

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, профессора
Сошникова Александра Андреевича на диссертационную работу
Жданкина Георгия Валерьевича

на тему: «Технология и оборудование сверхвысокочастотной обработки вторичного сырья животного происхождения», представленную к защите на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.20.02 – «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве» в диссертационный совет Д 999.179.03, созданного на базе ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве»

Актуальность темы диссертационных исследований

Актуальность разработки методологических основ создания технических средств с источниками энергии электромагнитных излучений для сверхвысоко-частотного нагрева и научно-обоснованной технологии обработки вторичного сырья животного происхождения для перерабатывающей промышленности подтверждена Федеральной научно-технической программой на 2017-2025 годы, определяющей стратегию развития сельского хозяйства в РФ.

Оценка содержания диссертации

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованных источников и приложений. Основное содержание работы изложено на 285 страницах машинописного текста, содержит 44 таблицы и 135 рисунков. Библиографический указатель содержит 255 ссылок.

Во введении представлены материалы по обоснованию актуальности избранной темы, степени ее разработанности, сформулированы цель, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, объект и предмет исследования, методология и методы исследования, положения, выносимые на защиту, степень достоверности и результаты апробации.

В первом разделе проведен анализ особенностей обработки вторичного сырья животного происхождения в России и в Нижегородской области. Систематизированы электрофизические параметры в зависимости от частоты ЭМП, температуры, жирности, плотности различного вторичного сырья животного происхождения. Изучены характеристики, технологии и технические средства переработки вторичного сырья, в том числе сверхвысокочастотные установки периодического действия; обоснованы цель научного исследования и задачи для ее достижения.

Во втором разделе представлены результаты теоретических исследований электродинамических параметров СВЧ установок непрерывно-поточного

действия с нетрадиционными резонаторами и магнетронами воздушного охлаждения для термообработки и обеззараживания сырья, позволяющие:

- обосновать рациональную конфигурацию резонаторов;
- согласовать параметры электродинамической системы «генератор-резонатор-нагрузка» и электрофизические характеристики сырья с конструктивно-технологическими параметрами и режимами работы установок.

Рассмотрены нетрадиционные резонаторы СВЧ установок, обеспечивающие равномерный диэлектрический нагрев и обеззараживание измельченного и обезвоженного сырья. Обоснованы основные критерии проектирования СВЧ установок.

С использованием программного обеспечения CST Studio 2017 и системы параметрического моделирования трехмерных структур Microwave Studio проведены исследования напряженности электрического поля, мощности потока излучений, собственной добротности разработанных резонаторов. Полученные результаты положены в основу проектирования многогенераторных СВЧ установок непрерывно-поточного действия для термообработки вторичного сырья животного происхождения. Проведены теоретические исследования распределения ЭМП в комбинированном резонаторе.

С учетом изменения в процессе нагрева в ЭМП СВЧ диэлектрических параметров, теплоемкости и плотности сырья представлены уравнения динамики нагрева вторичного сырья животного происхождения и соответствующая графическая интерпретация при разных значениях напряженности электрического поля. Составлен алгоритм согласования конструктивных размеров резонатора и параметров электродинамической системы с критериями проектирования СВЧ установок, позволяющий оценить требуемую мощность электромагнитных излучений для снижения бактериальной обсемененности сырья. Представленные результаты согласуются между собой и с общефизическими представлениями.

В третьем разделе изложены методологические основы разработки и проектирования СВЧ установок. Описаны разработанные СВЧ установки с нетрадиционными резонаторами, представлены операционно-технологические схемы термообработки и обеззараживания вторичного сырья животного происхождения. Приведена использованная контрольно-измерительная аппаратура. Представлена методика разработки основных узлов многогенераторных СВЧ установок с непрерывно-поточным режимом обработки, достигаемого путем транспортирования сырья через резонатор, использования передвижных или вращающихся частей резонатора, а также запердельных волноводов для снижения опасности электромагнитных излучений.

Методология проектирования СВЧ установок основана на результатах теоретических и экспериментальных исследований с учетом критериев функционирования и оценки кормовой ценности продукта, вариаций конфигураций резонаторов с обоснованными конструктивно-технологическими параметрами.

Выполнена классификация разработанных и защищенных патентами СВЧ установок в соответствии с конструктивными исполнениями резонаторов и

системами предварительного измельчения и транспортирования сырья с учетом удельных энергетических затрат на его термообработку.

