

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
Федерального государственного
бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Санкт-Петербургский
государственный лесотехнический
университет имени С.М. Кирова»



В.М. Гедьо

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Мидукова Николая Петровича «Ресурсосберегающая технология тест-лайнера с белым покровным слоем», представленную на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 05.21.03 – «Технология и оборудование химической переработки биомассы дерева; химия древесины».

Диссертационная работа Мидукова Н.П. выполнена на кафедре процессов и аппаратов химической технологии в Высшей школе технологии и энергетики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна» и посвящена разработке ресурсосберегающей технологии картона тест-лайнера с белым покровным слоем. Автор решает научную и техническую проблему высоких энергетических затрат при производстве картона, вместе с тем решается задача рационального использования ресурсов, что достигается полным переходом на вторичное сырьё. Диссертация имеет прикладной характер, в которой даются конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов для сбережения энергетических и сырьевых ресурсов.

Актуальность темы диссертационного исследования

Актуальность темы диссертационной работы обусловлена отсутствием в России производства тест-лайнера с белым покровным слоем полностью из макулатуры и высокими энергетическими затратами традиционного производства. В нашей стране для изготовления белого покровного слоя используются, главным образом, первичные полуфабрикаты, которые по стоимости выше в 3,5 раза, чем вторичные. В связи с этим возникает необходимость использования макулатуры при изготовлении покровного слоя и подслоя картона. Поэтому разработка технологии очистки вторичных волокон от печатной краски, несомненно, является актуальным направлением исследований.

В тоже время известно, что условия традиционного мокрого производства требует высоких затрат энергии. В первую очередь это связано с тем, что макулатурная масса подготавливается при концентрации 2...6 % сухого волокна, а остальное (94...98 %) – вода, на транспортировку и обработку которой требуется много энергии.

Таким образом, автор диссертационной работы решает две, несомненно, актуальные проблемы за счёт использования сухого способа подготовки и при этом сталкивается с проблемой снижения механических показателей картона. Сохранение механических показателей картона и повышение поверхностных свойств при подаче в производство вторичных волокон, подготовленных сухим способом, достигается в работе комбинацией сухой и традиционной мокрой технологий. Автор успешно добивается сохранения механических характеристик за счёт многослойного формования картона и определения стадии подачи волокон, подготовленных сухим способом, в технологию изготовления картона.

Структура и объём диссертации

Диссертационная работа Мидукова Н.П. состоит из введения, четырёх глав, заключения и выводов, списка использованных источников (242 наименования) и 7 приложений. Диссертация изложена на 304 страницах машинописного текста, содержит 13 таблиц и 127 иллюстраций. Структура, объём диссертационной работы и её оформление соответствуют существующим требованиям.

Общая характеристика диссертационной работы

Во введении обоснована актуальность темы диссертации и показана степень её разработанности, определены цель и научные задачи, отражены научная новизна и практическая значимость, приведены методология и основные методы исследования, а также положения, выносимые на защиту, указаны предприятия, на которых проводились опытно-промышленные работы, обоснована степень достоверности результатов и их апробация.

В первой главе представлен аналитический обзор литературных источников, на основе которого оценено современное состояние заявленной научной проблемы, сравниваются ожидаемые результаты с мировым уровнем. Проведён анализ рынка гофро материалов и сырья в России, который подтверждает актуальность выбранной темы работы. В разделе дан подробный анализ технологии многослойного формования касательно картона тест-лайнера и оборудования для создания условий производства. Основной акцент делается на поиск путей сохранения механических показателей при сокращении энергетических затрат за счёт использования сухого способа подготовки макулатуры. На основании критического анализа источников литературы установлено, что использование сухого способа подготовки макулатуры не использовалось ранее при изготовлении картона тест-лайнера. В свя-

зи с этим, автор ставит задачи экспериментальной и фундаментальной проработки исследования, которая должна быть реализована в условиях отечественной промышленности. Детально рассматривается состав макулатурного сырья для изготовления каждого из слоёв картона, после чего автор приходит к выводу, что существующие методы исследований процессов связеобразования волокон в картоне из макулатуры неприменимы и требуют нового подхода для оценки.

