкетэну забяспечыла павышэнне гідрафобнасці і роднасць паверхні паперы да друкарскай фарбы. Полівінілавы спірт і поліамідамінаэпіхлоргідрынавая смала ў саставе для паверхневай праклейкі палепшылі ўсе патрабуемыя паказчыкі якасці паперы. У выніку праведзеных даследаванняў распрацаваны тэхналогіі: мадыфікацыі крухмалу ферментамі з атрыманнем яго дысперсій, прыгатавання камбінаваных саставаў і іх выкарыстання для паверхневай праклейкі паперы, якія былі ўкаранены на УП «Папяровая фабрыка» Дзяржзнака з атрыманнем фактычнага эканамічнага эфекту ў памеры 374,9 млн. руб.

SUMMARY

Horzhanov Vadim
Surface sizing of paper for offset printing
with the combined starch-based structure

Modified starch, molecular starch weight, surface sizing of paper, paper for offset printing, hydrophobic polymers, polyvinyl alcohol, polyamidaminoepichlorgidric pitch.

The objects of the research were: potato starch - native and modified by enzymes, dispersions based on it in combination with alkilketen dimers, polyvinyl alcohol, polyamidaminoepichlorgidric pitch, paper for offset printing.

The aim of the dissertational investigation is scientific substantiation and working out of technology of surface sizing of paper for offset printing using fermented starch and synthetic polymers to improve its physical, mechanical, sorption and print properties.

In conducting the research the following methods were used: determination of the molecular weight of starch by the regenerative ability of terminal groups, rotational viscosimetry, complex thermal analysis, infrared spectroscopy, scanning electronic microscopy; physicomechanical, sorption and printing properties of paper were characterized by standard methods and quality estimation of prints on a specially designed printing form.

To improve the physical, mechanical, sorption and print properties of paper with the achievement of the requirements of offset printing was used surface sizing of paper with combined structure containing enzyme-modified starch, water-repelling admixture - alkilketen dimers and an additive with a high membrane-forming ability - polyvinyl alcohol with polyamidaminoepichlorgidric pitch. The regularities of changes in the molecular weight of the starch by the influence of the enzyme and its effect on the characteristics of the dispersions and the properties of paper were established. The use of alkilketen dimers enhanced the increase in hydrophobicity and the affinity of the paper surface to the printing ink. Polyvinyl alcohol and polyamidaminoepichlorgidric pitch in the composition for surface sizing improved all the required parameters of paper quality. As a result of the investigation the following technologies have been worked out: modifying of starch by enzymes with obtaining of its dispersions, preparation of combined structures and their application for surface sizing of paper which are introduced on the "Paper Mill" Goznak with the actual economic effect of \$ 374.9 million br. rub.

Научное издание

Горжанов Вадим Валерьевич

**ПОВЕРХНОСТНАЯ ПРОКЛЕЙКА БУМАГИ ДЛЯ ОФСЕТНОЙ ПЕЧАТИ
КОМБИНИРОВАННЫМИ СОСТАВАМИ НА ОСНОВЕ КРАХМАЛА**

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 В.В. Горжанов

Подписано в печать 26.11.2010. Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная.
Гарнитура Таймс. Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,4. Уч.-изд. л. 1,4.
Тираж 60 экз. Заказ 480

Отпечатано в Центре издательско-полиграфических
и информационных технологий учреждения образования
«Белорусский государственный технологический университет».

220006, Минск, Свердлова, 13а.

ЛПИ № 02330/0549423 от 08.04.2009.

ЛПП № 02330/0150477 от 16.01.2009.