

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Животягина Дениса Александровича

на тему

«Исследование и разработка алгоритмов управления переходными режимами индукционных установок методического действия для нагрева алюминиевых сплавов перед деформацией»,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.10 – Электротехнология

Актуальность темы исследования

Диссертационная работа Животягина Дениса Александрович посвящена проблеме повышения энергоэффективности функционирования многосекционных индукционных нагревателей заготовок из алюминиевых сплавов в переходных и установившихся режимах нагрева. В работе рассмотрены и определены проблемы управления индукционными нагревательными системами с дискретным перемещением заготовок, показано современное состояние методов расчета электромагнитных и тепловых процессов при индукционном нагреве металла и управления режимами нагрева, разработана математическая модель процесса нагрева и адаптация к алгоритму оптимизации, разработаны методика расчета температурного распределения в загрузке многосекционного методического индукционного нагревателя и методика поиска параметров управления многосекционным нагревателем в переходных и установившихся режимах, разработан алгоритм управления многосекционным индукционным нагревателем методического действия.

Изменяющийся режим работы технологической линии «методический индукционный нагреватель – деформирующее оборудование», от пуска в работу до изменения размера и массы заготовок для прессования, приводит к возникновению простоев и экономических потерь предприятия. Решением задачи повышения эффективности является повышение эффективности

управления процессом нагрева за счет уточнения математических моделей электромагнитных и тепловых процессов в переходных режимах многосекционного методического нагревателя. Однако решение данной задачи усложняется нелинейной зависимостью распределения удельной мощности нагрева по длине нагревателя от температурного распределения с учетом периодической смены заготовок различных по длине и диаметру.

Целью представленной диссертационной работы является повышение энергоэффективности функционирования многосекционных индукционных установок для нагрева заготовок из алюминиевых сплавов в переходных и установившихся режимах нагрева, что позволит обеспечить при заданных характеристиках нагрева повысить технико-экономические и эксплуатационные показатели индукционных нагревательных комплексов.

Актуальность темы исследований подтверждается необходимостью повышения энергоэффективности процесса нагрева, повышения производительности труда и качества материалов и изделий производимых с помощью многосекционных индукционных нагревателей заготовок из алюминиевых сплавов.

Оценка структуры и содержания работы

Работа состоит из введения, четырех глав и заключения. Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и основные задачи исследования, показана практическая значимость, приведены основные положения, выносимые на защиту.

Первая глава посвящена обзору современного состояния методов расчета электромагнитных и тепловых процессов при индукционном нагреве металла и управления режимами нагрева. Рассмотрена проблема управления индукционными нагревателями с дискретным перемещением заготовок. Особый акцент был сделан на решении частных задач управления стационарным и переходными режимами, которые не учитывают всего круга проблем, показано развитие теории систем управления и недостаточность их проработки. Рассмотрено влияние изменений свойств сплавов при нагреве на

параметры индуктора. Во второй главе разработаны численные математические модели тепловых и электромагнитных процессов в системе «индукционный нагреватель – загрузка», учитывающая теплообмен теплопередачей и излучением, при дискретно изменяющейся скорости. Построена мультифизическая электротепловая модель индукционной системы с дискретно перемещающимися заготовками и определенными граничными условиями. По результатам моделирования предложены алгоритм построения системы программного управления нагревом заготовок и алгоритм построения замкнутой многоканальной системы регулирования температуры заготовок в многосекционном нагревателе методического действия. В третьей главе по результатам моделирования произведен расчет параметров секций индуктора и компенсирующих устройств, моделирование процессов с разными способами управления индуктором. Проводилось исследование возможности системы программного управления в процессе выхода на установившийся режим, построенное на базе связанных электротепловых моделей, с учетом необходимости применения ложных слитков и темпа выдачи заготовок. Показано применение программного управления нагревом с коррекцией токов секций при выходе на установившийся режим. В четвертой главе представлено моделирование тепловых процессов в загрузке при применении системы автоматического регулирования с дискретно перемещаемыми заготовками при разном числе каналов регулирования. Проведено сравнение затрат энергии на потери при разных интервалах нагрева.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность и достоверность теоретических положений, выводов и заключений диссертации не вызывает сомнений и подтверждается тем, что при математическом описании и моделировании индукционной нагревательной системы использованы общепринятые в электромеханике, теоретической электротехнике и теплотехнике подходы. Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на научно-технических конференциях

различного уровня и опубликованы в печати, в том числе в изданиях из списка ВАК и индексируемых в базе Scopus.

