

В диссертационный совет
Д 212.249.07 при ФГБОУ ВО
«Сибирский государственный
университет науки и технологий имени
академика М.Ф. Решетнева»

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Ушакова Александра Васильевича **«Размол волокнистых полуфабрикатов высокой концентрации в целлюлозно-бумажном производстве»**, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.21.03 – «Технология и оборудование химической переработки биомассы дерева; химия древесины»

Диссертация изложена на 173 страницах, включая 94 рисунка и 17 таблиц; состоит из введения; аналитического обзора; теоретической части, экспериментальной части; оценки технико-экономической эффективности результатов работы; заключения и пяти приложений. Библиография содержит 112 наименований.

Основные положения диссертационной работы изложены в 17 публикациях, из них 2 в журналах из списка ВАК, одна проиндексирована в базе данных Scopus, докладывались и обсуждались на Всероссийских и Международных научно-технических конференциях. Результатом работы стали два патента Российской Федерации на изобретение № 2761544, № 2761545.

Актуальность темы диссертационного исследования.

Размол волокнистых полуфабрикатов является необходимым, самым важным и энергоемким процессом не только массоподготовки, но и всего производства бумаги. На российских предприятиях бумажной промышленности парк размольного оборудования в значительной степени представлен дисковыми рафинерами. Одним из эффективных путей повышения качества готовой продукции без заметного повышения себестоимости продукции, является совершенствование размола за счет использования новых видов гарнитуры и увеличение концентрации бумажной массы при размоле. Развитие современной технологии и оборудования для размола волокнистых полуфабрикатов, появление новых модификаций размалывающей гарнитуры при размоле высокой концентрации, требуют теоретического обоснования конструктивных и технологических параметров размалывающей гарнитуры, что, в свою очередь, приводит к необходимости уточнения влияния технологических параметров размола на свойства волокнистых полуфабрикатов и готовой продукции.

В связи с этим весьма актуальным представляется проведение дополнительных теоретических исследований и уточнение алгоритмов построения и механизмов воздействия гарнитуры с криволинейными ножами на волокнистые полуфабрикаты в условиях размола при высокой концентрации. Новые данные получены автором путем сочетания теоретических, расчетных и экспериментальных исследований.

Целью диссертационной работы автор определил разработку научных основ процесса размола волокнистых полуфабрикатов высокой концентрации с использованием конструкции гарнитуры с окружной формой ножей. На основании проведенного теоретического анализа построения единичного ножа криволинейной формы и геометрии распределения их на рабочей поверхности гарнитуры, определены скоростные и силовые характеристики разработанной гарнитуры при воздействии на волокно при высокой концентрации. Спроектирована и изготовлена новая гарнитура для лабораторной дисковой мельницы, выполнен эксперимент по комплексному влиянию факторов размола, на основании которого получены математические модели процесса размола при высокой концентрации, и выполнена оптимизация условий размола для получения бумажной массы с требуемым комплексом свойств, сочетая при этом теоретические и экспериментальные исследования.

В связи с этим, диссертационная работа Ушакова Александра Васильевича, посвященная комплексному изучению закономерностей механизма размола волокнистых полуфабрикатов при высокой концентрации, является весьма актуальной и интересной как в научном, так и практическом планах.

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

Обоснованность и достоверность результатов и выводов по работе базируется на применении научно-обоснованных методов, полученном большом массиве экспериментальных данных с применением современного лабораторного и испытательного оборудования, а также их математической и статистической обработке и аргументации, использовании актуальных литературных источников. Научные положения, выводы и рекомендации, посвященные количественной оценке результатов размола, свойств волокнистого полуфабриката в процессе размола и лабораторных листов бумаги, сформулированные в диссертации, подкреплены фактическими данными.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций. Достоверность результатов исследования обеспечена использованием апробированных теоретических положений, известными математическими выкладками, репрезентативными сериями экспериментов с привлечением аттестованных средств измерения, современных приборов, стандартных и новых методов анализа и испытаний.

Достоверность разработанных автором математических моделей, связывающих параметры размола с характеристиками бумажной массы и лабораторных образцов бумаги, подтверждена статистическими критериями, для расчета которых использовано современное программное обеспечение.

Научная новизна диссертационной работы А.В. Ушакова заключается в том, что впервые на установлены закономерности и механизмы воздействия гарнитуры с окружной формой ножей на характеристики волокнистой массы высокой концентрации за счет изменения вклада касательной силы. Получены математические зависимости, определяющие вклад каждого исследуемого технологического фактора на бумагообразующие свойства волокнистой массы и физико-механические характеристики отливок. Показана возможность получения бумаги с улучшенными физико-

механическими свойствами за счет оптимизации условий размола при высокой концентрации волокнистого полуфабриката.

