

Отзыв официального оппонента
на диссертацию Буторина Дениса Витальевича
«Автоматизация управления процессами высокочастотной обработки
полимерных материалов разной степени полярности» на соискание ученой
степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 –
Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами
(промышленность)

Актуальность темы диссертационного исследования

Возрастающий объем и ассортимент производства деталей из полимерных материалов сопровождается необходимостью разработки соответствующих технологических процессов их обработки. Как правило, большинство процессов обработки полимерных изделий связаны с их нагревом до требуемых температурных превращений. Среди существующих технологий нагрева, как отмечают ряд отечественных и зарубежных авторов, наиболее прогрессивными и энергоэффективными за счет высокой интенсивности и избирательности воздействия, равномерности нагрева полимера по всему объему, саморегулируемости и безинерционности являются технологии, связанные с методом высокочастотной (ВЧ) электротермии. В свою очередь, классификация полимерных материалов по различным признакам и разнообразие свойств полимеров позволяют утверждать об их неоднозначном поведении в ВЧ-поле, о чем также свидетельствует ряд научных работ по данному направлению. Диссертационная работа Буторина Д.В. посвящена автоматизации управления процессами высокочастотной обработки полимерных материалов, имеющих разную степень полярности. Диссертация раскрывает новые возможности и подходы к управлению ВЧ-электротермией, а также расширяет номенклатуру и применимость данной технологии. Необходимо отметить, что разработанная автором автоматизация управления процессами ВЧ-электротермии полимерных материалов, в свою очередь, с теоретической точки зрения, позволила получить новые знания об изменении электрофизических свойств обрабатываемых полимерных материалов в процессе их ВЧ-обработки, а практическая значимость видится в повышении качества и эксплуатационных свойств изделий из полимерных материалов. Таким образом, **актуальность диссертационной работы Буторина Дениса Витальевича не вызывает сомнений.**

Общая методология и методика исследования

Автором диссертационной работы на основе литературного анализа и планирования эксперимента, определены цели и задачи, предмет и объект исследования. Проведен анализ существующих методов обработки деталей из полимерных материалов. Выделено, что одним из перспективных способов обработки полимерных деталей является метод высокочастотной электротермии. На модернизированной установке АСНИ ВЧ проведен ряд исследований, выявивших связь между электрофизическими параметрами ВЧ-оборудования и свойствами обрабатываемых полимерных материалов. Разработана математическая модель процессов высокочастотного нагрева

полимерных материалов, позволяющая анализировать объемное распределение тепла в процессе ВЧ-электротермии. На основании результатов исследования разработаны алгоритмы для автоматизированного управления процессами ВЧ-обработки полимерных материалов, воплощенные в автоматизированной системе управления технологическим процессом ВЧ-электротермии.

Внутреннее единство и структура работы

Диссертационная работа изложена на 174 страницах машинописного текста, содержит 81 рисунок, 8 таблиц. Работа состоит из введения, 4 глав, общих выводов и основных результатов работы, библиографического списка из 162 наименований и приложения.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, дана краткая характеристика направлений исследования, сформулированы основные положения выносимые на защиту, научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

В первой главе проводится анализ современного состояния проблемы обработки, эксплуатации и ремонта изделий из полимерных материалов в транспортном машиностроении. Исследованы существующие способы нагрева с целью определения наиболее эффективного метода обработки полимерных материалов. Так же показана необходимость учитывать полярность обрабатываемых полимерных материалов в процессе ВЧ-обработки. В качестве информационного параметра для управления ВЧ-обработкой полимерных материалов предлагается выбрать анодный ток высокочастотного генератора.

Во второй главе изложены результаты работы по совершенствованию АСНИ ВЧ, заключающиеся в исключении влияния пресса на нагрев и тепловое расширение исследуемого образца и разделении по времени измерений температуры и работы ВЧ-генератора.

Приведены результаты экспериментов по исследованию взаимосвязей электрофизических параметров электротермического оборудования и свойств полимерных материалов, таких как поливинилхлоридный пластикат ОМБ-60, полиамид ПА6, стеклонаполненный полиамид (армамид ПА СВ 30-1 ЭТМ) и полиуретан марки СКУ-7Л. Анализ данных показал, что наличие экстремумов анодного тока зависит от степени полярности полимерных материалов. Поэтому анодный ток, как универсальный параметр, не может быть пригоден для построения экстремального управления процессами ВЧ-обработки. Однако, скорость изменения анодного тока имеет ярко выраженные экстремумы соответствующие определенным фазам состояния полимерных материалов. Рассмотрено поведение исследуемых информационных параметров при импульсной ВЧ-обработке полимерных материалов. На основании проведенных исследований сделаны выводы о применимости новых контролируемых параметров для построения новой методики управления процессом ВЧ-обработки полимерных изделий разной степени полярности.

