

676
Щ69

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 676.024.61

ШЛЫК Елена Георгиевна

**РАЗРАБОТКА ХИМИЧЕСКОГО МЕТОДА ОЦЕНКИ
СПОСОБНОСТИ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ К РАЗМОЛУ В ТЕХНОЛОГИИ
ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**05.21.03 - Технология и оборудование химической
переработки биомассы дерева; химия древесины**

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Минск - 2003

Работа выполнена в УО «Белорусский государственный технологический университет» на кафедре химической переработки древесины

Научный руководитель

доктор технических наук,
профессор Горский Г.М.
УО «Белорусский государственный технологический университет»,
кафедра химической переработки древесины

Официальные оппоненты:

доктор химических наук,
профессор Зильберглейт М.А.
УО «Белорусский государственный технологический университет»,
зав. кафедрой редакционно-издательского дела

кандидат технических наук,
Цмыг Н.Г.
совместное белорусско-французское предприятие «ПараТек»,
генеральный директор

Оппонирующая организация

Институт проблем использования ресурсов и экологии НАН РБ

Защита состоится «24» 04 2003 г. в 14⁰⁰ часов на заседании Совета по защите диссертаций Д 02.08.04 при УО «Белорусский государственный технологический университет» по адресу: 220050, г.Минск, ул. Свердлова, 13а, зал заседаний Ученого Совета.

тел. +(375 17) 227 63 54,
факс +(375 17) 227 62 17.

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

Автореферат разослан «24» марта 2003 г.

Ученый секретарь Совета
по защите диссертаций,
кандидат технических наук



Толкач О.Я.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертации. Развитие современной науки и техники требует разработки новых методов оценки качества волокнистых полуфабрикатов, отличающихся быстродействием, точностью и экономичностью.

Существующие методы оценки свойств волокнистой массы из целлюлозы (степень помола по Шоппер-Риглеру, водоудержание по Джайме и Канадскому стандарту, средневзвешенная длина волокна по Иванову) позволяют характеризовать такие свойства целлюлозной массы, как степень обезвоживания, адсорбционную способность волокон и их геометрические параметры. Все эти методы не рассматривают свойства целлюлозы в зависимости от изменения надмолекулярной структуры волокон, которая оказывает определяющее влияние на технологические процессы, связанные с производством целлюлозы, бумаги и картона. Оценка изменения надмолекулярной структуры целлюлозы прямым методом, т.е. получение изображения и количественных характеристик – задача на современном этапе далеко неординарная.

Большинство видов бумаги и картона состоят из сложных композиций, включающих в себя различные виды целлюлозы. Для точной оценки способности целлюлозы к размолу необходимо изучить изменение надмолекулярной структуры волокна в процессе размола. Растворимость целлюлозы в органических растворителях является критериальным параметром, который чувствителен к изменениям надмолекулярной структуры целлюлозы в процессе размола. В литературе данные по изучению взаимосвязи между изменением надмолекулярной структуры целлюлозы в процессах размола и растворения в органических растворителях практически отсутствуют. Разработка метода, учитывающего изменение надмолекулярной структуры целлюлозы в процессе размола и при растворении в органических растворителях, позволит прогнозировать качество получаемой бумаги и картона и является актуальной задачей.

Связь работы с крупными научными программами, темами.

Диссертационная работа является частью комплексных исследований, проводимых в УО «Белорусский государственный технологический университет», в соответствии с темами «Леса Беларуси и их рациональное использование» (БС 99-205 «Разработать импортозамещающую технологию производства картона для очистки воздуха в дизельных двигателях БелАЗа и МАЗа» №г.р. 19993478, 1999/2000г.г.), «Прогнозирование способности к размолу целлюлозы с использованием железовиннонатриевого комплекса» (ГБ 21-075, №г.р. 2001830 2000/2001г.г.), «Исследование изменения надмолекулярной структуры

480ар.

БІБЛІЯТЭКА
Беларускага дзяржаўнага
тэхналагічнага ўніверсітэта

волокнистого полуфабриката в процессе размола» (ГБ 22-009, №г.р. 20021562, 2001/2002г.г.).

Цель и задачи исследований. Цель диссертационной работы заключается в научном обосновании, разработке и реализации химического метода оценки способности целлюлозы к размолу в зависимости от ее растворения в железовиннонатриевом комплексе (ЖВНК).

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

1. Изучить процесс растворения целлюлозы в растворах ЖВНК различного состава.
2. Исследовать изменения надмолекулярной структуры целлюлозы при ее растворении в ЖВНК и в процессе размола.
3. Разработать химический метод оценки способности целлюлозы к размолу в технологии целлюлозно-бумажного производства.
4. Провести промышленную апробацию и внедрить химический метод оценки способности целлюлозы к размолу в технологии целлюлозно-бумажного производства.

Объект и предмет исследования. Объектом исследования является процесс размола различных видов целлюлозы и процесс их растворения в растворах ЖВНК. Предмет исследования – корреляция между процессами размола целлюлозы и ее растворимостью в растворе ЖВНК.

Методология и методы проведенного исследования. Для оценки изменения надмолекулярной структуры в процессах размола и растворения применяли современные инструментальные методы анализа: ИК-спектроскопия, рентгеноструктурный анализ, оптическая и растровая микроскопии. Химический состав целлюлозы определялся по следующим методикам: содержания α -целлюлозы, жесткости целлюлозы по перманганатному числу, содержания пентозанов, средней степени полимеризации целлюлозы по вязкости ее раствора в кадоксене, определение влажности и зольности целлюлозы. Процесс размола исследовался с помощью стандартных методов контроля массы. Обработка экспериментальных результатов проводилась с помощью методов математической статистики.