В четвертом разделе приведены результаты исследования динамики нагрева сырья; представлены регрессионные уравнения, описывающие процесс термообработки сырья; результаты исследования распределения температурного поля по поверхности сырья; сравнительная технологическая схема производства белкового корма из вторичного сырья животного происхождения; технические характеристики созданной СВЧ установки с комбинированным резонатором; результаты оценки электромагнитной безопасности в сантиметровом диапазоне.

В пятом разделе дана сравнительная оценка технико-экономических показателей внедрения базового экструдера и СВЧ установок для термообработки и обеззараживания вторичного сырья животного происхождения в фермерское хозяйство.

В приложениях представлены документы, характеризующие различные аспекты внедрения результатов исследований, а также техническое задание на разработку опытной СВЧ установки.

В целом содержание диссертации отражает существо работы, полученные результаты, научную и практическую значимость выполненных исследований.

Научная новизна исследований и полученных результатов

Научную новизну диссертационных исследований представляют:

- аналитические зависимости, позволяющие обосновать параметры электродинамической системы с нетрадиционными резонаторами и математические выражения, описывающие динамику нагрева сырья при изменении электрофизических и физико-механических параметров в процессе термообработки;
- результаты анализа распределения электрического поля в нетрадиционных резонаторах, позволившие выявить эффективные конфигурации резонаторов в соответствии с критериями проектирования и комплексно оценить основные параметры электродинамической системы «генератор-резонатор»: собственную добротность резонаторов, напряженность электрического поля, мощность потока излучений;
- комплекс конструктивно-технологических параметров и режимов работы СВЧ установок с учетом выявленных эмпирических зависимостей и результатов исследований физико-механических, микробиологических и органолептических показателей, характеризующих кормовую ценность сырья;
- принципы технической реализации СВЧ установок непрерывно-поточного действия с нетрадиционными резонаторами и магнетронами воздушного охлаждения, обеспечивающих термообработку измельченного вторичного сырья.

Достоверность и обоснованность научных положений и выводов диссертации

Достоверность и обоснованность научных положений диссертации подтверждаются использованием комплекса современных теоретических методов, учитывающих основные положения теории электромагнитного поля, законов термодинамики, принципов математического и физического моделирования, а также совпадением результатов теоретических и экспериментальных исследований с данными натурных испытаний.

Основные результаты научных исследований сформулированы в шести выводах.

Первый и второй выводы о результатах разработки методологических основ создания СВЧ установки непрерывно-поточного действия для термообработки вторичного сырья животного происхождения, а также модели функционирования многогенераторных установок с нетрадиционными резонаторами и рациональными конструкционно-технологическими параметрами, обоснованы и достоверны. Новизна технических решений подтверждена 23 патентами на изобретения.

Третий и четвертый выводы о результатах обоснования параметров электродинамической системы с нетрадиционными резонаторами с учетом динамики нагрева сырья, позволившие выявить эффективные конфигурации резонаторов, подтверждены результатами расчетов и экспериментальных исследований, аргументированы, информативны, достоверны, имеют теоретическое и практическое значения.

Пятый и шестой выводы характеризуют эффективность разработанной технологии непищевого мясного сырья, доказанную проведенной апробацией, обоснованы, информативны, достоверны и представляют практическую значимость.

В целом выводы и рекомендации содержат результаты решения основных задач, сформулированных в диссертационной работе.

Значимость для науки и практики результатов исследований

Теоретическую значимость представляют методики и алгоритмы, положенные в основу перспективной технологии термообработки непищевых отходов животного происхождения СВЧ установками непрерывно-поточного действия. К наиболее существенным научным разработкам могут быть отнесены:

- принципы обоснования рациональных конструкционно-технологических параметров СВЧ установок непрерывно-поточного действия с нетрадиционными резонаторами и магнетронами воздушного охлаждения;
- аналитические зависимости динамики нагрева сырья в электромагнитном поле сверхвысокой частоты при изменении диэлектрических и физико-механических параметров вторичного сырья животного происхождения;

- разработанные с учетом выявленных эмпирических зависимостей, регрессионных уравнений и результатов исследований физико-механических, микробиологических и органолептических показателей требования к организации эффективных режимов работы СВЧ установок, обеспечивающих сохранение кормовой ценности белкового продукта.

Проведенные исследования позволили разработать трехмерные модели и технологические схемы СВЧ установок непрерывно-поточного действия с нетрадиционными резонаторами и магнетронами воздушного охлаждения для термообработки и обеззараживания вторичного сырья, реализованные в виде установки непрерывно-поточного действия с комбинированным резонатором, апробированной в производственных условиях.

