

ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК»

**Орловский региональный центр
энергосбережения**



ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ XXI ВЕК

март – июнь

ENERGY AND RESOURCES SAVING XXI CENTURY

March – June

Орёл 2012

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПРАВИТЕЛЬСТВО ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ
АДМИНИСТРАЦИЯ г. ОРЛА
ООО «АКАДЕМИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ НАУК» РФ
ПАДЕРБОРНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (ГЕРМАНИЯ)
ФГБОУ ВПО «АлтГТУ им. И.И. ПОЛЗУНОВА»
ФГБОУ ВПО «ГОСУНИВЕРСИТЕТ - УНПК» (г. Орел)
ГУ «ОРЛОВСКИЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ»
ОАО «АЛЕКСАНДРОВСКИЕ КОММУНАЛЬНЫЕ СЕТИ»
ОАО «ОРЕЛОБЛЭНЕРГО»
ОАО «ОРЕЛЭНЕРГОСБЫТ»
ФИЛИАЛ ОАО «МРСК ЦЕНТРА» – «ОРЕЛЭНЕРГО»
КАФЕДРА «ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ»
(ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК», г. Орел)

ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ XXI ВЕК

**Сборник материалов X Международной
научно-практической интернет-конференции**

01 марта – 30 июня

Орел 2012

УДК: 620.92 (063)
ББК 31.15Я 431
Э65

Энерго- и ресурсосбережение – XXI век.: Сборник материалов X международной научно-практической интернет-конференции, 01 марта – 30 июня 2012 г. / Под редакцией д-р техн. наук, проф. В.А. Голенкова, д-р техн. наук, проф. А.Н. Качанова, д-р техн. наук., проф. Ю.С. Степанова. – Орел: Госуниверситет-УНПК, 2012. – 316 с.

ISBN 978-5-93932-501-1

В сборник материалов десятой международной научно-практической интернет-конференции «Энерго- и ресурсосбережение – XXI век» включены работы ученых и специалистов России, стран ближнего и дальнего зарубежья в авторском варианте с аннотациями на русском и иностранном языках. Доклады с учетом научного направления, указанного авторами, были размещены в следующих секциях на сервере Орловского государственного технического университета (www.gu-unpk.ru) с 01 марта по 30 июня 2012 года:

1. Проблемы и перспективы в области энерго- и ресурсосбережения.
2. Энергоэффективность систем электроснабжения и направления их развития.
3. Энергосберегающие электротехнологические процессы и установки.
4. Энергосберегающие машиностроительные технологии и оборудование.
5. Энерго- и ресурсосбережение в агропромышленном комплексе.
6. Управление энерго- и ресурсосбережением на промышленных предприятиях.
7. Автоматизированные системы управления – эффективные средства энерго- и ресурсосбережения.

УДК: 620.92 (063)
ББК 31.15Я 431
Э65

ISBN 978-5-93932-501-1

© ГОСУНИВЕРСИТЕТ - УНПК, 2012
© ГУ «ОрелРЦЭ», 2012

ОРГАНИЗАТОРЫ КОНФЕРЕНЦИИ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПРАВИТЕЛЬСТВО ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ
АДМИНИСТРАЦИЯ г. ОРЛА
ООО «АКАДЕМИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ НАУК» РФ
ПАДЕРБОРНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (ГЕРМАНИЯ)
ФГБОУ ВПО «АлтГТУ им. И.И. ПОЛЗУНОВА»
ФГБОУ ВПО «ГОСУНИВЕРСИТЕТ - УНПК» (г. Орел)
ГУ «ОРЛОВСКИЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ»
ОАО «АЛЕКСАНДРОВСКИЕ КОММУНАЛЬНЫЕ СЕТИ»
ОАО «ОРЕЛОБЛЭНЕРГО»
ОАО «ОРЕЛЭНЕРГОСБЫТ»
ФИЛИАЛ ОАО «МРСК ЦЕНТРА» – «ОРЕЛЭНЕРГО»
КАФЕДРА «ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ»
(ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК», г. Орел)

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF THE RUSSIAN FEDERATION
OREL REGIONAL ADMINISTRATION
OREL ADMINISTRATION
ACADEMY OF ELECTRICAL AND TECHNICAL SCIENCES OF THE RUSSIAN
FEDERATION
UNIVERSITY OF PADERBORN (GERMANY)
ALTSTU THEM. II POLZUNOV
STATE UNIVERSITY – EDUCATION-SCIENCE-PRODUCTION COMPLEX
OREL REGIONAL CENTRE FOR ENERGY SAVING
JOINT-STOCK COMPANY ALEXANDROVSKYE MUNICIPAL NETWORKS
JOINT-STOCK COMPANY “ORELREGIONENERGY”
JOINT-STOCK COMPANY ORELSALESCOMPANY
JSC "MRSC CENTER" - "ORYOLENERGO"
DEPARTMENT OF “POWER EQUIPMENT AND ENERGY SAVING”
(State University – Education-Science-Production Complex)