Научная новизна и значимость результатов. Изучен процесс растворения целлюлозы в растворах ЖВНК различного состава. Рассчитаны параметры растворимости целлюлозы в ЖВНК различного состава и определен состав растворителя (ЖВНК), с помощью которого можно регулировать и оценивать изменение структуры целлюлозы в процессе размола. Исследована кинетика растворимости и набухания различных видов размолотой целлюлозы в растворах ЖВНК. Изучено изменение надмолекулярной структуры целлюлозы в процессах размола и растворимости в растворах ЖВНК. На основании установленных

закономерностей зависимости изменения надмолекулярной структуры целлюлозы в процессах размола и растворимости в ЖВНК разработан химический метод оценки способности целлюлозы к размолу в технологии целлюлозно-бумажного производства.

Практическая (экономическая, социальная) значимость полученных результатов. По результатам исследований разработан химический метод оценки способности целлюлозы к размолу по ее растворимости в ЖВНК. На АО «Светлогорский ЦКК» проведено опытно-промышленное освоение химического метода оценки способности целлюлозы к размолу при производстве бисульфитной целлюлозы хвойных пород древесины. На УП «Бумажная фабрика» Гознака (г. Борисов) проведено опытно-промышленное освоение и внедрение химического метода оценки способности целлюлозы к размолу при производстве документной и обойной бумаги.

Экономическая значимость полученных результатов. Применение химического метода оценки способности целлюлозы к размолу по ее растворимости в ЖВНК позволяет экономить материальные и энергетические ресурсы при оценке качества поступающего сырья, корректировать технологическую схему размола целлюлозы, прогнозировать качество готовой бумажной продукции. Ожидаемый годовой экономический эффект от применения химического метода оценки способности целлюлозы к размолу только на двух предприятиях Республики Беларусь составит 41,5 млн. руб.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

1. Научное обоснование корреляции между процессами размола целлюлозы и ее растворимостью в растворах ЖВНК. Обоснование применения в качестве критериального параметра для определения оценки способности целлюлозы к размолу параметр растворимости целлюлозы в растворах ЖВНК.
2. Результаты исследований растворения целлюлозы в растворах ЖВНК, установления взаимосвязи между изменениями надмолекулярной структуры целлюлозы при растворимости в растворах ЖВНК и в процессе размола.
3. Разработка химического метода оценки способности целлюлозы к размолу по ее растворимости в ЖВНК. Результаты опытно-промышленного освоения химического метода оценки способности целлюлозы к размолу в технологии целлюлозно-бумажного производства.

Личный вклад соискателя. Автором выполнен анализ отечественной и зарубежной литературы по теме диссертации. Автор принимал непосредственное участие в постановке задач исследования, получении и анализе экспериментальных данных, в подготовке докладов и публикаций, в опытно-промышленном освоении и внедрении метода на

предприятиях АО «Светлогорский ЦКК» и УП «Бумажная фабрика» Гознака. Результаты исследований получены лично соискателем при выполнении госбюджетных работ, ответственным исполнителем и руководителем которых являлся автор.

Апробация результатов исследования. Основные результаты исследования докладывались и обсуждались на международно-технической конференции «Ресурсосберегающие технологии в лесной и деревообрабатывающей промышленности» (Минск, 1999г.), международной научно-технической конференции «Разработка импортозамещающих технологий и материалов в химической промышленности» (Минск, 1999г.), IV международной научно-технической конференции «Ресурсосберегающие экотехнологии: возобновление и экономия энергии, сырья и материалов» (Гродно, 2000г.), международной научно-технической конференции «Леса Беларуси и их рациональное использование» (Минск, 2000г.), XV Konferencja Naukowa Wydziału Technologii Drewna SGGW “DREWNO – MATERIAL XXI WIEKU” (Warszawa, 2001), международной научно-технической конференции «Наука – производству. Внедрение новейших разработок научных и проектных организаций в промышленность» (Москва, 2001г.), Всероссийской научно-технической конференции «Современные технологические процессы получения материалов и изделий из древесины» (Воронеж, 2001г.), IV республиканской научной конференции студентов и аспирантов РБ “НИРС-2001” (Витебск, 2001г.), международной научно-технической конференции «Современные технологии, материалы, машины и оборудование» (Могилев, 2002), 3-ей международной научно-технической конференции «Создание конкурентоспособного оборудования и технологий для изготовления бумажно-картонной продукции из вторичного волокнистого сырья» (Россия, ЦНИИБ, 2002г.) и научно-технических конференциях УО «Белорусский государственный технологический университет» (1999-2003г.г.).

Опубликованность результатов. Основные результаты исследования изложены в 7 статьях (20 стр.), 7 материалах конференций (25 стр.), 2 тезисах докладов конференций (2 стр.). Подана заявка на получение патента Республики Беларусь.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, пяти глав, заключения, списка использованных источников и приложений. Изложена на 158 страницах машинописного текста, содержит 41 рис., 11 таблиц, 141 литературный источник, 4 приложения.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована необходимость создания новых методов оценки качества целлюлозы в технологии целлюлозно-бумажного производства.

В **первой главе** дан анализ методов оценки качества волокнистых полуфабрикатов при производстве бумаги и картона. Показана взаимосвязь химического строения целлюлозы лиственных и хвойных пород древесины и их надмолекулярной структуры.

Рассмотрены теоретические основы процесса размола целлюлозы. Особое внимание уделено анализу свойств органических растворителей целлюлозы и механизму ее растворения в различных растворителях. Установление закономерностей растворения целлюлозы может служить надежным инструментом прогнозирования качества готовой картонно-бумажной продукции. Информация по изучению взаимосвязи между изменением надмолекулярной структуры целлюлозы в процессах размола и растворения в органических растворителях практически отсутствует.

