Косарев, Константин Леонидович. Разработка технологии получения наносорбента на основе отходов переработки древесины : диссертация ... кандидата технических наук : 05.21.05 / Косарев Константин Леонидович; [Место защиты: Моск. гос. ун-т леса].- Москва, 2013.- 163 с.: ил. РГБ ОД, 61 14-5/420

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ЛЕСА»

**04Z01450315 *рвах рукописи*

**Косарев Константин Леонидович**

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОСОРБЕНТА  
НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ**

1. - Древесиноведение, технология и оборудование деревопереработки

**Диссертация на соискание ученой степени  
кандидата технических наук**

Научный руководитель кандидат технических наук, доцент Кононов Георгий Николаевич

Москва- 2013

Оглавление

[Введение 6](#bookmark0)

**Г** лава **1** Анализ исследований в области получения сорбентов на основе

отходов переработки древесины **10**

1. Получение сорбентов из отходов механической переработки

древесины 11

1. Получение сорбентов из отходов химической переработки

древесины 14

1. Получение комплексных сорбентов с использованием отходов

деревопереработки 20

1. [Выводы 23](#bookmark7)
2. [Постановка цели и задач исследования 24](#bookmark8)

Глава 2 Выбор сырья и обоснование отдельных технологических

решений 25

1. Выбор исходного сырья и анализ сырьевой базы 25
2. [Выбор методов обработки исходного сырья 31](#bookmark11)
3. [Подбор оборудования для механоактивации 35](#bookmark12)
4. Выводы 43

[Глава 3 Материалы и методы исследований 44](#bookmark13)

1. [Объекты и методы исследования 44](#bookmark14)
2. [Характеристика применяемых веществ и реагентов 44](#bookmark15)
3. Методики получения наносорбента и полупродукта 45
4. Методика проведения механоактивации 45
5. Методика микрогрануляции комплексного наносорбента 46
6. Методики анализа 47
7. Методика определения внешнего вида сырья и готового продукта... 47
8. Методика определения запаха сырья и готового продукта 47
9. Методика исследования структуры поверхности методом

электронной микроскопии 48

1. Методика определения гранулометрического состава 48

**з**

1. Методика определения влажности сырья и готового продукта 48
2. Методика определения зольности сырья 48
3. Методика определения содержания свободной кислоты в сырье 49
4. Методика определения pH водной вытяжки 50
5. Методика определения веществ растворимых в горячей воде 51
6. Методика определения веществ растворимых в органических

растворителях 52

1. Методика определения общей открытой пористости по воде 53
2. Методика изучения нанопористой структуры методом сорбции

инертного газа (азота) 55

1. Методика определения адсорбционной активности по индикатору

метиленовому синему 55

1. Методика определения сорбционной способности по отношению к

микотоксинам 57

Глава 4 Экспериментальное исследование механоактивации отходов

переработки древесины 59

1. Общая характеристика предварительно подготовленного

[гидролизного лигнина 59](#bookmark26)

1. Влияние режимов обработки на изменение гранулометрического

состава гидролизного лигнина 60

1. Изменения группового химического состава гидролизного лигнина

[при механоактивации 65](#bookmark28)

1. Изменения пористой структуры гидролизного лигнина при

механоактивации 66

1. [Выводы 75](#bookmark34)

Глава 5 Разработка технологии получения энтеросорбента для

сельского хозяйства на основе механоактивированного

гидролизного лигнина 77

* 1. [Разработка и оптимизация состава комплексного наносорбента 78](#bookmark36)
     1. [Разработка компонентного состава комплексного наносорбента 78](#bookmark37)
     2. [Выбор товарной формы целевого продукта 86](#bookmark38)
     3. Оптимизация компонентного состава комплексного наносорбента... 88
  2. Разработка технологической схемы и аппаратурного оформления... 92
  3. Проведение исследовательских испытаний разрабатываемой

технологии 97

* + 1. Получение экспериментальных образцов (партий) комплексного

[наносорбента 97](#bookmark44)

* + 1. Аналитические исследования свойств комплексного наносорбента.. 99
  1. [Выводы 101](#bookmark49)

[**Глава 6 Апробация результатов исследования 102**](#bookmark50)

1. Разработка перечня технических требований к технологическому

оборудованию, технических условий и технологических

[регламентов 103](#bookmark55)