Во второй главе изложены общие представления о механизме и оценке связеобразования волокон, в ней изложена фундаментальная часть работы, которая посвящена разработке новых положений. Детально описан метод подготовки поперечного среза ионной резкой и оценки факторов, определяющих физико-механические показатели картона тест-лайнера. С помощью разработанного метода автор количественно оценивает факторы, оказывающие влияние на связеобразование волокон в картоне тест-лайнере с белым покровным слоем. Установлены общая протяжённость контакта волокон в поперечном срезе двухслойного картона, распределение линий контакта волокон по размерам, равномерность распределения линий контакта в слоях и в двухслойном картоне в целом. По аналогичному с линиями контакта волокон принципу оценивались протяжённость линий контакта стенок волокон и равномерность их распределения. Определены области срезанных волокон и равномерность их распределения в поперечном срезе картона, однородность формования, показатели шероховатости и пористости каждого слоя и картона в целом. Таким образом, установлена степень влияния факторов, определяющих связеобразование, которая, в свою очередь, обуславливает изменение механических характеристик картона. Разработанные новые фундаментальные представления о связеобразовании стали практическими рекомендациями для экспериментальных исследований и позволили корректно поставить цели и задачи опытов в лаборатории и в условиях производства многослойного картона.

В третьем разделе представлены результаты экспериментальных исследований по разработке ресурсосберегающей технологии многослойного картона тест-лайнера с белым покровным слоем, направленные на снижение энергетических и сырьевых затрат при сохранении механических и поверхностных характеристик картона.

В широком диапазоне концентраций сухих волокон и волокон, очищенных от печатной краски, представлены физико-механические характеристики картона. В ходе экспериментальных исследований автором получены образцы двух- и трёхслойного картона. Поскольку в России на сегодняшний день установлены плоскосеточные устройства для формования картона в два слоя, а в Европе в три, то в экспериментальных условиях изготавливали двух- и трёхслойные образцы картона. На сегодняшний день европейский опыт имеет большие перспективы в России, так как коэффициент использования макулатуры в нашей стране неуклонно и быстро растёт.

Отдельная небольшая часть работы затрагивает вопросы традиционной мокрой подготовки макулатуры для формования нижнего слоя. Однако основные экспериментальные исследования направлены, в частности, на разработку ресурсосберегающей технологии для получения покровного слоя белого цвета. Установленные закономерности изменения физико-механических свойств, таких как белизна, сопротивление разрыву, продавливанию, сжатию на коротком расстоянии, изгибу, расслаиванию от содержания макулатуры, очищенной от печатной краски и подготовленной сухим способом, дали возможность успешно отработать технологический процесс подготовки макулатуры сухим способом в промышленных условиях на отечественном предприятии.

В четвертой главе приведены данные сопоставления физико-механических показателей образцов картона, полученных по существующей и разрабатываемой технологиям. В условиях предприятия, где проводилась опытно-промышленная выработка, оценено снижение энергозатрат на производство картона по запатентованной технологии. Детально описана разрабатываемая технология, а также представлена информация о предприятиях, на которых подготавливалось сырьё и изготавливался картон. Согласно результатам, полученным при опытно-промышленной выработке, подача 50 % макулатуры, подготовленной сухим способом, в покровный слой практически не снижает основные физико-механические показатели двухслойного картона. Выявлено снижение энергетических затрат более чем на 50 кВт·ч на тонну вырабатываемого картона по предлагаемой технологии, вместе с тем учитывались энергетические затраты на подготовку макулатуры сухим способом. Результаты расчёта экономического эффекта от внедрения сухой подготовки макулатуры на предприятие представлены в приложениях диссертации.

Степень достоверности

Научные положения, выводы и рекомендации основываются на достаточном экспериментальном материале, который был получен в соответствии с международными и российскими стандартами. Полученные закономерности не противоречат общепринятым научным представлениям. Технологический процесс изготовления картона с белым покровным слоем отработан в промышленных условиях. В массоподготовительный отдел производства покровного слоя тест-лайнера на ОАО «Караваево» (пос. Караваево Московской области) были поданы волокна макулатуры, подготовленные сухим способом на предприятии ООО «Дробтехмаш» (Санкт-Петербург). Успешные результаты внедрения стали основой для расчёта ожидаемого экономического эффекта для ООО «Прикамский картон» (г. Пермь). Основные положения диссертационной работы докладывались, обсуждались и получили положительную оценку на международных научно-технических конференциях.

Научные и практические результаты работы

Научная новизна диссертационной работы заключается в разработке нового подхода оценки связеобразования волокон, базирующегося на исследовании поперечного среза, полученного ионной резкой совместно с обработкой расчётными и графическими программами. На разработанный метод получено положительное решение по заявке на изобретение. Впервые количественно оцениваются факторы, определяющие связеобразование волокон в макулатурном картоне.

Композиция многослойного тест-лайнера с белым покровным слоем, содержащая очищенную от печатной краски макулатуру в среднем слое, ранее не использовалась в условиях производства картона. Разработаны технология и оборудование (защищены патентами РФ), позволяющие снизить энергозатраты и повысить бумагообразующие свойства макулатурной массы при дороспуске в пульсационных диспергаторах с использованием химических реагентов.