Значимость для практики выводов и рекомендаций диссертанта.

В работе представлены результаты и даны рекомендации по размолу растительных волокнистых полуфабрикатов высокой концентрации, позволяющие повысить производительность размольного оборудования, улучшить качество размалываемой массы и снизить энергозатраты на размол.

Разработана и защищена патентами новая конструкция гарнитуры дисковой мельницы для размола волокнистого полуфабриката высокой концентрации, позволяющая улучшить бумагообразующие свойства волокнистой массы и решать вопросы транспортирования ее в зоне размола. Представленные в диссертационном исследовании разработки позволяют рекомендовать их для использования в производстве бумаги. Отдельные исследования нашли применение в учебном процессе СибГУ им. М.Ф. Решетнева, при изучении специальных дисциплин: «Теория и конструкции машин и оборудования отрасли» и «Перспективные конструкции оборудования отрасли».

Достоверность основных положений, выводов и рекомендаций обоснована их сопоставимостью с основными положениями известных теоретических концепций и в целом соответствует современным воззрениям на механизмы размола волокнистых полуфабрикатов при высокой концентрации. Достоверность выводов и рекомендаций автора основана на применении современных методов, методик, поверенных приборов и оборудования, использовании стандартных методов проведения эксперимента с обработкой данных методами математической статистики.

Соответствие диссертации и автореферата требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней. Диссертационная работа А.В. Ушакова направлена на решение научно-практической проблемы, имеющей большое значение для развития отрасли знаний о размоле волокнистых полуфабрикатов при высокой концентрации. Содержание диссертационной работы соответствует поставленным в ней целям и задачам. Положения, выносимые на защиту подтверждены содержанием диссертации. Автореферат и публикации отражают содержание работы и дают представление о вкладе автора, новизне и значимости результатов.

Личный вклад соискателя в разработку научной проблемы, репрезентативность эмпирического материала. Личное участие автора не вызывает сомнений и заключается в реализации основных идей диссертации, а также в постановке и решении задач теоретического, расчетного, экспериментального и прикладного характера. При непосредственном участии автора определены направления проведения работы, выполнены экспериментальные исследования, обработаны результаты и объяснены полученные данные, сформулированы положения научной новизны, практической значимости и общие выводы, которые показали, что, по мнению автора, для поставленных задач решение найдено. Автору принадлежат основные идеи опубликованных в соавторстве и использованных в диссертации работ.

Оценка содержания диссертационной работы. В диссертационной работе А.В. Ушакова дана критическая оценка современных представлений о процессе размола и формировании бумагообразующих свойств волокнистых полуфабрикатов в процессе размола при высокой концентрации. Рассмотрены, усовершенствованы и предложены новые теоретические подходы и методы для расчета характеристик размалывающей гарнитуры с криволинейной формой ножей в условиях размола при высокой концентрации. Причем рассмотрены как теоретические, так и практические аспекты изучаемой проблемы. Приведены результаты экспериментов по влиянию факторов размола и типа размалывающей гарнитуры на результаты размола. С применением современных приборов установлены структурно-морфологические и бумагообразующие свойства размолотого волокнистого полуфабриката. Положительной чертой работы является то, что автор сочетает теоретический расчет и практический результат работы размольной установки. Надо также отметить проведенную попытку выполнить технико-экономическое обоснование предлагаемой технологии размола.

В первой главе диссертации, являющейся обзором теоретических и экспериментальных исследований в области размола растительных волокнистых полуфабрикатов, автор описывает и анализирует современное состояние теоретических представлений о процессе размола в ножевых размольных установках. Отражены вопросы влияния конструктивных параметров ножевых машин на размол. Подробно рассмотрены вопросы размола при высокой концентрации. Изложены основные сведения о природе явлений, имеющих место при механическом воздействии ножевой гарнитуры на волокно в водной среде с особым вниманием на поведение материала при повышенной концентрации. По результатам обзора сделаны выводы и сформулированы цели и задачи исследования.

Во второй главе диссертации представлены теоретические выкладки по движению волокнистой массы в зоне размола, обоснования построения ножевой размольной гарнитуры с криволинейной формой ножей, определены основные технологические параметры и скоростные характеристики проектируемой гарнитуры. Рассмотрены особенности геометрического построения ножа окружной формы, и выведено уравнение характера изменения силовых воздействий на волокно.