1. Разработка перечня технических требований к технологическому

[оборудованию 103](#bookmark53)

1. Разработка технических условий на сорбент и технологического

регламента 109

1. Опытно-промышленные испытания технологии получения

комплексного наносорбента 109

1. Оценка капитальных вложений при внедрении разработанной

технологии 111

1. [Необходимое оборудование 111](#bookmark58)
2. [Производственные помещения 112](#bookmark59)
3. [Персонал 112](#bookmark60)
4. [Сырьё 113](#bookmark61)
5. [Расчёт себестоимости продукции 114](#bookmark62)
6. Экономический эффект от использования разработанного

комплексного наносорбента 114

1. [Выводы 115](#bookmark64)

[**Заключение 116**](#bookmark65)

[**Список литературы 118**](#bookmark66)

**Приложения 136**

Приложение **№1 137**

Приложение № 2 140

Приложение № 3 161

Приложение № 4 163

**Введение**

**Актуальность работы:**

Россия - одна из ведущих стран по объему заготавливаемой древесины. Одной из основных задач рационального природопользования в лесном комплексе является наиболее полное использование лесного потенциала страны за счёт роста объёмов производства продукции глубокой переработки древесины, вовлечение в производство низкокачественной древесины, а также переработка вновь образующихся и уже накопленных отходов деревопереработки [1].

При существующем уровне технологий в отходы уходит до 80 % заготавливаемого древесного сырья [2]. Эти отходы можно рассматривать как перспективное сырьё, пригодное для дальнейшей переработки и получения на их основе высококачественной экологически чистой продукции. В настоящее время отходы механической, химико-механической и химической переработке древесины, образующиеся вторичные продукты, во многих случаях, до сих пор не находят должного применения. В большинстве случаев, их используют в качестве топлива, поэтому разработка технологических процессов переработки отходов, возобновляемого растительного сырья является актуальной.

Г етерокапиллярная структура древесины сохраняется в отходах её переработки, что позволяет использовать эти отходы в качестве сорбентов различного назначения. Этот факт и определил выбор темы настоящего диссертационного исследования.

Данная работа выполнялась при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках государственного контракта № 16.522.12.2010, заключенного между Министерством образования и науки РФ и ООО «БИОВЕТ- ФЕРМЕНТ» по мероприятию 2.2 федеральной целевой программы: «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России на 2007-2013 годы».

**Цель работы:**

* разработать технологию получения наносорбента на основе отходов переработки древесины.

**Объект исследования:**

* отходы механической и химической переработки древесины.

**Предмет исследования:**

* технология получения наносорбента на основе отходов переработки древесины. **Основные задачи исследования:**

1. Анализ, проведённых ранее, исследований, касающихся вопросов получения сорбционных материалов на основе отходов переработки древесины;
2. Выбор наиболее подходящего сырья и методов его обработки;
3. Подбор оборудования для обработки выбранного исходного сырья;
4. Исследование влияния режимов обработки на состав и свойства сырья для производства наносорбента;
5. Выбор оптимальной товарной формы разрабатываемого наносорбента;
6. Разработка технологической схемы и подбор аппаратурного оформления для производства наносорбента;
7. Аналитические исследования состава и свойств образцов наносорбента, полученных по разработанной технологии.

**Научная новизна:**

* впервые в качестве материала для получения нанопористого сорбента был использован отход механохимической переработки древесины - гидролизный лигнин (ГЛ), «выдержанный» в отвалах более 10 лет.
* впервые для механоактивации гидролизного лигнина в рамках настоящей работы было использовано специальное оборудование - вихревая-импеллерная мельница, обеспечивающая щадящий режим механоактивации;
* для переработки гидролизного лигнина в сорбент разработана новая технология его механоактивации и микрогранулирования без повреждения его нанопористой структуры, обеспечивающей сорбционные свойства этого материала.

**Основные положения диссертации, выносимые на защиту:**

1. Результаты исследования состава и свойств отходов переработки древесины;
2. Результаты изучения закономерности механоактивации отходов переработки древесины;
3. Состав комплексного наносорбента;
4. Результаты аналитических исследований свойств комплексного наносорбента;
5. Разработанная технологическая схема производства наносорбента.