Обоснована необходимость и целесообразность создания прецизионных, научно-обоснованных и приемлемых на практике методов оценки качества целлюлозы различных пород древесины в процессе размола.

Анализ существующей информации в области теории размола целлюлозы, механизмов растворения волокнистых полуфабрикатов в органических растворителях и существующих методов оценки качества сырья в целлюлозно-бумажном производстве позволил сформулировать цель и задачи исследования.

Во второй главе описаны объекты и методы исследований. Представлены характеристики различных видов целлюлозы и растворов ЖВНК, методы их подготовки и получения. Описаны методики проведения экспериментов и обработки экспериментальных данных.

Для исследования изменения надмолекулярной структуры целлюлозы в процессах растворения в растворах ЖВНК и размола использовались методы ИК-спектроскопии, рентгеноструктурного анализа, оптической и растровой микроскопии. ИК-спектры исследуемых препаратов регистрировали при помощи спектрофотометра «Specord-75» в области частот 400-4000 см⁻¹. Рентгенограммы снимались на установке Дрон-3 при следующем режиме: напряжение 35 кВ, сила анодного тока 13мА, размер щели рентгеновской трубки 2,2 мм, размер щели детектора 0,25мм, излучение линии K_α от трубки с медным антикатодом, фильтрованное на длине волны $\lambda=1,54 \text{ \AA}$.

Электронно-микроскопическое исследование структуры целлюлозы проведено на растровом микроскопе РЭМ-100У (при увеличении до 2000^x).

Третья глава посвящена изучению процесса растворения целлюлозы в растворах ЖВНК различного состава. На основании рассмотренных теорий растворения, сделан термодинамический расчет параметра растворимости целлюлозы в растворах ЖВНК различного состава и в воде. На основе проведенных исследований определены условия растворения целлюлозы в растворе ЖВНК и его состав. Растворимость целлюлозы в растворе ЖВНК зависит от следующих факторов: содержание свободной щелочи в растворе ЖВНК, температура и продолжительность растворения. На рис. 1 приведены зависимости влияния содержания свободной щелочи в растворах ЖВНК и температуры на растворимость целлюлозы.

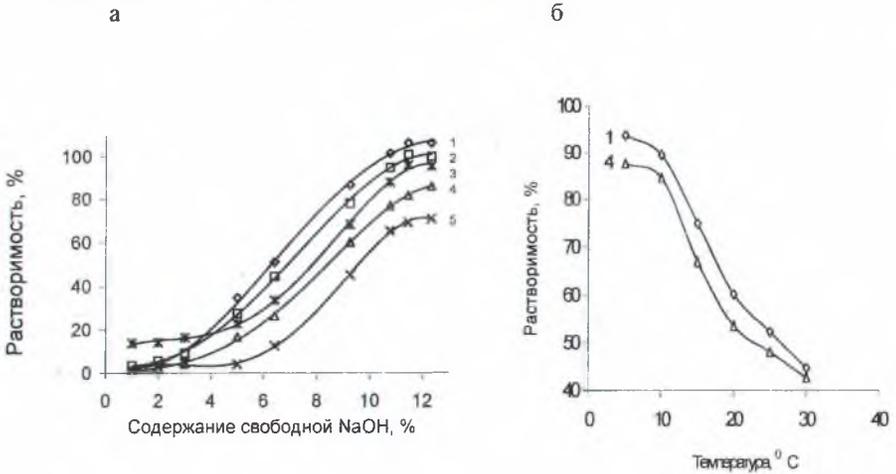


Рис.1. Зависимость влияния условий растворения на растворимость целлюлозы в ЖВНК: а – от содержания свободной NaOH; б – от температуры: 1 – сульфитная беленая хвойная; 2 - сульфатная беленая хвойная; 3 - сульфитная беленая лиственная; 4 - сульфитная небеленая хвойная; 5 - сульфатная небеленая хвойная

Как видно из рис.1а, при действии на целлюлозу в течение 15 мин раствором ЖВНК, содержащим 6 % свободной щелочи, образец целлюлозы не растворяется полностью и становится возможным определить его растворимость. Как видно из рис.1б, при увеличении температуры растворимость целлюлозы в ЖВНК резко падает. Поддержание низкой температуры в процессе растворения целлюлозы

требует специального термостатирующего устройства, усложняющего постановку анализа в производственных условиях. Нами установлен следующий режим растворения целлюлозы и состав раствора ЖВНК: раствор ЖВНК, содержащий 6 % свободной щелочи, температура растворения 20 °С, продолжительность - 15 мин.

Исследовано влияние химического состава целлюлозы на ее способность к размолу и растворению в растворах ЖВНК. Динамика размола различных видов целлюлозы представлена на рис.2.

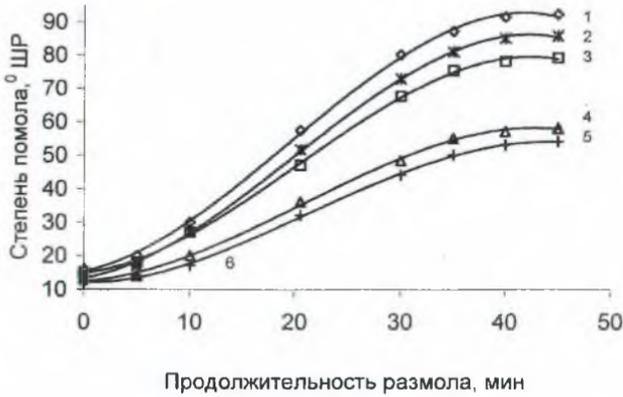


Рис.2. Кинетические кривые размола целлюлозы: 1 – сульфитная беленая хвойная; 2 – сульфитная беленая лиственничная; 3 – сульфатная беленая хвойная; 4 – сульфитная небеленая хвойная; 5 – сульфатная небеленая хвойная

