

**Отзыв
официального оппонента**

на диссертацию 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»

Для получения картона или отдельных его слоев из макулатурного сырья могут применяться как классический мокрый способ подготовки макулатуры, так и сухой. Несмотря на недостатки сухой подготовки макулатуры (разрушение волокна, ухудшение бумагообразующих свойств макулатурной массы, снижение механических характеристик картона), ее применение позволяет сократить энергетические и сырьевые затраты на производство. Безусловно, этот способ не находит применения при производстве прочных видов бумаги и картона. Однако экспериментальная и теоретическая проработка процессов, происходящих при этом с волокнами, связеобразования между ними позволят установить минимальные материальные и энергетические затраты, при которых механические показатели картона будут соответствовать допустимому уровню, в том числе – в случае послойного формования картона, при котором сухой способ подготовки макулатуры применяется только для получения покровного слоя, а остальные слои изготавливаются классическим мокрым способом.

Фундаментальной задачей в данной области является оценка и направленное воздействие на факторы, определяющие показатели качества макулатурного картона с заведомо неустановленным составом. Тест-лайнер состоит из вторичных волокон и содержит примеси, поэтому чрезвычайно сложно, но очень важно оценить влияние сухого способа на изменение активности функциональных групп целлюлозы по известным методам ИК-спектроскопии и по теплоте смачивания.

В связи с вышесказанным, диссертационная работа Мидукова Н.П., посвященная решению задачи по созданию ресурсосберегающей технологии производства картона тест-лайнера с белым покровным слоем, производимым полностью из макулатуры представляются вполне *актуальной* и интересной, особенно в практическом плане. Особую своевременность она приобретают в свете развития принципов функционирования циркулярной экономики, когда на первый план выходят технологии, подразумевающие использование отходов, вторичного сырья для производства новых видов продукции.

Диссертация Николая Петровича изложена на 304 страницах, включает 127 рисунков, 13 таблиц и 7 приложения, библиографический список включает 242 наименования. Построение диссертации является традиционным, достаточно логичным, позволяет вникнуть в суть работы и делать самостоятельные выводы, в основном, подтверждающие рассуждения автора.

Во введении раскрыта актуальность темы диссертации и показана степень её разработанности, в соответствии с которыми поставлены цель и задачи исследования. Далее излагается научная новизна и практическая значимость диссертации, указываются

предприятия, на которых осуществлялись опытно-промышленные выработки, лаборатории, в которых проводились экспериментальные исследования. Во введении соискатель дает собственную оценку обоснованности и степени достоверности результатов исследований.

В первой главе диссертации проведен анализ научной и патентной литературы. При составлении главы задействованы 144 ссылок – монографий, статей в отечественных и зарубежных научных журналах, материалов конференций различного уровня, учебные пособия, стандарты. Содержание главы отражает уровень исследований и технологий по рассматриваемой тематике. В обзоре литературы описаны существующие технологические особенности производства картона из макулатуры различными способами; состав, структуру макулатурных картонов и межволоконные взаимодействия в них; методы оценки сил межволоконных связей. Выводы по обзору литературы логично взаимосвязаны с постановкой цели и задач диссертационного исследования.

Как правило, второй главой диссертаций является раздел, где описываются объекты, методы и методики исследования. Николай Петрович решил отойти от этого формата. Забегая вперед, отмечу, что в связи с этим возникают некоторые сложности в оценке результатов исследования, сравнении свойств материалов друг с другом. Иногда не понятно, в различных частях диссертации приведены характеристики одного и того же материала или разных? Ознакомившись с дальнейшим со способами получения и обработки объектов исследования, о примененных методах изучения их свойств и характеристик можно констатировать, что были применены как традиционные методы изучения структуры и свойств материалов, так и современные, высокотехнологичные методы, в том числе – авторские. Отмечу, что применяемые методы исследования, безусловно, отвечают уровню постановки задач диссертационной работы.

