

## УТВЕРЖДАЮ:

Ректор ФГАОУ ВО «Южно-Уральский  
государственный университет  
(национальный исследовательский  
университет)»,  
доктор технических наук, профессор

А.Л. Шестаков

2020 г.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного автономного образовательного учреждения  
высшего образования «Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»

Диссертация Костылевой Елизаветы Марковны на соискание ученой степени кандидата технических наук «Модели и алгоритмы для определения характеристик электрических дуг в многоэлектродных дуговых печах» выполнена на кафедре информационно-аналитического обеспечения управления в социальных и экономических системах высшей школы электроники и компьютерных наук федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)».

В период подготовки диссертации и в настоящее время соискатель Костылева Елизавета Марковна работает в ООО «Уральская металлообрабатывающая компания» в должности ведущего инженера-программиста. В настоящее время является соискателем ученой степени кандидата технических наук федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)».

Костылева Елизавета Марковна окончила с отличием в 2004 году государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Магнитогорский государственный технический университет

им Г.И. Носова» по специальности 22.04.00 «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем».

Справка об обучении и сдаче кандидатских экзаменов выдана в 2020 году федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)».

Научный руководитель – Логиновский Олег Витальевич, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой информационно-аналитического обеспечения управления в социальных и экономических системах высшей школы электроники и компьютерных наук федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)».

По результатам рассмотрения диссертации Костылевой Е.М. «Модели и алгоритмы для определения характеристик электрических дуг в многоэлектродных дуговых печах» принято следующее **заключение:**

Актуальность темы

В диссертационном исследовании Костылевой Е.М. рассматриваются широко применяемые в промышленности агрегаты, в работе которых используются электрические дуги. Повышение эффективности работы этих агрегатов требует совершенствования конструкции, методов управления технологическими процессами и прогнозирование надежности их работы. Это становится возможным благодаря исследованию анализа системных связей, возникающих в процессе работы дуговых агрегатов. Для проведения подобного анализа необходимо комплексное исследование взаимодействия дуг, возникающих в ходе технологического процесса. Это воздействие на них собственных и внешних магнитных полей, анализ электромагнитных сил действующих на дуги и определяющие их форму, а также тепловые потоки излучения, попадающие на обрабатываемый материал. В настоящее время поведение электрических дуг недостаточно исследовано. Приведенные в

литературных источниках данные часто противоречивы и слабо систематизированы. В данной работе создано системное описание поведения электрических дуг в процессе функционирования агрегатов, разработаны модели, алгоритмы и программы, позволяющие совершенствовать конструкцию и технологические процессы промышленных печей с двумя и более дугами.

Соответствие содержания диссертации паспорту научной специальности

Диссертационная работа Костылевой Е.М. соответствует следующим областям исследования паспорта специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (промышленность)»:

п.4. Формализация и постановка задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации.

п.4. Разработка методов и алгоритмов решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации.

п.5. Разработка специального математического и алгоритмического обеспечения систем анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации.

п.12. Визуализация, трансформация и анализ информации на основе компьютерных методов обработки информации.

Структура работы, содержание её основных разделов, научные положения, выводы и результаты диссертационного исследования, а также оформление текстовой части и формул в полной мере соответствуют требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям по техническим наукам.

Диссертация изложена современным научным языком, математические выкладки и формулы выполнены вполне корректно. Расчеты и обоснования соответствуют логике изложения материала. Рисунки и таблицы хорошо иллюстрируют текст диссертации.

### Личное участие автора в получении научных результатов

Личный вклад соискателя заключается в разработке и систематизации математических моделей, численных методов, создании комплекса программ, проведения компьютерного моделирования, обработке и анализе полученных результатов. Все результаты исследований, приведенные в диссертации, получены лично автором работы (Костылевой Е.М.) или при ее непосредственном участии.

### Достоверность результатов исследования подтверждается:

- применением компьютерного моделирования с помощью оригинальных программных продуктов, на которые получены свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ (2013619388, 2016618499);
- подтверждается использованием проверенных на практике моделей, а также сравнением полученных в работе результатов с известными из научно-технической литературы экспериментальными данными, а также результатами экспериментальных исследований, проведенных автором на промышленной дуговой печи.