Основные положения диссертационной работы Животягина Д.А. являются научно обоснованными. Выводы и рекомендации, содержащиеся в диссертационной работе, имеют убедительную аргументацию.

Содержание диссертации соответствует специальности 05.09.10 – «Электротехнология».

Диссертация написана в грамотном научном стиле, автореферат диссертации достаточно точно отражает ее содержание.

Основные результаты диссертации апробированы в достаточной мере и отражены в 9 опубликованных печатных работах автора.

Достоверность и новизна полученных результатов

В работе проведены глубокие исследования в области электротермических систем нагрева заготовок из алюминиевых сплавов. Разработана математическая модель нестационарного процесса методического индукционного нагрева дискретно перемещающихся крупногабаритных заготовок из сплавов алюминия в переходных и установившихся режимах, позволяющая учитывать электромагнитные и тепловые краевые эффекты. Разработаны методика расчета температурного распределения в загрузке многосекционного методического индукционного нагревателя и методика поиска параметров управления многосекционным нагревателем в переходных и установившихся режимах. Разработаны и исследованы алгоритмы управления многосекционным индукционным нагревателем методического действия. Достоверность и новизна полученных результатов подтверждается результатами моделирования и экспериментов.

Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов

Научная значимость проведенных исследований подтверждена публикацией трех работ в изданиях, рецензируемых ВАК, а также изданиях, индексируемых в базе Scopus.

Предложенные алгоритмы управления процессом нагрева заготовок в многосекционном индукционном методическом нагревателе в переходных и установившихся режимах работы, обеспечивающие снижение непроизводительного расхода энергии, могут быть использованы при проектировании и эксплуатации современных энергоэффективных многосекционных индукционных нагревательных установок методического действия для массивных цилиндрических заготовок, а также мощных индукционных систем нагрева с большим количеством нагревательных секций.

Практическая значимость полученных результатов подтверждается Справкой об использовании результатов диссертационной работы на предприятии «Самарский металлургический завод».

Замечания по диссертационной работе

1. Автором не рассмотрены вопросы, связанные с анализом существующих систем управления индукционных установок методического действия для нагрева заготовок перед деформацией.

2. Автором рассмотрена система управления конкретной индукционной установкой методического действия, тогда как в названии работы речь идет как минимум о двух.

3. В работе не рассмотрен вариант нагрева при увеличении частоты напряжения секций индуктора.

4. При анализе работы САР не было проведено исследование в зависимости от чистоты поступающей заготовки.

5. При оценке погрешности моделей автор не приводит уравнений и методик сравнения.

6. При оценке погрешности моделей автор описывает 4 вариант расчета электромагнитных и тепловых процессов в многосекционном нагревателе при неизменных значениях токов в секциях индуктора, но результаты приводятся лишь для двух.

7. Не ясно, каким образом получено значение экономии, представленное в денежном выражении в Заключении к данной работе?

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным положением о присуждении ученых степеней

Отмеченные недостатки и сделанные замечания не влияют на общую оценку диссертации в целом.

Диссертация Животягина Д.А. на соискание ученой степени кандидата технических наук является научно-квалификационной работой, в которой изложены научно обоснованные методики и алгоритмы управления переходными режимами индукционных установок методического воздействия для нагрева алюминиевых сплавов перед деформацией, имеющие существенное значение для электротехнологии, что соответствует требованиям п. 9 «Положение о присуждении ученых степеней», а ее автор, Животягин Дениса Александрович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.10 – Электротехнология.

Официальный оппонент:
кандидат технических наук,
Хлюпин Павел Александрович,
доцент кафедры «Электротехника и электрооборудование предприятий»
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»


16.11.2020

Кандидатская диссертация защищена
по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы

Адрес места основной работы: г. Уфа ул. Космонавтов, 1
Рабочий телефон: +7(347) 242-07259
Адрес эл. почты: khlyupinpa@mail.ru