Во второй главе Мидуков Н.П. предлагает принципиально новый подход к оценке связеобразования волокон, который позволил количественно оценить факторы, определяющие физико-механические показатели картона. Оценка факторов осуществляется на основе исследования макро- и микроструктуры поперечного среза картона. Соискатель использовал в работе новые технологии подготовки образцов к сканирующей электронной микроскопии и продемонстрировал широкие возможности цифровой обработки изображения микроструктуры поперечного среза, позволяющей определить протяженность линий контактов волокон, стенок волокон и равномерность их распределения, площади среза волокон, однородность формования отдельно взятых слоев и многослойного картона в целом, шероховатость, пористость, распределение наполнителя и другие характеристики. Разработанный метод (на него получено положительное решение по заявке на изобретение) открывает широкие возможности для исследователей свойств бумаги и картона. Он позволил Николаю Петровичу оценить особенности связеобразования волокон в макулатурном картоне. В качестве примера представлена оценка микроструктуры картона, полученного тремя вариантами – сухим диспергированием и аэродинамическим формованием покровного слоя; сухим диспергированием макулатуры с подачей в массу и классическим мокрым формованием; сухим диспергированием с последующим размолотом в водной среде. Это позволило научно обоснованно разработать комбинированную (сочетающую инновационную сухую и классическую мокрую) технологию подготовки макулатуры, установить стадии подачи макулатуры, режимы сухой подготовки сырья.

Выводы 1 и 2, сделанные по результатам работы, приведенным в данном разделе вполне логичны и верны.

Основным *вопросом* по этой части диссертационной работы является следующий. Каким образом разработанный метод учитывает гетерогенность структуры картона, наличие наполнителей, связующих, проклеивающих веществ и т.д.? Их присутствие, безусловно, отражается на процессах связеобразования волокон в материалах. В диссертации пояснений на этот счет я не увидел. Есть лишь размышления о блокирующем влиянии на внешние, контактирующие поверхности волокон наполнителя (мела) в составе покрывного слоя.

Еще один *вопрос*: почему не представлена оценка микроструктуры картона, полученного классическим мокрым способом? Мне кажется, ее интересно бы было сравнить и со структурой картона, полученным по предлагаемым соискателем вариантам его изготовления, и с литературными данными, полученными при использовании традиционных методов оценки структуры целлюлозно-бумажных материалов.

В третьей главе соискатель представил информацию об экспериментальной оценке перечисленных вариантов получения картона, определил оптимальную дозировку волокон сухой подготовки, которая соответствует допустимым физико-механическим свойствам многослойного картона с максимально возможным содержанием волокон сухого способа подготовки. Он проанализировал зависимости между свойствами картона и содержанием макулатуры, подготовленной сухим способом в покрывном слое двухслойного тест-лайнера и в среднем слое трёхслойного, представил связь уровня физико-механических и оптических свойств картона с содержанием очищенной от печатной краски макулатуры (на примере газетной макулатуры). Выводы 3, 4 и 5, сформулированные по итогам проделанного исследования, обоснованы и достоверны.

По этой части диссертационной работы имеются следующие *замечания*. Во-первых, на рисунках 3.7-3.19 приведены зависимости комплекса свойств тест-лайнера от содержания газетной макулатуры в его подслое. Большинство изменений находится в пределах ошибки эксперимента. Однако на ряде зависимостей наглядно видно увеличение механических свойств тест-лайнера при увеличении содержания макулатуры с низкими механическими характеристиками. Механизм данного, не совсем логичного повышения уровня свойств материала не раскрыт. Во-вторых, нет четко показанной корреляции данных полученных в третьей главе диссертации с фундаментальными представлениями, описанными во второй главе. Приведение зависимостей комплекса свойств материалов от уровня связеобразования волокон в них было ожидаемо и казалось вполне уместным.

Оптимальные рецептуры композиции картона тест-лайнера, представленные в третьей главе, стали основой для разработки практических рекомендаций для осуществления промышленных выработок картона по предложенной ресурсосберегающей технологии. В четвертой главе представлено описание предложенной технологии и результаты внедрения сухой подготовки макулатуры в производство. Результаты экспериментальных и фундаментальных исследований в полной мере были использованы для осуществления промышленных испытаний ресурсосберегающей технологии тест-лайнера с белым покрывным слоем по запатентованной соискателем технологии.