Как видно из рис.2, на кривых наблюдаются линейные участки, ограниченные интервалом от 20 до 60 °ШР для беленых видов целлюлозы, и от 18 до 42 °ШР для небеленых видов целлюлозы. Для этих линейных участков рассчитаны константы размола целлюлозы, которые можно расположить в ряд по их возрастанию:

сульфатная небеленая целлюлоза хвойных пород древесины - 1,03 °ШР/мин;
 сульфитная небеленая целлюлоза хвойных пород древесины - 1,21 °ШР/мин;
 сульфатная беленая целлюлоза хвойных пород древесины - 1,42 °ШР/мин;
 сульфитная беленая целлюлоза хвойных пород древесины - 1,68 °ШР/мин;
 сульфитная беленая целлюлоза лиственных пород древесины - 1,90 °ШР/мин.

Целлюлоза размалывается тем быстрее, чем ниже у нее степень полимеризации и содержание лигнина. Гемичеселлюлозы благоприятно влияют на процесс размола. Однако только химическими показателями

нельзя объяснить отношение различных видов целлюлозы к размолу. Проведенные исследования позволяют предположить, что отношение различных видов целлюлозы к размолу определяется не только химическим составом, но и надмолекулярной структурой волокна.

Четвертая глава посвящена разработке химического метода оценки способности целлюлозы к размолу. Начальной стадией растворения целлюлозы в ЖВНК и при размоле в водной среде является процесс набухания, который определяет скорость и полноту протекания этих процессов. Набухание образцов целлюлозных волокон различной степени помола в растворе ЖВНК и в воде представлена на рис.3.

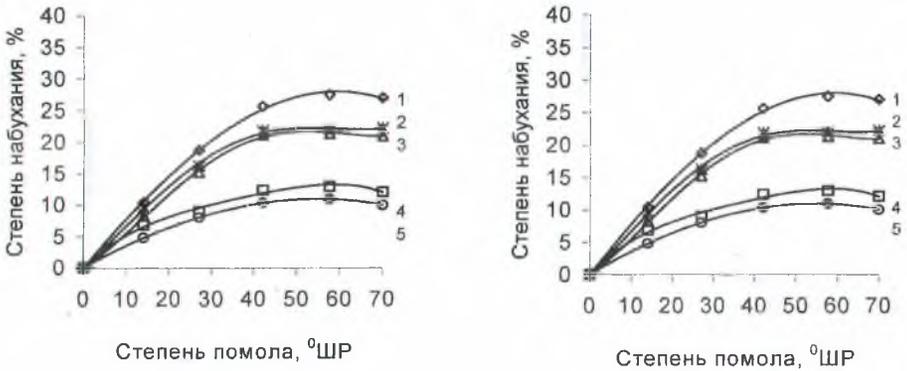


Рис.3. Влияние степени помола целлюлозы на степень набухания в а) ЖВНК и б) в воде (20 °С): 1 – сульфитная беленая хвойная; 2 – сульфатная беленая хвойная; 3 – сульфитная беленая лиственная; 4 – сульфитная небеленая хвойная; 5 – сульфатная небеленая хвойная

Как видно из рис.3, диаметр волокна сульфитной белой целлюлозы хвойных пород со степенью помола 16 °ШР при погружении в воду увеличивается на 9%, а в растворе ЖВНК – на 22%. С увеличением степени помола целлюлозы (до 42-57 °ШР) наблюдается быстрое увеличение размеров волокна до 64% при набухании в растворе ЖВНК.

Увеличение степени помола целлюлозы сопровождается разрушением ее надмолекулярной структуры, увеличением аморфных участков, которые доступны для проникновения других молекул, т.е. являются более реакционноспособными при взаимодействии с различными реагентами. Установлено, что, чем продолжительнее процесс набухания, тем сильнее ослабевают связи между фибриллами целлюлозы вследствие

проникновения между ними молекул воды. На рис. 4 представлена зависимость константы размола целлюлозы от степени ее набухания в воде.

Как видно из рис.4, разmol целлюлозы протекает тем быстрее, чем большей степенью набухания обладает целлюлоза. Набухшее волокно является более эластичным и гибким, вследствие этого разmol такого волокна протекает значительно легче.

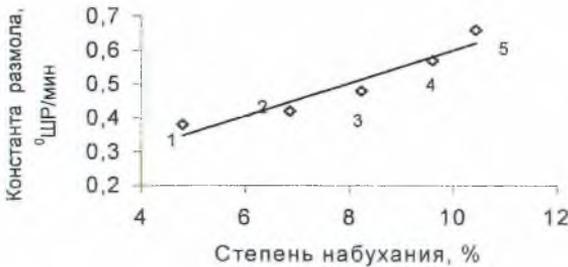


Рис. 4. Влияние степени набухания целлюлозы в воде на константу размола: 1 – сульфатная небеленая хвойная; 2 – сульфитная небеленая хвойная; 3 – сульфатная беленая хвойная; 4 - сульфитная беленая лиственная; 5 – сульфитная беленая хвойная

С помощью методов ИК-спектроскопии и рентгеноструктурного анализа изучена надмолекулярная структура целлюлозы и ее изменение в процессе размола. В табл. 1 представлены результаты исследований изменения степени кристалличности различных видов целлюлозы в процессе размола.

Как видно из табл.1, степень кристалличности целлюлозы падает с увеличением ее степени помола, что свидетельствует об имеющей место аморфизации целлюлозы и разрушением ее надмолекулярной структуры.