Третья глава посвящена математическому моделированию нагрева технологической системы в 3D постановке. За основу взята технологическая система, включающая изменяемое количество электродов, изоляторов и обрабатываемых материалов. Расчет модели проводился с помощью

программного комплекса MSC Sinda. Для моделирования были взяты процесса ВЧ-сушки и ВЧ-сварки деталей. Моделирование позволило выявить ряд особенностей данных процессов и позволило дать рекомендации по улучшению технологии ВЧ-сушки и ВЧ-сварки.

В четвертой главе рассмотрены вопросы практической реализации автоматизированной системы управления технологическим процессом ВЧ-обработки полимерных изделий разной степени полярности. Приведена структурная схема системы. Разработаны алгоритмы работы системы.

В общих выводах и основных результатах работы приведены основные результаты и выводы по работе.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Цель исследования отражает тематику диссертационной работы, и достигнута автором. Поставленные и решенные задачи соответствуют цели исследования, а их последовательность и реализация в комплексе определяют актуальность и научность тематики работы.

Результаты, полученные автором, являются новыми научными знаниями, достоверность которых обеспечивается использованием современных средств и методик проведения исследований, согласованностью теории и результатов экспериментальных исследований; корректным использованием методов классической теории автоматического управления, электродинамики, основ физико-химии полимеров; использованием существующих методов численного анализа и методов аппроксимации.

Автором проведен анализ современного состояния в области практических и теоретических исследований процесса ВЧ-электротермии полимерных материалов. Список использованной литературы состоит из 162 работ отечественных и зарубежных авторов, позволяя произвести качественный анализ существующих технологий обработки полимеров и автоматизации их управления.

Результаты работы автора подтверждены созданием автоматизированной системы управления процессами ВЧ-электротермии, на которой реализованы предложенные методики управления, а также проведенными экспериментальными исследованиями, подтверждающими разработанную математическую модель и установленные взаимосвязи между параметрами работы электротермического оборудования и электрофизическими параметрами полимерных материалов, имеющими разную степень полярности.

Научная новизна полученных результатов

1. Выявленные новые параметры процесса ВЧ-обработки полимерных материалов (скорость изменения анодного тока ВЧ-генератора при непрерывном воздействии, анодный ток ВЧ-генератора при импульсном воздействии) и критерии их оценки позволяют реализовать поэтапное управление различными технологическими процессами ВЧ-электротермии полимеров разной степени полярности в соответствии с их релаксационными состояниями.

2. Разработанная методика управления процессом ВЧ-обработки полимерных изделий разной степени полярности позволяет формировать управляющие сигналы систем автоматизированного управления различными технологическими процессами ВЧ-обработки, основанные на контроле: момента достижения экстремальных точек скорости изменения анодного тока ВЧ-генератора и наличия экстремальной точки отдельного импульса анодного тока ВЧ-генератора.

3. Разработанная математическая модель нагрева технологической системы в 3D постановке позволяет анализировать объемный разогрев в процессе ВЧ-электротермии при обработке полимерных изделий как простой, так и сложной формы с целью решения исследовательских и практических задач.

4. Разработанные алгоритмы автоматизированного управления процессами ВЧ-обработки полимерных материалов разной степени полярности позволяют повысить качественные и эксплуатационные свойства изделий из полимерных материалов разной степени полярности в процессе их автоматизированной высокочастотной обработки.

Теоретическая и практическая значимость

Основные результаты диссертации свидетельствуют об их важности, как в теоретической, так и практической плоскости. Здесь необходимо отметить важность и всестороннюю значимость усовершенствованного автором диссертации существующего исследовательского аппарата, автоматизированной системы научных исследований высокочастотной обработки (АСНИ ВЧ), включающего в себя аппаратно-программную часть регистрации, визуализации, обработки и анализа информации в процессе автоматизированного эксперимента и математическую модель нагрева технологической системы в 3D постановке, позволяющую анализировать объемный разогрев технологической системы в процессе ВЧ-электротермии при единичной и серийной обработке полимерных изделий любой геометрической формы.