Основная идея сокращения энергозатрат при производстве картона тест-лайнера с белым покрывным слоем заключается в том, чтобы снизить производительность аппаратов массоподготовительного отдела, которые расположены перед подачей сухих волокон, а именно перед стадией размола массы. Успешно реализованная промышленная выработка подтвердила целесообразность использования предложенной технологии при производстве картона тест-лайнера. Сохранив качественные показатели картона, автор добился снижения удельной энергетической нагрузки примерно на 50 кВт·ч на тонну продукции. Подробный экономический расчёт эффективности внедрения технологии сухой подготовки представлен в приложении.

Как результат, выводы 6 и 7, приведенные в диссертации верны и являются украшением и логическим завершением проделанной диссертантом работы.

В качестве **замечания** к данному разделу диссертации выскажу мнение, что экономические расчеты, произведенные диссертантом совместно с представителями СПбГУПТД и ОАО «Караваяево» и ООО «Прикамский картон» должны быть проверены на практике и получены на реальном производстве, а не представлены лишь в виде предположений. Хотя, вполне возможно, для этого требуется значительно больший срок, чем тот, которым располагал диссертант.

Основные результаты работы и выводы, сделанные автором, не противоречат существующим научным представлениям, научный уровень диссертации отличается достаточной глубиной теоретических и экспериментальных разработок, гипотеза исследования вытекает из имеющихся литературных и патентных данных, рекомендации подтверждаются внедрением практических результатов работы. **Научная новизна** полученных результатов состоит в разработке методики оценки межволоконных сил, базирующихся на исследовании поперечного среза многослойного тест-лайнера ионной резкой с дальнейшей обработкой цифрового изображения; в разработке технологии и оборудования, снижающих энергозатраты и повышающих бумагообразующие свойства макулатурной массы при дороспуске в пульсационных диспергаторах с использованием химических реагентов. Также впервые получены зависимости физико-механических свойств от содержания волокон, подготовленных сухим способом в тест-лайнере. **Обоснованность практических рекомендаций** автора доказывается четырьмя патентами РФ на изобретения, промышленными выработками двухслойного тест-лайнера с белым покрывным слоем на ОАО «Караваяево», принеся экономический эффект. Разработанная технология сухой подготовки макулатуры была внедрена на ООО «ДробТехМаш».

Основные положения диссертационной работы изложены в 47 публикациях, в том числе в монографии, в двух учебных пособиях, в четырех патентах, в шести статьях в журналах, представленных в базе данных Scopus и Web of Science, в восемнадцати статьях в журналах, рекомендуемых ВАК Минобрнауки России. Результаты исследований докладывались и обсуждались на Международных и Всероссийских научно-технических конференциях. Автореферат и опубликованные работы в основном отражают научные положения и выводы диссертации, подтверждают существенный личный вклад соискателя в постановке целей, задач исследования, получении и обсуждении научных данных,

практической реализации идей. Отмеченные в работе недостатки не снижают качество исследований и не влияют на главные теоретические и практические результаты диссертации.

Заключение

Считаю, что диссертационная работа Мидукова Николая Петровича «Ресурсосберегающая технология тест-лайнера с белым покровным слоем», представленная на соискание ученой степени доктора технических наук, полностью соответствует критериям, установленным в п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ 24.09.2013 г. № 842, ред. от 01.10.2018 г., представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой решена научная проблема снижения затрат энергии и рационального использования растительного сырья при производстве картона. Тематика диссертации соответствует п.п. 6 и 19 Области исследований (Химия и технология бумаг и картона; Энергосберегающие и интенсивные технологические процессы более эффективного использования вторичных топливных и энергетических ресурсов химической технологии древесины с целью экономии натуральных видов топлива в технологии химической переработки биомассы дерева (в ЦБП, ГП, ЛХП, ДСПи ДВП) «Паспорта специальности 05.21.03», а ее автор Н.П. Мидуков заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.21.03 – «Технология и оборудование химической переработки биомассы дерева; химия древесины».

Официальный оппонент,
профессор кафедры технологии переработки
полимеров и композиционных материалов
ФГБОУ ВО «Казанский национальный
исследовательский технологический университет»
(г. Казань, ул. К. Марска, д. 68, www.kstu.ru,
тел.: (843) 231-40-74, e-mail: mgalikhanov@yandex.ru)
д-р техн. наук (специальность ~~05.17.06~~),
профессор

М.Ф. Галиханов

17.07.2020 г.