Выводы, сделанные диссертантом, вытекают из результатов работы.

### Научная новизна диссертации

Научная новизна работы заключается в том, что создано системное описание поведения электрических дуг в процессах функционирования технологических агрегатов.

Впервые определена зависимость для напряженности магнитного поля вблизи нескольких электрических дуг постоянного или переменного токов, горящих на горизонтальную поверхность, от конструктивных и технологических параметров.

Выполнены исследования основных характеристик электромагнитного взаимодействия электрических дуг и их теплового излучения при горении на горизонтальную поверхность методами компьютерного моделирования.

Разработан эмпирический алгоритм для нахождения формы осей столбов при электромагнитном взаимодействии двух или трех дуг, по которым протекают постоянные токи, текущие параллельно в одном или противоположных направлениях, либо трехфазные переменные токи при горении дуг на горизонтальную поверхность.

Определено распределение теплового потока по горизонтальной поверхности при привязке на нее трех электрических дуг трехфазного тока с учетом их электромагнитного взаимодействия, влияющего на форму дуг.

Практическая значимость результатов диссертационного исследования состоит в том, что на основании системного рассмотрения объекта разработано алгоритмическое и программное обеспечение, позволяющее определять следующие параметры: электромагнитные силы, действующие на дуги, распределение теплового потока, падающего на горизонтальную поверхность, формы осей столбов двух или трех параллельно горящих электрических дуг.

Разработанное программное обеспечение может быть использовано в составе систем автоматизированного проектирования при создании новых и реконструкции действующих агрегатов, а также в составе автоматизированных систем технологической подготовки производства, систем поддержки принятия решений при проведении технологических процессов, при разработке новых и модернизации существующих технологических процессов.

Разработанные модели, алгоритмы и программное обеспечение внедрены в практику работы ООО РМЗ «НИХАРД-СЕРВИС» (г. Златоуст). Акт внедрения имеется.

Ценность и полнота изложения материалов диссертации в научных работах, опубликованных соискателем

По теме диссертации автором работы опубликовано 33 научных труда, в том числе 9 публикаций в изданиях из Перечня ВАК, 3 статьи в материалах конференций и журналах, индексированных в Scopus.

В научных работах, опубликованных автором, основные научные положения и результаты диссертационного исследования представлены исчерпывающим образом.

Статьи, опубликованные в рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК:

1. Loginovsky O.V., **Kostyleva E.M.**, Yachikov I.M. Optimization of the lining wear coefficient on the basis of control of three phase-current electric arcs characteristics // Bulletin of the South Ural state University. Series: Computer technologies, automatic control, radio electronics. – 2020. Vol.20. – no 3. – p. 129-134. (2/6).
2. Ячиков И.М., **Костылева Е.М.** Характеристики электрических дуг трехфазного тока, горящих на горизонтальную поверхность при их электромагнитном взаимодействии // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – 2020. Т20. – №2 – С. 125-137. (7/13).
3. Ячиков И.М., **Костылева Е.М.**, Портнова И.В. Динамика электромагнитных сил, отклоняющих дуги от вертикали в трехфазной дуговой печи // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2020. – Т 63, №1. – С. 27–33. (3/7).
4. Ячиков И.М., **Костылева Е.М.** Комплекс программ для определения параметров электрических дуг трехфазного переменного тока, горящих на горизонтальную поверхность. // Программные продукты и системы. – 2017. – № 3. – С 537–545. (5/9).
5. Ячиков И.М., **Костылева Е.М.** Поведение основных электромагнитных сил, действующих на дугу в трехфазной дуговой печи // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2015. – №7. – С. 479-485. (4/7).
6. Ячиков И.М., **Костылева Е.М.** Математическое моделирование формы дуг при их электромагнитном взаимодействии. Сообщение 2. // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2014. – № 5. – С. 56-61. (3/6).

7. Ячиков И.М., **Костылева Е.М.** Математическое моделирование формы дуг при их электромагнитном взаимодействии. Сообщение 1. Форма двух дуг постоянного тока, горящих между катодами и токоподводящей поверхностью // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2014. – №1. – С. 59-64. (3/6).
8. Ячиков И.М., **Зарецкая Е.М.**, Модель распределения теплового потока от излучения электрической дуги, расположенной под углом к плоской тепловоспринимающей поверхности // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2011. – №7. – С. 25-29. (3/5).
9. Ячиков И.М., **Зарецкая Е.М.** Анализ поведения магнитного поля вблизи электродов дуговых печей посредством математического моделирования // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2011, №1. – С. 18-20. (2/3).

