

ОТЗЫВ

**официального оппонента на диссертацию
Илаловой Гузель Фандасовны
«Технология переработки древесных отходов
в биополимеры и продукты на их основе»,**

**представленную на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности
4.3.4. «Технологии, машины и оборудование
для лесного хозяйства и переработки древесины»**

Актуальность темы выполненной работы

Согласно действующему природоохранному законодательству, приоритетным направлением в области охраны окружающей среды и рационального природопользования является минимизация отходов производства и потребления и вовлечение данных отходов в хозяйствующий оборот в качестве дополнительного сырьевого ресурса.

В последние годы во всем мире возрос интерес к биополимерам, которые приходят на смену синтетическим полимерам в качестве альтернативного материала, поскольку использование биополимеров, полученных из биоресурсов и возобновляемых отходов, является решением многих экологических проблем. Одними из наиболее перспективных и многообещающих в данном направлении биополимеров являются полиэфир-полигидроксibuтират (ПГБ) и полисахарид, представленный в виде ксантановой камеди (КК).

Использование в качестве альтернативного источника для производства биополимеров отходов древесного сырья видится одним из перспективных направлений устойчивого развития деревообрабатывающей промышленности, а также решения ряда проблем, начиная с загрязнения окружающей среды отходами деревообрабатывающих производств и заканчивая высокой стоимостью биополимеров.

Таким образом, тема диссертации, сформулированная в работе научная задача, результаты проведенных исследований, а также выводы, полученные на их основе, актуальны и имеют важное народнохозяйственное и экологическое значение для РФ в целом.

Общая характеристика диссертационной работы

На отзыв поступила диссертация Илаловой Гузель Фандасовны на тему «Технология переработки древесных отходов в биополимеры и продукты на их основе», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.4. Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины.

Работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и приложений. Библиографический список включает 174 наименования. Общий объем работы составляет 162 страницы машинописного текста, включает 70 рисунков, 18 таблиц и 4 приложения.

Диссертация Илаловой Гузель Фандасовны представляет собой научно-квалификационную работу с единством внутренней структуры и посвящена

научной задаче переработки древесных отходов в биополимеры, которая достигается путем создания обоснованных технических и технологических решений.

Во введении диссертационной работы приведена характеристика состояния вопроса, обоснована актуальность темы и необходимость проведения исследований. Дана оценка степени разработанности темы исследования, сформулированы цель и задачи исследования, раскрывается научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, научные положения, выносимые на защиту. Приводятся сведения о достоверности и обоснованности научных положений, выводов и о публикациях.

Первая глава диссертации посвящена изучению состояния исследуемого вопроса. Выполнен анализ существующих отходов древесного и сельскохозяйственного сырья, анализ исследований получения биополимеров на основе растительного сырья и исследований процессов его переработки при получении биополимеров.

Во второй главе приводятся расчетные и экспериментальные исследования процесса гидролиза древесного сырья сернистой кислотой.

Данные исследования посвящены математическому описанию картины процесса пропитки древесных частиц указанной кислотой, на основании чего было выполнено математическое моделирование и экспериментальное исследование данного процесса.

В третьей главе приводятся результаты разработки технологии производства биополимеров на основе древесного сырья, а также основные методические положения проведения экспериментальных исследований и обработки их результатов. Представлены сведения о получении продуктов гидролиза древесного сырья, о подготовке кислотных гидролизатов для культивирования бактерий, о получении ксантана на основе штаммов бактерий, о разработке технологии получения полигидроксibuтирата.

Четвертая глава диссертации посвящена исследованию композитного состава на основе полигидроксibuтирата и лигноцеллюлозы. Приведены сведения о физико-механических и эксплуатационных характеристиках композитов на основе полигидроксibuтирата и различных видов наполнителей: древесной муки, целлолигнина и смеси из древесной муки и целлолигнина.

В пятой главе диссертации представлены результаты промышленной апробации результатов исследования процесса гидролиза древесного сырья в производстве композитных материалов на основе полигидроксibuтирата. Приведен технико-экономический анализ эффективности по получению биополимеров и продуктов на их основе.