Также выявленные новые параметры контроля процесса ВЧ-электротермии и методики, разработанные на их основе, использованы при разработке автоматизированной системы управления процессом ВЧ-электротермию.

Результаты работы нашли свое отражение в расширении теоретических знаний студентов о свойствах и состояниях полимеров и электротермии, а также результаты работы применены и реализованы на предприятии полиграфической отрасли. Большой интерес представляет указанное и апробированное соискателем новое направление исследований, связанное с пропиткой полимерных изделий смазочными веществами под воздействием ВЧ-энергии.

Соответствие содержания диссертации содержанию и качеству опубликованных работ

Основные результаты диссертационного исследования, опубликованы автором в 19 научных работах. Семь из них представлены в ведущих

рецензируемых научных изданиях, внесенных в Перечень журналов и изданий, утвержденных Высшей аттестационной комиссией. Автором получен 1 патент РФ на изобретение и 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ по тематике диссертации.

Основные положения были доложены и обсуждены на пяти международных и двух всероссийских конференциях.

Содержание опубликованного материала соответствует направлению научных исследований, изложенному в тексте диссертационной работы.

Соответствие темы диссертационной работы заявленной научной специальности

Тема диссертационной работы Буторина Дениса Витальевича на тему «Автоматизация управления процессами высокочастотной обработки полимерных материалов разной степени полярности» соответствует пунктам 3-6 паспорта специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность).

Замечания по работе

Анализ диссертационной работы Буторина Д. В. выявил некоторые замечания и вопросы дискуссионного характера:

1. Предметом диссертационного исследования являются взаимозависимости электрофизических параметров электротермического оборудования и полимеров разной степени полярности. При этом в работе отражены результаты исследований только полярных и сильнополярных разновидностей полимерных материалов, и нет данных о поведении малополярных полимеров при ВЧ-воздействии.

2. В пункте 3.4 представлено использование разработанной математической модели нагрева технологической системы в 3D постановке при моделировании только традиционных для ВЧ-электротермии технологических процессов сушки и сварки полимерных деталей. Не рассмотрено, насколько применима модель для других процессов ВЧ-электротермии..

3. Автоматизированная система управления процессами ВЧ-обработки полимерных материалов содержит в своем составе пять программируемых логических контроллеров, обеспечивающих выполнение определенного участка алгоритма процесса ВЧ-обработки. Из работы не ясно как осуществляется взаимодействие контроллеров между собой. И насколько обоснованно использование такого количества контроллеров.

Указанные замечания, в целом, не снижают ценность полученных результатов и общего положительного впечатления о выполненной работе. Диссертационная работа Буторина Д. В. является самостоятельной, оригинальной и имеет значение для дальнейшего развития технологий ВЧ-электротермии полимеров.

Заключение по работе

Диссертация Буторина Дениса Витальевича «Автоматизация управления процессами высокочастотной обработки полимерных материалов разной степени полярности», представленная на соискание ученой степени кандидата

технических наук, является завершённой научно-квалификационной работой, в которой изложено новая научно-обоснованная техническая разработка автоматизированной системы управления технологическим процессом ВЧ-обработки, имеющей значение для развития знаний в области автоматизации и управления технологическими процессами высокочастотной обработки полимерных материалов разной степени полярности.

Работа обладает актуальностью, результаты работы обладают научной новизной и практической значимостью, результаты и выводы обоснованы и достоверны. Содержание автореферата соответствует основным положениям диссертационной работы. Результаты диссертации соответствуют паспорту специальности 05.13.06.

Диссертационная работа отвечает требованиям п. 9 положения о порядке присуждения ученых степеней ВАК, предъявляемые к кандидатским диссертациям, а ее автор – Буторин Денис Витальевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность).

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры «Информационно-
управляющих систем»
Федерального государственного
бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Сибирский государственный
Университет науки и технологий
имени академика М.Ф. Решетнева»

Бочаров Алексей Николаевич

12.11.2018

660037, г. Красноярск, проспект им. газеты Красноярский рабочий, 31
тел. (391) 291-92-40
e-mail: sibalexbo@gmail.com

Подпись А.Н. Бочарова заверяю.
Ученый секретарь
Ученого совета Университета



А.Е. Гончаров