Научной новизной обладает впервые разработанная и защищённая патентом РФ ресурсосберегающая технология многослойного тест-лайнера, в основе которой лежит метод комбинированной подготовки макулатурной массы, включающий сухую подготовку. Способ запатентован автором в Российской Федерации.

Практическая значимость заключается в разработке практических рекомендаций, которые могут быть использованы при проектировании и строительстве существующих технологических потоков производства картона тест-лайнера с белым покровным слоем в России при использовании технологии очистки газетной макулатуры от печатной краски для формования среднего слоя картона. Опытно-промышленная выработка тест-лайнера с белым покровным слоем на отечественном предприятии имеет важное практическое значение, поскольку на сегодняшний день в России практически отсутствует технология картона тест-лайнера со стадией очистки макулатурной массы от печатной краски для формования верхнего покровного и среднего слоёв.

Разработанная технология, которая включает сухую подготовку макулатуры с последующим размолотом в водной среде, может найти применение в отечественной промышленности многими изготовителями картона. Практическая значимость разработанной технологии производства тест-лайнера с белым покровным слоем с использованием технологии сухой подготовки макулатуры определяется снижением удельных затрат энергии более, чем на 50 кВт·ч на тонну выпускаемой продукции.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Диссертация имеет прикладной характер, а полученные результаты работы решают научную проблему, имеющую важное хозяйственное значение. Следует выделить несколько основных конкретных рекомендаций по использованию результатов и выводов диссертации:

1. Новые фундаментальные положения о связеобразовании целлюлозных волокон применимы для оценки влияния факторов, определяющих механические свойства бумаги и картона. В отличие от разработанных ранее фундаментальных и теоретических положений, предложенный автором подход оценивает связеобразование в макулатурном картоне с неизвестным и неустановленным составом. Несомненно, это является научным открытием в области изучения физико-механических свойств бумаги и картона.

2. Разработанный способ (на него получено положительное решение по заявке на изобретение) позволяет на одном образце количественно и качественно оценить 13 показателей, которые определяют физико-механические свойства картона. Поэтому рекомендуется использовать его на практике для определения шероховатости, распределения толщины слоёв по размерам, протяжённости линий контактов волокон и равномерности их распределения, протяжённости линий контактов стенок волокон и равномерности их распределения, плотности волокнистого материала, равномерности формования слоёв, пористости и равномерности их распределения, фибрилляции волокон, содержания наполнителя и равномерности его распределения.

3. Полученные зависимости физико-механических показателей от содержания очищенной от печатной краски макулатуры могут быть использованы для повышения белизны и механических показателей картона. Пример использования газетной макулатуры при очистке от печатной краски позволит предприятиям изготовителям картона решить проблему дефицита макулатуры для формования белого покровного слоя.

4. Полученные экспериментальные данные по оценке влияния пульсационного воздействия на энергозатраты при дороспуске макулатурной массы рекомендуется использовать при формовании слоя картона традиционным мокрым способом. Предприятия-изготовители картона могут воспользоваться этими данными с целью снижения энергозатрат на подготовку массы и сохранение бумагообразующих свойств волокон, которые достигаются путём замены ножевой обработки волокон пульсационным воздействием.

5. Наиболее важной рекомендацией для предприятий-изготовителей картона, с точки зрения экономии энергии, является переход на технологию комбинирования мокрого и сухого способов подготовки макулатуры. Оптимальные дозировки волокон, подготовленных сухим способом, рекомендуется производителям многослойного картона в нашей стране и в мире, поскольку зависимости физико-механических свойств получены для производства двух- (технология распространённая в России) и трёхслойного (используется в Европе) картона.

6. Положительный опыт производства картона тест-лайнера с белым покровным слоем в условиях отечественного предприятия позволяет рекомендовать технологию очистки от печатной краски, поэтому результаты экспериментальных исследований можно использовать как практические рекомендации при модернизации существующих и создании новых технологических линий подготовки макулатурной массы.

7. Успешный опыт снижения энергетических затрат рекомендуется использовать на предприятиях-изготовителях плоских слоёв гофрокартона (лайнеров). Результаты расчёта экономической эффективности, выполненные по условиям опытно-промышленной выработки по предлагаемой запатентованной технологии, могут использоваться для оценки ожидаемого эффекта перед внедрением технологии в производство картона.

Перспективным направлением развития полученных в диссертационной работе результатов является совершенствование методов определения физико-механических свойств картона по микроструктуре, что позволит оценить широкий ряд показателей картона, используя один образец.