Диссертационная работа соответствует требованиям, установленным п. 14 «Положения о присуждении ученых степеней». Работа представляет собой самостоятельно выполненное, завершенное научно-квалификационное исследование, в котором получены важные научные и практические результаты, не содержит заимствованного материала без ссылки на автора и источник заимствования.

Автореферат в полной мере отражает содержание диссертации.

Диссертация «Модели и алгоритмы для определения характеристик электрических дуг в многоэлектродных дуговых печах» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (промышленность)».

Заключение принято на расширенном заседании кафедры информационно-аналитического обеспечения управления в социальных и экономических системах высшей школы электроники и компьютерных наук федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)».

### **Присутствовали:**

1. Логиновский Олег Витальевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой информационно-аналитического обеспечения управления в социальных и экономических системах (ИАОУ) ЮУрГУ (НИУ);
2. Гельруд Яков Давидович доктор технических наук, доцент, профессор кафедры ИАОУ ЮУрГУ (НИУ).
3. Панферов Владимир Иванович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры ИАОУ ЮУрГУ (НИУ);
4. Голлай Александр Владимирович кандидат химических наук, доцент, доцент кафедры ИАОУ ЮУрГУ (НИУ);
5. Коровин Александр Михайлович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры ИАОУ ЮУрГУ (НИУ);
6. Любицын Владимир Николаевич, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры ИАОУ ЮУрГУ (НИУ);
7. Захаров Вадим Владимирович, младший научный сотрудник, кафедры ИАОУ ЮУрГУ (НИУ);
8. Некрасов Сергей Геннадьевич, доктор технических наук, профессор кафедры информационно-измерительной техники ЮУрГУ (НИУ);
9. Суховилов Борис Максович, доктор технических наук, старший научный сотрудник, заведующий кафедрой информационных технологий в экономике ЮУрГУ (НИУ);
10. Тележкин Владимир Федорович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры инфокоммуникационных технологий ЮУрГУ (НИУ);
11. Ширяев Владимир Иванович, доктор технических наук, профессор заведующий кафедрой систем автоматического управления ЮУрГУ (НИУ);
12. Кабиольский Евгений Александрович, аспирант кафедры ИАОУ ЮУрГУ (НИУ), начальник управления информатизации ЮУрГУ (НИУ);

13. Ливончик Вероника Владимировна, аспирант кафедры ИАОУ ЮУрГУ (НИУ), заместитель начальника управления по внеучебной работе ЮУрГУ (НИУ);
14. Халдин Александр Сергеевич, аспирант кафедры ИАОУ ЮУрГУ (НИУ);
15. Почтарев Тимофей Иванович, аспирант кафедры ИАОУ ЮУрГУ (НИУ).

**Выступили:** доктор технических наук, профессор Тележкин В.Ф., доктор технических наук, профессор Суховилов Б.М., доктор технических наук, профессор Ширяев В.И., доктор технических наук, профессор Панферов В.И., доктор технических наук, профессор Логиновский О.В.

Результаты голосования: «за» – 15 человек, «против» – 0 человек, «воздержались» – 0 человек, протокол № 2 от «12» октября 2020 г.

Доктор технических наук, профессор,  
профессор кафедры «Информационно-аналитическое обеспечение управления в социальных и экономических системах» ЮУрГУ (НИУ)

Панферов Владимир Иванович

Кандидат технических наук, доцент,  
ученый секретарь кафедры  
«Информационно-аналитическое обеспечение управления в социальных и экономических системах» ЮУрГУ (НИУ)

Коровин Александр Михайлович

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)»  
Россия, 454080, Челябинск, проспект Ленина, 76,  
<http://susu.ru/>,  
телефон: (351) 267-92-08,  
e-mail: [iaou@susu.ru](mailto:iaou@susu.ru)

Подписи представителей  
Ученого совета

Начальник управления по работе с кадрами Южно-Уральского государственного университета



Иванова