Работа заканчивается Заключением с основными выводами.

Степень разработанности темы исследования

Несмотря на то, что вопросами получения полигидроксикарбоанатов, в частности, полигидроксibuтирата, а также композиционных материалов на основе биополимеров и растительного сырья занимаются как российские, так и зарубежные ученые, вопросы, касающиеся гидролитической переработки растительного и древесного сырья с целью получения биопластиков в настоящее время требуют более эффективных решений. В связи с этим представленная работа вносит существенный вклад в развитие данной области науки.

Научная новизна исследований и полученных результатов

Новизна работы состоит в научно-обоснованном техническом и технологическом решении, направленном на получение биополимеров на основе отходов древесного сырья и применение в производстве биополимеров и продуктов на их основе.

Новизну и интерес представляет и то, что разработано математическое описание процесса гидролиза древесины, отличающееся учетом процессов распада моносахаридов древесины и разложения образовавшихся моносахаридов в побочные продукты, для которых получены константы скорости химической реакции. При этом предложена технология получения питательной среды для культивирования микроорганизмов, накапливающих полимеры, отличающаяся от аналогов тем, что позволяет снизить стоимость питательной среды до 32 % в связи использованием для ее получения отходов деревообрабатывающих производств, подвергшихся двухступенчатому гидролизу.

Кроме того, впервые разработана технология получения биокompозита на основе ПГБ, полученного культивированием микроорганизмов на питательной среде из гидролизата деревообрабатывающих производств и целлюлогина, образовавшегося в процессе гидролиза древесных отходов.

Степень обоснованности, достоверности и апробация результатов

Научные положения, выводы и практические рекомендации, сформулированные в диссертации Илаловой Гузель Фандасовны, обоснованы, так как базируются на значительном экспериментальном материале и использовании разнообразных физико-химических методов исследования, а также согласуются с аналогичными результатами исследований других авторов. Положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, подкреплены фактическими данными и наглядно представлены в приведенных таблицах и рисунках.

Основные результаты работы опубликованы в ведущих рецензируемых печатных изданиях соответствующих специальности соискателя, неоднократно обсуждались на различных конференциях, симпозиумах и выставках с международным участием, где получили одобрение ведущих специалистов.

Теоретическая и практическая значимость работы

К значимому теоретическому результату диссертационной работы относится математическая модель процессов пропитки древесных частиц раствором сернистой кислоты и кислотного гидролиза древесного сырья, которые позволяют прогнозировать выход редуцирующих веществ в зависимости от режимных параметров гидролитической обработки.

Практическая значимость диссертационного исследования связана с получением полимеров микробного происхождения на очищенных и нейтрализованных гидролизатах древесины. Автором определены и обоснованы рациональные режимы очистки и нейтрализации кислотных гидролизатов с целью получения ПГБ и ксантана. Представлена подробная технология производства биополимеров, включающая культивирование бактерий *Cupriavidus necator* в реализации ПГБ и *Xanthomonas campestris* в реализации ксантановой камеди. Соискателем получены следующие результаты по синтезу биополимеров: выход ПГБ по глюкозе составил 78,2 мас.%, ксантана по глюкозе – 23,4 мас. %

Автором разработан образец состава композитного материала, состоящего из ПГБ и целлюлогнина, полученного из древесного сырья, содержание ПГБ в котором составляет 60 мас.%, а целлюлогнина – 40 мас.%. Разработанный композитный состав обладает высокими показателями прочности, биodeградации, ударной вязкости и стойкости к УФ-излучению в сравнении с ПГБ без наполнителей и с композитами, содержащими древесное сырье. Предложено использовать разработанный композит для реализации контейнеров для выращивания растений с закрытой корневой системой, которые могут применяться в сельском хозяйстве и в лесной промышленности. Научно-технические решения автора диссертационной работы приняты к внедрению в производственный процесс.