Механизм процесса растворения целлюлозы можно представить следующим образом. Растворитель вначале проникает в аморфные участки целлюлозы и взаимодействует там с группами, способными к сольватации. Решетка целлюлозы расширяется, и постепенно внутри кристаллической области целлюлозы происходит диспергирование молекул с последующей диффузией, насколько это возможно, наружу. Растворитель отделяет сольватированные молекулы от набухшего полимера с переходом их в раствор. При размоле целлюлозы в водной среде происходит изменение надмолекулярной структуры, уменьшение степени кристалличности, и это способствует увеличению скорости проникновения растворителя к

внутренним участкам целлюлозного волокна, а также увеличению скорости диффузии макромолекул целлюлозы в растворитель.

Таблица 1
Изменение степени кристалличности целлюлозы в процессе размола

Степень помола, °ШР	Степень кристалличности, %									
	Метод Путиева и Ташпулатова					Метод О'Коннора и Нельсона				
	Сульфит- ная хвой- ная	Сульфит- ная небеленая хвойная	Сульфит- ная беленая хвойная	Сульфит- ная небеленая хвойная	Сульфит- ная беленая лиственная	Сульфит- ная беленая хвойная	Сульфит- ная небеленая хвойная	Сульфит- ная беленая хвойная	Сульфит- ная небеленая хвойная	Сульфит- ная беленая лиственная
Немо- лотая	72,0	79,0	76,8	77,0	73,8	73,4	78,0	76,0	79,0	72,6
27	70,5	74,5	71,3	69,8	69,0	72,0	76,8	70,9	74,5	70,1
42	67,0	67,8	64,6	65,0	64,5	66,5	70,7	65,0	68,7	66,8
57	54,6	59,9	54,0	57,6	53,8	56,7	61,2	53,4	58,9	54,3
70	51,9	56,7	51,2	54,6	52,0	53,4	57,0	52,0	55,0	52,1

В таблице 2 приведены результаты расчетов времени диффузии раствора ЖВНК в листовую и хвойную целлюлозу различной степени помола.

Таблица 2
Время диффузии раствора ЖВНК в целлюлозу

Степень помола, °ШР	Толщина волокна *10 ⁻⁴ , см		Время диффузии, *10 ⁻² , с	
	лиственная	хвойная	лиственная	хвойная
начальная	20	35	1,05	3,22
27	12	27	0,38	1,91
42	9	19	0,21	0,95
57	6	12	0,10	0,37
70	5	8	0,07	0,17

Как видно из табл. 2, растворение будет происходить тем интенсивнее, чем большей степенью помола будет обладать целлюлоза.

Установлены закономерности растворения целлюлозы в растворителях типа ЖВНК. Показано, что размолотые виды целлюлозы обладают большей растворимостью, чем немолотое волокно. Для того, чтобы растворимость целлюлозы со степенью помола 16 °ШР достигла 0,45, необходимо растворять ее в растворе ЖВНК в течение 20 мин (температура 20 °С), а для целлюлозы со степенью помола 70 °ШР для достижения такой же доли растворимости достаточно 8 мин.

Для описания процесса растворимости (α_t) целлюлозных волокон в ЖВНК применили уравнение Авраами-Колмогорова –Ерофеева (1):

$$\alpha_t = 1 - e^{(-K_0 t)^{n_a}} \quad (1)$$

где K_0 – константа, характеризующая скорость растворения;

t – продолжительность воздействия растворителя на целлюлозу;

n_a – коэффициент, связанный с геометрическими параметрами участков в матрице твердого тела, изменяющийся в процессе реакции граничной поверхности реакционных участков и находящийся в корреляционной зависимости от константы растворения.

Основной кинетической характеристикой процесса растворимости целлюлозы является количество переходящей в раствор целлюлозы (выраженное как отношение количества растворенной целлюлозы к начальному ее количеству) в зависимости от продолжительности воздействия на нее раствора.

Зависимость, описываемую уравнением Авраами-Колмогорова–Ерофеева, преобразовали в линейную, что позволило определить непосредственно константу скорости растворения. Зависимость константы скорости растворения целлюлозы от степени помола представлена на рис.5.

Для всех образцов целлюлозы (рис.5) наблюдаются общие закономерности изменения константы растворения в ЖВНК от ее степени помола. С увеличением степени помола целлюлозы возрастает и константа ее растворения. При изменении степени помола образцов сульфитной беленой целлюлозы с 16 °ШР до 57 °ШР константа растворения увеличивается почти в два раза. Небеленые виды целлюлозы растворяются значительно труднее. При растворении сульфитной небеленой целлюлозы хвойных пород со степенью помола 57 °ШР константа растворения увеличится только в 1,67 раз по сравнению с константой растворения немолотой целлюлозы. Константы растворения беленых видов целлюлозы одинаковой степени помола имеют большие значения, чем у небеленых видов целлюлозы.

Исследованы рентгенограммы образцов целлюлозы после их обработки раствором ЖВНК. Установлено, что степень кристалличности такой целлюлозы уменьшается в зависимости от продолжительности обработки ЖВНК. При растворении целлюлозы в ЖВНК растворитель не только проникает в легкодоступные неупорядоченные области целлюлозы, но и разрушает ее кристаллиты. Судя по характеру изменения индексов кристалличности и скорости набухания целлюлозы, эти процессы протекают одновременно.