Полученные результаты вносят существенный вклад в решение проблемы сверхвысокочастотной обработки вторичного сырья животного происхождения.

Основные замечания по работе

1. Актуальность совершенствования конструкции многогенераторной установки непрерывно-поточного действия обосновывается устаревшей информацией о производстве продукции птицеводства и животноводства по состоянию на 2015-2016 гг. Современные показатели производства могут диктовать новые требования к процессу обработки, в частности, к составу сырья, производительности и т.п.

2. Часть выводов и некоторые задачи исследования, представленные в первом разделе, не следуют из приведенных результатов анализа состояния проблемы. Они обоснованы материалами следующих разделов работы.

3. Не выдержана логика изложения информации в материалах второго раздела, а его содержание не в полной мере соответствует заголовку «Теоретическое обоснование электродинамических параметров СВЧ установок с нетрадиционными резонаторами для термообработки сырья». Приводится преждевременное описание реализации технических требований к конструктивному исполнению СВЧ установки и разработанных резонаторов, технологического процесса обработки и автоматизированного управления.

Выводы по разделу представляют сочетание двух групп выводов и реферативного изложения материалов раздела.

4. В третьем разделе при описании основных критериев, реализованных при разработке СВЧ установок, не приведены количественные показатели, а в качестве ряда критериев, в нарушение логики изложения, представлены результаты решения технических задач.

5. Вряд ли можно отнести к критериям оптимизации, приведенным на рисунке 3.2, общие формулировки: «Сохранение кормовой ценности белкового продукта» и «Снижение эксплуатационных затрат...».

6. Нормативные документы, на которые приведены ссылки в диссертационной работе, в частности, СанПиН 2.2.4.1191-03, ГОСТ 8.189-76, в настоящее время утратили действие, поэтому вопрос о соответствии результатов

исследования действующим нормам остается открытым. При этом использование ГОСТ 8.189-76 при исследовании рабочей частоты магнетрона (2450 МГц) является неправомерным, так как этот нормативный документ распространяется на диапазон частот 30 МГц - 1 ГГц.

7. При рассмотрении вопросов электромагнитной безопасности автор не учитывает, что в рабочем состоянии микроволновая установка способна генерировать электромагнитное поле в широком частотном диапазоне. Предложенные технические решения для частоты 2450 МГц не учитывают наложение электромагнитных волн и не в полной мере реализуют необходимую степень защиты. Кроме того, не детализированы размеры заградительных волноводов и перфорированных отверстий.

8. Отсутствует проверка адекватности компьютерного моделирования резонаторов различных типоразмеров. При этом результаты моделирования представлены в плохом качестве с нечитабельной шкалой соответствующего электродинамического параметра. Кроме этого, не приведена картина распределения плотности потока энергии.

9. Некоторые формулировки и термины в работе представлены некорректно, например:

- «...геометрия электромагнитного поля ...взаимодействует с сырьем» (стр. 129);

- «моделирование равномерного нагрева... за счет применения многогенераторных излучающих систем ...» (стр. 52);

Отмеченные недостатки в основном обусловлены сложностью решаемых задач и не являются основанием для снижения общей положительной оценки работы.

Заключение

Диссертация Г.В. Жданкина «Технология и оборудование сверхвысокочастотной обработки вторичного сырья животного происхождения», представляет собой научно-квалификационную работу, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения проблемы создания СВЧ установок непрерывно-поточного действия для термообработки вторичного сырья животного происхождения, обеспечивающих сохранение кормовой ценности белкового продукта, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны.

Диссертационная работа Г.В. Жданкина соответствует паспорту специальности 05.20.02 и требованиям пп. 9 и 10 раздела II «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Правительством Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, в редакции Постановления от 01.10.2018 г. № 1168 с изменениями от 26.05.2020, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора

технических наук по специальности 05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве.

Официальный оппонент,
доктор технических наук,
профессор кафедры «Электрификация
производства и быта» Федерального
государственного бюджетного
образовательного учреждения
высшего образования «Алтайский
государственный технический
университет им. И.И. Ползунова
(ФГБОУ ВО АлтГТУ
им. И.И. Ползунова)

Сошников Александр Андреевич

06.10.2021 г.

Подпись заверяю:
Александр Андреевич Сошников

656038, г. Барнаул, пр. Ленина, 46.
Тел./факс: (8-3852)- 36-71-29.
E-mail: epb_401@mail.ru