Принцип количественной оценки факторов, определяющих связеобразование волокон, в перспективе может стать основой для создания прибора, оценивающего комплекс физико-механических показателей. Результаты работы по исследованию трёхслойного формования картона тест-лайнера с белым покровным слоем получены и проанализированы с расчётом на перспективу появления в России плоскосеточных устройств для формования тест-лайнера в три слоя.

Замечания по диссертационной работе

1. В материале диссертации некорректно и неинформативно сформулирована научная новизна. Она приведена в виде аннотации, а необходимо изложить сущность новизны работы. В разделе «научная новизна» приведено, чем она подтверждена, а в чём конкретно – не раскрыто. Также не указано, в чём заключается научный вклад автора в науку о связеобразовании волокон и что нового внесено в эту науку. Основной упор был сделан на решение технической задачи (предложено техническое решение), а научная составляющая работы была представлена недостаточно.

2. Методическую часть работы следовало выделить в отдельную главу, где указать характеристику сырья и материалов, стандартные методы исследования, предложенные автором оригинальные методики, а также методы статистической обработки экспериментальных данных.

3. В выводах также не нашла отражения научная новизна работы и не отражены основные положения, выносимые на защиту. Выводы, представленные в диссертации и в автореферате, не раскрывают сущность достигнутого в диссертации результата и фактически являются аннотацией того, что было сделано в работе.

4. Общепринятые требования к оформлению рисунков не везде соблюдены – неверно выбран масштаб, в результате чего график не занимает все поле, что снижает его информативность и ухудшает восприятие (рис. 3.21, 3.22, 3.23, 4.4, 4.5, 4.26 и 4.27). Обозначения кривых на рис. 3.21, 3.22 и 3.23 должны быть в подрисуночной надписи, на рис. 4.27 нет подписи оси абсцисс, на рис. 4.26 и 4.27 на диаграмме с одной шкалой на оси ординат пред-

ставлены данные и суточных, и удельных затрат энергии на тонну картона и сухого волокна.

5. В диссертации не приведено достаточно информации о перспективности использования разработанного метода, о том, может ли он быть распространён на какие-либо другие области применения. Также не указано, насколько пригодны результаты фундаментальных исследований для использования в науке и производстве.

Заключение

Отмеченные замечания не снижают научный уровень и практическую ценность диссертации. Содержание автореферата соответствует основным положениям диссертационной работы.

Основные материалы диссертации изложены в 47 научных работах. Опубликовано 1 монография и 1 учебное пособие, прошедшее рецензирование Министерством науки и высшего образования РФ. 11 публикаций включены в перечень рекомендованных ВАК изданий для защиты кандидатских и докторских диссертаций по специальности 05.21.03 – «Технология и оборудование химической переработки биомассы дерева; химия древесины». 7 статей опубликованы в журналах, которые цитируются в базах Web of Science и Scopus; получено 4 патента РФ и 2 положительных решения на изобретение и полезную модель. Результаты работы многократно докладывались на международных и всероссийских научных конференциях.

Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований решена научная проблема повышения эффективности использования энергетических ресурсов и рационального использования вторичного сырья, имеющая важное хозяйственное значение, и которая решается в работе комбинированием сухой и традиционной мокрой технологий, при этом сохраняются механические характеристики за счёт многослойного формования картона, а также определением стадии подачи в производство волокон, подготовленных сухим способом.

Диссертация Мидукова Николая Петровича на тему **«Ресурсосберегающая технология тест-лайнера с белым покровным слоем»** соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней» (Постановление Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, ред. от 01.10.2018 г.), а её автор Мидуков Николай Петрович заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по специальности 05.21.03 – «Технология и оборудование химической переработки биомассы дерева; химия древесины». Согласно паспорту специальности, диссертация относится к областям исследований: химия и технология бумаг и картона (п. 6); энергосберегающие и интенсивные технологические процессы более эффективного использования вторичных топливных и энергетических ресурсов химической технологии древесины с целью экономии натуральных видов топлива в техноло-

гии химической переработки биомассы дерева (в ЦБП, ГП, ЛХП, ДСП и ДВП) (п. 19).

Отзыв утверждён на заседании кафедры технологии древесных композиционных и целлюлозных материалов СПГЛТУ имени С.М. Кирова, протокол № 6. от 19 марта 2020 г.

Заведующий кафедрой,
доктор технических наук, профессор
тел.: (812) 670-93-43
E-mail: wood-plast@mail.ru

Шелоумов
Андрей Валентинович

Профессор кафедры,
доктор технических наук,
Заслуженный деятель науки РФ

Леонович
Адольф Ануфриевич