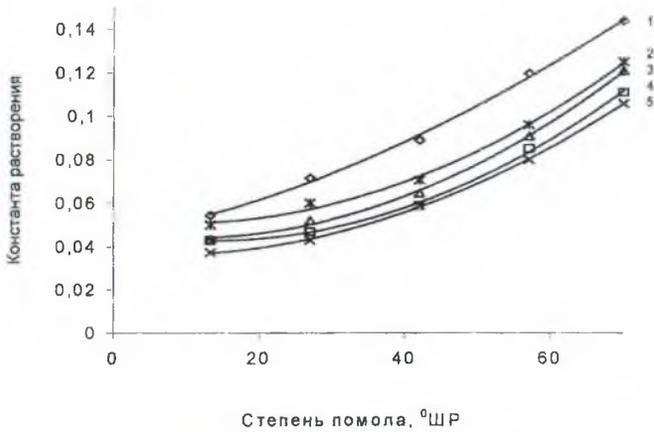


Рис.5. Влияние степени помола целлюлозы на ее растворимость в ЖВНК: 1 – сульфитная беленая хвойная; 2 - сульфитная беленая лиственная; 3 - сульфатная беленая хвойная; 4- сульфитная небеленая хвойная; 5 - сульфитная небеленая хвойная

Полученные зависимости растворимости целлюлозы в ЖВНК позволяют судить о состоянии надмолекулярной структуры волокна. Установлена корреляция между процессами растворимости и размолом целлюлозы, которая позволяет предсказывать динамику размола.

Для определения константы размола целлюлозы и достижения необходимой ее степени помола целлюлозы можно воспользоваться методом оценки способности целлюлозы к размолу. Это можно сделать по установленной корреляционной зависимости, представленной на рис.6, или по уравнению (2).

$$K=10,75 \cdot P - 1,93 \quad (2)$$

где K- константа размола, °ШР/мин;

P- растворимость целлюлозы, масс. доля.

Как видно из рис.6, каждому значению растворимости целлюлозы соответствует определенное значение константы ее размола. По найденной константе размола можно судить о способности целлюлозы к размолу.

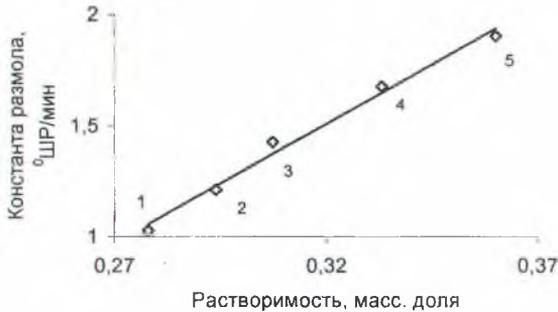


Рис.6. Зависимость константы размола целлюлозы на ЦРА от растворимости в ЖВНК: 1 – сульфатная небеленая хвойная, 2 - сульфитная небеленая хвойная, 3 - сульфатная беленая хвойная, 4 - сульфитная беленая лиственная, 5 – сульфитная беленая хвойная

Пятая глава посвящена результатам реализации химического метода оценки способности целлюлозы к размолу в производстве целлюлозы, бумаги и картона. Химический метод оценки способности целлюлозы к размолу прошел опытно-промышленное освоение на АО «Светлогорский ЦКК» и был внедрен на УП «Бумажная фабрика» Гознака.

В целлюлозном производстве с помощью метода оценки способности целлюлозы к размолу можно корректировать параметры процесса варки целлюлозы. Промышленное освоение метода оценки способности волокнистого полуфабриката к размолу по растворимости в ЖВНК на АО «Светлогорский ЦКК» позволило осуществить экспресс анализ для определения степени делигнификации целлюлозы. Кроме того, удалось скорректировать режим процесса размола целлюлозы. Применение метода оценки способности целлюлозы к размолу по ее растворимости в ЖВНК позволило определить качество сваренной целлюлозы и целлюлозы после каждой ступени размола.

Применение метода на УП «Бумажная фабрика» Гознака позволило оперативно среагировать при поступлении нестандартной сульфитной целлюлозы хвойных пород древесины, сократить время оценки свойств целлюлозы, прогнозировать процесс размола и свойства готовой продукции, что особенно важно при производстве документной бумаги. Удалось добиться экономии энергозатрат на размалывающем оборудовании.

Годовой экономический эффект от применения химического метода оценки способности целлюлозы к размолу на предприятиях АО «Светлогорский ЦКК» и УП «Бумажная фабрика» Гознака составит 41,5 млн. руб. (весна 2002 г.).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Установлены основные закономерности процессов, протекающих при растворении целлюлозы в растворах ЖВНК различного состава. Исследовано влияние условий растворения целлюлозы в растворах ЖВНК. Показано, что растворяющая способность растворов ЖВНК зависит от содержания в нем свободной щелочи. Исследовано влияние температуры на растворение целлюлозы в растворах ЖВНК. Установлено, что при увеличении температуры растворимость целлюлозы резко падает. Исследована кинетика растворимости целлюлозы различной степени помола в растворе ЖВНК и определены константы растворения. Доказано, что с увеличением степени помола целлюлозы увеличивается и константа ее растворения [6, 11, 14].

2. Исследован процесс размола различных видов целлюлозы и построены кинетические кривые размола. Установлено влияние химического состава целлюлозы лиственных и хвойных пород древесины на ее способность к размолу. Рассчитаны константы скорости размола для различных видов целлюлозы. Доказано, что с увеличением степени помола целлюлозы увеличивается константа скорости размола. Изучена надмолекулярная структура целлюлозы и ее изменение в процессе размола. Определено изменение степени кристалличности целлюлозы в процессе размола различными методами. Установлено, что с увеличением степени помола целлюлозы степень кристалличности ее уменьшается [1, 2, 3, 4, 8, 9, 10, 12,].

3. Установлена корреляция между процессами размола и растворимостью целлюлозы. Доказано, что растворимость целлюлозы взаимосвязана с изменениями надмолекулярной структуры волокна целлюлозы на стадии процесса размола, и изменяется адекватно с параметрами, характеризующими структуру целлюлозы и ее изменение в процессе размола [15].