В третьей главе представлены методики и результаты экспериментальных исследований по изучению процесса размола лиственной бленой сульфатной целлюлозы на разработанной лабораторной дисковой мельнице при высокой концентрации, описание полученных автором результатов и объяснения наблюдаемых изменений. Дана характеристика использованных в эксперименте размалывающих гарнитур. Представлены условия проведения эксперимента для четырех входных параметров и результаты регрессионного анализа для 16 выходных параметров. Для построения математической модели процесса, проверки её адекватности и оценки влияния на процесс каждого учитываемого технологического фактора использован регрессионный анализ. Математическая обработка выполнена средствами прикладных программ STATGRAPHICS®. При анализе полученных закономерностей проведен факторный анализ структуры связей между выходными параметрами.

В четвёртой главе проведена оценка технико-экономической эффективности процесса размола массы высокой концентрации, с учетом конструктивных особенностей размалывающих гарнитур.

В приложениях представлены данные о характере изменения параметра β_x в зависимости от изменения угла C , матрица планирования эксперимента, коэффициенты уравнений регрессий и статистические параметры моделей, результаты регрессионного анализа, гистограммы распределения длины волокон, корреляционная матрица.

По диссертационной работе А.В. Ушакова имеются следующие **замечания**, количество которых во-многом связано с вызванным интересом к полученным автором результатам:

1) В экспериментах использован один вид сырья – беленая целлюлоза из лиственных пород древесины. Объясните целесообразность использования в композиции бумаги именно этого волокнистого полуфабриката, причем размалываемого при высокой концентрации.

2) Ни в тексте диссертации, ни в приложениях не представлены численные значения выходных параметров, полученные в результате реализации планированного эксперимента. Это затрудняет анализ полученных результатов.

3) С ростом концентрации размалываемой массы до 20 % автор получает в результате снижение прочностных характеристик бумажных отливок. С чем это связано? Объясните целесообразность повышения концентрации волокнистой массы до 20 % в процессе размола полуфабриката.

4) При обработке результатов планированного эксперимента традиционно применяются методы оптимизации. Какие методы оптимизации использовал автор в своей работе, на основании которых сделаны заключения о наилучших условиях размола?

5) В производстве ряда видов упаковочной бумаги, размол при высокой концентрации применяется для увеличения растяжимости бумаги, оцениваемой по относительному удлинению при разрыве и работе разрушения, выражаемой через показатель ТЕА. Однако автором не проведено измерение этих характеристик. Требуется пояснение, почему?

6) В качестве выходных параметров при реализации планированного эксперимента автор использовал характеристики бумажной массы, которые взаимосвязаны друг с другом. Например, увеличение относительного содержания мелкой фракции волокон неизбежно происходит одновременно с сокращением количества длинноволокнистой фракции. Или увеличение доли мелочи связано со снижением средней длины волокна. В результате, в реальности невозможно одновременно, например, увеличить эти два параметра, хотя математически это возможно. Поэтому по данному вопросу требуются разъяснения.

7) Автором сделан важный вывод о значимости показателя «индекс фибрилляции» при оценке бумагообразующих свойств целлюлозы. Автоматический анализатор волокна, использованный в работе, дает оценку только внешней фибрилляции.

Тогда как при размоле при высокой концентрации сильно возрастает степень внутренней фибрилляции, на которой автор внимания не акцентирует, в то время, как ее влияние на механические свойства очень существенно. Хотелось бы услышать мнение автора по этому вопросу.

8) В приложениях к работе не представлены сканы патентов, полученных автором при выполнении работы.

Заключение

Диссертационная работа А.В. Ушакова является законченной научно-квалификационной работой, обладает научной новизной, имеет важное научно-технологическое значение и содержит научно обоснованные технические и технологические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития отрасли знаний о размоле волокнистых полуфабрикатов при высокой концентрации в целях повышения эффективности размола на бумажных фабриках.

Перечисленные замечания не снижают научной и практической ценности работы. Представленная к защите работа соответствует требованиям п. 9–14 действующего «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, и п.17 паспорта специальности ВАК РФ 05.21.03 – «Технология и оборудование химической переработки биомассы дерева; химия древесины», а ее автор Ушаков Александр Васильевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.21.03 – «Технология и оборудование химической переработки биомассы дерева; химия древесины».

Официальный оппонент,
профессор кафедры целлюлозно-бумажных
и лесохимических производств
ФГАОУ ВО «Северный (Арктический)
федеральный университет имени М.В. Ломоносова»,
доктор технических наук, профессор

Я.В. Казаков

Информация об оппоненте
Казаков Яков Владимирович,
Почтовый адрес 163002, г. Архангельск, Набережная Северной Двины, 17
Тел. (8182) 21 61 82; моб. тел. +7 911 564 90 41
E-mail: j.kazakov@narfu.ru
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова»
доктор технических наук (специальность – 05.21.03), ученое звание – профессор,
должность – профессор кафедры целлюлозно-бумажных и лесохимических производств

29 августа 2022 г.