Соответствие паспорту специальности

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности научных работников 4.3.4. Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины по пункту 2. «Химия, физико-химия и биохимия основных компонентов биомассы дерева и иных одревесневших частей растений, композиты, продукты лесохимической переработки»; по пункту 3. «Теория и методы воздействия техники и технологий на лесную среду в процессе лесовыращивания, заготовки и переработки древесного сырья»; по пункту 4. «Технология и продукция в производствах: лесохозяйственном, лесозаготовительном, деревообрабатывающем, целлюлознобумажном, лесопильном, лесохимическом и сопутствующих им производствах».

Вопросы и замечания по диссертационной работе

1. В качестве древесного и сельскохозяйственного сырья рассмотрены материалы, которые названы как «отходы». Согласно федерального законодательства, данные материалы должны относиться к «вторичным ресурсам», поскольку они повторно используются для производства товаров по разработанной технологии.

2. Отсутствует четкое обоснование входных параметров гидролиза древесного сырья (выбор температуры, концентрация кислоты, гидромодуль и проч.).

3. Расхождение между значениями теоретических расчетов и экспериментальных данных составляет не более 11,5 %, что является значимым разнотечием.

4. Для рис. 2.12-2.14 не представлено обоснование роста концентраций на заключительном этапе гидролиза?

5. Содержание моносахаридов в образцах гидролизной жидкости (табл. 2.6) достигает 30 г/мл для глюкозы. Если округлить плотность глюкозы до 1,5 г/мл, получим, что в одном миллилитре гидролизата содержится, примерно, 20 мл глюкозы?

6. Работе не хватает раздела с анализом физико-механических свойств полученного в исследовании ПГБ и сопоставление с «традиционными» композитами.

7. Отсутствует методика получения композитов на основе ПГБ и лигноцеллюлозных наполнителей.

8. Как автор объясняет резкое увеличение показателя ударной вязкости (рис. 4.12) и значительное снижение прочности на растяжение при использовании в качестве наполнителя ЦЛ (целлолигнина)?

9. Почему введение ЦЛ в состав композита повышает текучесть его расплава (рис.5.2) вплоть до содержания 40 мас. %?

Заключение

Указанные выше замечания не носят принципиального характера, не снижают значимость выполненной работы и не влияют на положительную оценку диссертационной работы в целом.

Хочется отметить, что диссертационной работой Илаловой Гузель Фандасовны на тему «Технология переработки древесных отходов в биополимеры и продукты на их основе» решена научно-техническая задача рациональной утилизации отходов древесного происхождения с получением продукции широкого круга потребления. При этом, как сама технология является экологически ориентированной, так и получаемый продукт является биополимером.

При решении данной задачи автором получены результаты, имеющие существенное значение для развития теоретических знаний в области методов технологического воздействия на объекты обработки с целью получения высококачественной продукции, а также разработки операционных технологий для утилизации отходов деревообрабатывающих производств.

На основании изложенного выше считаю, что представленная на отзыв диссертационная работа Илаловой Гузель Фандасовны является самостоятельной, законченной научно-исследовательской работой, в которой с достаточной глубиной обоснованы результаты выполненных теоретических и экспериментальных исследований. Работа отвечает критериям, изложенным в п.9 Положения «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24.09.2013 г. (в текущей редакции), а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.4. Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины.

Официальный оппонент:

кандидат технических наук (05.21.03 – Технология и оборудование химической переработки биомассы дерева; химия древесины), доцент, доцент кафедры технологий целлюлозно-бумажных производств и переработки полимеров, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный лесотехнический университет»


Артёмов
Артём
Вячеславович
«11» 11 2024 г.

Адрес: 620100, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, д. 37, ФГБОУ ВО УГЛТУ.

Тел. +7-902-270-45-81

e-mail: artemovav@m.usfeu.ru

Адрес официального сайта в сети «Интернет»

<https://usfeu.ru/>

Личную подпись доцента Артёмова А.В. заверяю.

Вход. № 05-8177
«15» 11 2024 г.
подпись 