4. Разработан химический метод оценки способности целлюлозы к размолу, включающий приготовление массы, растворение ее в ЖВНК с последующей фильтрацией и сушкой. Растворение целлюлозы в растворе ЖВНК проводят при следующих условиях: состав ЖВНК (1000мл) – тартрата натрия 217,09 г, хлорида железа 81,09 г, гидроксида натрия 156 г; температура – 20 °С; продолжительность – 15 мин. По корреляционной зависимости растворимости целлюлозы от скорости размола определяют способность целлюлозы к размолу. Использование разработанного метода

позволило экономить материальные и энергетические ресурсы при поступлении новых партий сырья с неизвестным комплексом свойств, сократить сроки оценки качества сырья, предложить рациональные режимы размола целлюлозы и дало возможность прогнозировать свойства готовой продукции [5, 7, 12, 16].

5. Результаты работы по созданию химического метода оценки способности целлюлозы к размолу прошли опытно-промышленную проверку и внедрение на АО «Светлогорский ЦКК» и УП «Бумажная фабрика» Гознака в Республике Беларусь. Годовой суммарный экономический эффект от применения химического метода оценки способности целлюлозы к размолу на предприятиях АО «Светлогорский ЦКК» и УП «Бумажная фабрика» Гознака составит 41,5 млн. руб. (весна 2002 г.).

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

Статьи

1. Бондаренко Ж.В., Горский Г.М., Шлык Е.Г. Фильтровальный материал из целлюлозных волокон // Вести НАН РБ. Серия хим. наук. – 2001. – №4. – С.104 - 106.

2. Шлык Е.Г., Горский Г.М., Алексеев А.Д. Определение степени кристалличности целлюлозы методом рентгенофазового анализа // Труды БГТУ. Сер. химии и технологии орган. в-в, 2001. - Вып. IX. - С.18-19.

3. Шлык Е.Г., Алексеев А.Д., Горский Г.М. Изучение изменения надмолекулярной структуры целлюлозы в процессе размола // Труды БГТУ. Сер. химии и технологии орган. в-в, 2001. - Вып. IX. - С.20-23.

4. Шлык Е.Г., Горский Г.М. Изменение степени структурной упорядоченности целлюлозы в процессе размола // Вести НАН РБ. Серия хим. наук. – 2002. – №2. – С.83-85.

5. Шлык Е., Горский Г. Влияние процесса размола на свойства бумаги // Лесное и охотничье хозяйство. – 2002. - № 2. – С. 30-31.

6. Шлык Е.Г., Горский Г.М. Растворимость различных видов целлюлозы в железовиннонатриевом комплексе // Труды БГТУ. Сер. химии и технологии орган. в-в, 2002. - Вып. X. - С. 54-57.

7. Шлык Е.Г., Горский Г.М. Оценка способности к размолу различных видов целлюлозы // Целлюлоза. Бумага. Картон. – 2002. – №11-12. – С.34-35.

Материалы конференций

8. Бондаренко Ж.В., Шлык Е.Г., Горский Г.М. Композиционный волокнистый материал // Разработка импортозамещающих технологий и

материалов в химической промышленности: Материалы международной научно-технической конференции. – Минск: БГТУ, 1999. – С.170-172.

9. Бондаренко Ж.В., Шлык Е.Г., Горский Г.М. Свойства массы и картона для воздухоочистителей дизельных двигателей // Ресурсосберегающие технологии в лесном хозяйстве, лесной и деревообрабатывающей промышленности: Материалы международной научно-технической конференции. – Минск: БГТУ, 1999. – С.328-330.

10. Шлык Е.Г., Горский Г.М., Алексеев А.Д. Способность к размолу волокнистых полуфабрикатов для производства бумаги и картона // Леса Беларуси и их рациональное использование: Материалы международной научно-технической конференции. – Минск: БГТУ, 2000. – С.354-356.

11. Shlyk L., Gorsky G. Modification of cellulose permolecular structure in the process of beating // DREWNO – MATERIAL XXI WIEKU: XV Konferencja Naukowa Wydziału Technologii Drewna SGGW, Warszawa, 2001. – P. 159-163.

12. Шлык Е.Г., Горский Г.М. Исследование изменения структуры древесной целлюлозы в процессе размола // Современные технологические процессы получения материалов и изделий из древесины: Материалы Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. Воронеж, 2001. – С. 162-165

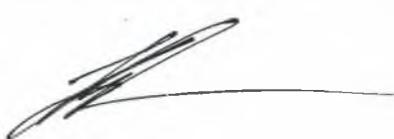
13. Шлык Е.Г., Горский Г.М. Новые методы оценки качества волокнистых полуфабрикатов // Материалы международной научно-технической конференции. Могилев, 2002. – С.408-409.

14. Шлык Е.Г., Горский Г.М. Химический метод оценки качества волокнистого полуфабриката // Научные труды. ЦНИИБ, Караваево – Правдинский, 2002. – С.103-107.

Тезисы

15. Шлык Е.Г., Горский Г.М. Взаимосвязь между растворимостью целлюлозных волокон и способностью их к размолу // Ресурсосберегающие экотехнологии: возобновление и экономия энергии, сырья и материалов: Тезисы докладов четвертой международной научно-технической конференции. Гродно, 2000. – С.63.

16. Шлык Е.Г., Горский Г.М. Способ химической оценки способности к размолу волокнистых полуфабрикатов на целлюлозных заводах и бумажных фабриках // Наука – производству. Внедрение новейших разработок научных и проектных организаций в промышленность: тезисы докладов научно-технической конференции, Москва, 2001. – С.56.