**Практическая значимость:**

Проведённые исследования позволили создать энтеросорбент третьего поколения, который обладает высокой сорбционной способностью по отношению к наиболее распространенным видам микотоксинов. При этом новый сорбент является уверенным конкурентом импортным аналогам, существующим сегодня на рынке, как по эффективности применения, так и по цене.

**Достоверность полученных результатов и выводов:**

Получение экспериментальных результатов основано на использовании приборов, прошедших метрологическую поверку, применении различных методов тестирования и контроля измерительной системы экспериментальных установок. Воспроизводимость и повторяемость экспериментов оценена путем статистической обработки. Достоверность теоретических решений проверена сравнением с экспериментальными результатами.

**Апробация работы:**

Основные результаты диссертационной работы доложены на:

* научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов МГУЛ по итогам научно-исследовательской деятельности за 2012 год (г. Мытищи, МГУЛ);
* II международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы и перспективы развития лесопромышленного комплекса» в 2013 г. (г. Кострома, КГТУ);

**Внедрение результатов:**

Основные результаты работы внедрены на опытном производстве ООО «БИОВЕТ-ФЕРМЕНТ» (пос. Правдинский М.О.).

**Публикации:**

По теме диссертации опубликовано 8 научных работ, из них 3 - в журналах, входящих в «Перечень ведущих рецензируемых научных журналов, рекомендованных ВАК».

**Соответствие диссертации паспорту специальности:**

Основные результаты диссертационной работы соответствуют п. 2 «Разработка теории и методов технологического воздействия на объекты обработки, с целью получения высококачественной и экологически чистой продукции» из паспорта специальности 05.21.05 — «Древесиноведение,

технология и оборудование деревопереработки».

**Личный вклад автора** в работы, проявился в работах, посвященных исследованию процессов механоактивации гидролизного лигнина, а также в решении прикладных вопросов работы и заключается в разработке методик проведения экспериментов, анализе полученных результатов и их использовании при разработке технологии получения наносорбента на основе гидролизного лигнина.

**Структура и объём работы:**

Диссертационная работа состоит из введения, обзора литературы (глава 1), экспериментальной части (главы 2-5), главы, посвящённой апробации результатов исследования (глава 6), общих выводов (заключение), списка литературы и приложений.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

На основе теоретических и экспериментальных исследований в диссертации были сформулированы следующие основные научные выводы:

1. Разработана новая технология получения комплексного наносорбента на основе отходов переработки древесины. В основу разрабатываемой технологии заложен процесс механоактивации компонентов комплексного наносорбента. Для проведения механоактивации использована специально разработанная для этих целей вихревая-импеллерная мельница.
2. В качестве основного компонента комплексного наносорбента предлагается использовать гидролизный лигнин, «выдержанный» более 10 лет, подвергнутый механоактивации.
3. Использование гидролизного лигнина, «выдержанного» в отвалах в течение 10-15 лет, позволяет избежать стадии его отмывки и нейтрализации;
4. Для оптимизации сорбционных свойств комплексного наносорбента в его состав дополнительно вводится механоактивированная биомасса кормовых дрожжей и механоактивированные алюмосиликаты (бентонитовая глина);
5. Оптимальной товарной формой комплексного наносорбента для его применения в с/х являются микрогранулы размером 0,2-0,8 мм, содержащие в своём составе (в пересчёте на абсолютно сухое вещество) лигнин гидролизный - 60 масс, частей, биомасса кормовых дрожжей 25 масс, частей, алюмосиликаты 10 масс частей, Na-КМЦ 5 масс частей. Массовая доля влаги в получаемом продукте не превышает 10 %.

Для организации промышленного производства комплексного наносорбена рекомендуется следующее:

1. Для организации производства комплексного наносорбента для нужд с/х потребуются производственные помещения общей площадью 470 м2, специальное производственное оборудование и оборудованная лаборатория.
2. Начальные инвестиции составят 44690,7 тыс. руб. (на 01.10.2013 г.), чистый доход от реализации комплексного наносорбента составит не менее 15772,8 тыс. руб./год (при цене продукта 100 руб/кг). Срок окупаемости составит 2 года 10 месяцев.

Экономический эффект от внедрения комплексного наносорбента:

1. При внедрении комплексного наносорбента на комбикормовом заводе при производительности завода 13200 т комбикорма/мес экономия составит от 729 — 5280 тыс. руб/мес.