РЕЗЮМЕ

ШЛЫК Елена Георгиевна

РАЗРАБОТКА ХИМИЧЕСКОГО МЕТОДА ОЦЕНКИ СПОСОБНОСТИ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ К РАЗМОЛУ В ТЕХНОЛОГИИ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Ключевые слова: ЦЕЛЛЮЛОЗА, РАЗМОЛ, РАСТВОРИМОСТЬ, ЖЕЛЕЗОВИННОНАТРИЕВЫЙ КОМПЛЕКС, МЕТОД, КИНЕТИКА

Объектом исследования является процесс размола различных видов целлюлозы и процесс их растворения в растворах ЖВНК. Предмет исследования – корреляция между процессами размола целлюлозы и ее растворимостью в растворе ЖВНК.

Цель диссертационной работы заключается в научном обосновании, разработке и внедрении химического метода оценки способности различных видов целлюлозы к размолу по их растворимости в железовиннонатриевом комплексе (ЖВНК).

Был изучен процесс растворимости целлюлозы в растворах ЖВНК различного состава. Рассчитаны параметры растворимости целлюлозы в ЖВНК различного состава и определен оптимальный состав растворителя (ЖВНК), с помощью которого можно регулировать и оценивать изменение структуры целлюлозы в процессе размола. Исследована кинетика растворимости и набухания различных видов размолотой целлюлозы в ЖВНК. Изучено изменение надмолекулярной структуры различных видов целлюлозы в процессах растворимости и размола. На основании установленных закономерностей разработан химический метод оценки способности целлюлозы к размолу в целлюлозно-бумажном производстве. Годовой суммарный экономический эффект от применения химического метода оценки способности целлюлозы к размолу на предприятиях АО «Светлогорский ЦКК» и УП «Бумажная фабрика» Гознака составит 41,5 млн. руб. (весна 2002 г.).

РЭЗЮМЕ

ШЛЫК Алена Георгіеўна

РАСПРАЦОЎКА ХІМІЧНАГА МЕТАДУ АЦЭНКІ ЗДОЛЬНАСЦІ ЦЭЛЮЛОЗЫ ДА РАЗМОЛУ Ў ТЭХНАЛОГІІ ЦЭЛЮЛОЗНА-ПАПЯРОВАЙ ВЫТВОРЧАСЦІ

Ключавыя словы: ЦЭЛЮЛОЗА, РАЗМОЛ, РАСТВАРАЛЬНАСЦЬ, ЖАЛЕЗАВІНАНАТРЫЕВЫ КОМПЛЕКС, МЕТАД, КІНЭТЫКА

Аб'ектам даследавання з'яўляецца тэхналагічны працэс размолу розных відаў целюлозы і працэс іх растварэння ў растворах ЖВНК. Прадмет даследавання – карэляцыя паміж працэсамі размолу целюлозы і яе растваральнасцю ў раствору ЖВНК.

Мэта дысэртацыйнай работы заключалася ў навуковым абгрунтаванні, распрацоўцы і ўкараненні хімічнага метаду ацэнкі здольнасці целюлозы да размолу ад яе растваральнасці ў жалезавінанатрыевым комплексе (ЖВНК).

Быў вывучан працэс растваральнасці целюлозы ў растворах ЖВНК рознага саставу. Разлічаны параметры растваральнасці целюлозы ў растворах ЖВНК рознага саставу і вызначан аптымальны састав растваральніка (ЖВНК), з дапамогай якога можна рэгуляваць і ацэнаваць змяненне структуры целюлозы з рознай ступенню памолу. Даследавана кінэтыка растваральнасці і набрыяння розных відаў размолатай целюлозы ў ЖВНК. Вывучана змяненне надмалекулярнай структуры розных відаў целюлозы ў працэсах яе растваральнасці і размолу. На аснове выяўленых заканамернасцей распрацаваны хімічны метады ацэнкі здольнасці целюлозы да размолу ў целюлозна-папяровай вытворчасці. Гадавы сумарны эканамічны эфект, які чакаецца ад выкарыстоўвання хімічнага метаду ацэнкі здольнасці целюлозы да размолу на прадпрыемствах АТ «Светлагорскі ЦКК» і УП «Папяровая фабрыка» Гознака, складае 41,5 млн. руб. (весна 2002 г.).

SUMMARY

SHLYK Helen Georgievna

DEVISING OF A CHEMICAL METHOD OF AN ASSESSMENT OF ABILITY OF PULP TO A GRINDING IN TECHNOLOGY OF PULP AND PAPER INDUSTRY

Keywords: PULP, GRINDING, SOLUBILITY, EWNN COMPLEX, METHOD, KINETICS

The object of investigation is process of a grinding of different types of pulp and process of their dissolution in solutions EWNN. The subject of research - correlation between processes of a grinding of pulp and its solubility in solution EWNN.

The purpose of dissertation work consists in a scientific basing, devising and intrusion of a chemical method of an assessment (evaluation) of ability of different types of pulp to a grinding on their solubility in EWNN complex.

The process of solubility of pulp in solutions EWNN of different makeup was studied. The solubility parameters of pulp in EWNN of different composition are calculated and the optimum composition of a dissolvent (EWNN) is defined, with which help it is possible to regulate and to estimate a modification of pulp structure during a grinding. The kinetics of solubility and swelling of different types of pulp with miscellaneous freeness in EWNN is investigated. The modification of supermolecular structure of different aspects of pulp during solubility and grinding is studied. Based on of the established regularities the chemical method of an assessment of ability of pulp to a grinding in pulp and paper industry is designed. Expected annual general economic benefit of application of a chemical method of an assessment of ability of pulp to a grinding at plants of joint-stock company "Svetlogorsk Pulp&Board Mill" and "Paper-mill" of Goznak will constitute 41,5 million. rub. (spring of 2002).