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

1. Коновалов Борис Михайлович - председатель программного комитета, первый заместитель Губернатора и Председателя Правительства Орловской области
2. Качанов Александр Николаевич - зам. председателя программного комитета, д.т.н., профессор, академик АЭН РФ, исполнительный директор ГУ «ОрелРЦЭ», зав. кафедрой «Электрооборудование и энергосбережение» Госуниверситет – УНПК.
3. Жасимов Макар Мусаевич - д.т.н., профессор, председатель технического комитета "Машиностроение" Республики Казахстан
4. Иньков Юрий Моисеевич - д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ, академик АЭН РФ, главный ученый секретарь АЭН РФ.
5. Хомутов Олег Иванович, д.т.н., профессор, академик международной академии высшей школы, ректор ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им И.И. Ползунова».
6. Демидович Виктор Болеславович, д.т.н., профессор кафедры электротехнологической и преобразовательной техники ЛЭТИ им. В.И. Ульянова, академик–секретарь научно-отраслевого отделения № 6 АЭН РФ.
7. Dahlsveen Trond (Норвегия) - M. Sc., президент Energy Saving International AS
8. Jiří Kožený (Чехия) - Prof., Dr.-Ing., Westbomische Universitat Plzeň, Elektrotechnische Fakultät
9. Li Qingling (Китай) - Prof., Dipl.-Ing., Qingdao University of Chemical Technology, Department of Mechanical Engineering
10. Lupe Sergio (Италия) - Prof., Dr., University of Padova, Department of Electrical Engineering
11. Pahl Manfred H. (Германия) - Prof., Dr., Institute of Energy and Process Engineering Mechanical and Environmental Process
12. Sawicki Antoni (Польша) - Prof., Dr., Politechnika Częstochows, Samodzielny Zaklad Elektrotechnologii
13. Schulze Dietmar (Германия) - Prof., Dr. habil., Technische Universitat Ilmenau, Fachgebiet Elektrowarme
14. Рыжикова Елена Юрьевна - технический секретарь программного оргкомитета, ведущий инж. Центра эффективного энергосбережения Орловской области.

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

1. Голенков Вячеслав Александрович – председатель оргкомитета, д.т.н., профессор, академик АПК РФ, лауреат Государственных премий РФ, ректор Госуниверситет – УНПК.
2. Степанов Юрий Сергеевич – зам. председателя оргкомитета, д.т.н., профессор, академик РИА и РАЕ, директор Научно-образовательного центра нанотехнологий Госуниверситет – УНПК.
3. Вакулко Анатолий Георгиевич – к.т.н., доцент, лауреат Государственной премии РФ, директор НТИЦ ЭТТ, Московский энергетический институт (ТУ).
4. Гамазин Станислав Иванович – д.т.н., профессор, Московский энергетический институт (ТУ).
5. Нютюнич Евгений Аркадьевич – к.т.н., доцент, лауреат Премии Правительства РФ, директор НИИ энергоэффективных технологий Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева.
6. Кувалдин Александр Борисович – д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ, академик АЭН РФ, Московский энергетический институт (ТУ).
7. Летягин Александр Вячеславович – заместитель генерального директора – директор филиала ОАО «МРСК Центра»-«Орелэнерго»
8. Радченко Сергей Юрьевич – д.т.н., профессор, проректор по научной работе Госуниверситет – УНПК.
9. Тимохин Вячеслав Александрович – первый заместитель-главный инженер ОАО «Орелоблэнерго», доктор электротехники, заслуженный энергетик РФ.
10. Шумарин Валерий Федорович – генеральный директор ОАО «Александровские коммунальные системы», доктор электротехники.
11. Юрьев Юрий Николаевич – директор ОАО «Орелэнергообит».
12. Поландова Лидия Ивановна, к.э.н., начальник Управления научно-исследовательских работ Госуниверситет – УНПК.
13. Карнаухова Любовь Николаевна – технический секретарь оргкомитета, ведущий инж. Центра эффективного энергосбережения Орловской области.

PROGRAM COMMITTEE

1. Boris Mikhailovich Konovalov – Chairman of the Program Committee, First Vice-Governor and Deputy Chairman of Orel Regional Administration.
2. Alexander Nikolayevich Kachanov - Vice - Chairman (Russia), Ph.D., Professor, Academician of PSN RF, Executive Director of Orel RPSC, State University – Education Science Production Complex.
3. Makar Musyevich Zhasimov (Kazakhstan) - Ph.D., Professor, Chairman of the Technical Board "Mechanical Engineering" Kazakhstan
4. Yurji Moiseevich Inkov (Russia) - Ph.D., Professor, Honored Worker of Science of Russian Federation, Academician of PSN RF, Chief scientist, Secretary of APS RF
5. Oleg Ivanovich Homutov, Ph.D., Professor, Academician of the international academy of the higher school, Rector FGOU VPO «Altay state technical university to them I.I.Polzunov».
6. Viktor Boleslavovich Demidovich, doctor of technical sciences, professor, chair of electro technological and converter equipment LETI named after V.I. Uljanov, academician-secretary of scientific-branch division № 6 AEN RF
7. Dahlsveen Trond (Norway) - M.Sc. President of Energy Saving International AS
8. Jiri Kozeny (Czech Republic) - Prof, Dr.-Ing., Westboemische Universitaet Plzen, Elektrotechnische Fakultaet
9. Li Qingling (China) - Prof., Dipl.-Ing., Qingdao University of Chemical Technology, Department of Mechanical Engineering
10. Lupe Sergio (Italy) - Prof, Dr., University of Padova, Department of Electrical Engineering
11. Pahl Manfred H. (Germany) - Prof, Dr., Institute of Energy and Process Engineering Mechanical and Environmental Process
12. Sawicki Antoni (Poland) - Prof., Dr., Politechnika Czestochows, Samodzielny Zaklad Elektrotechnologii
13. Schulze Dietmar (Germany) - Prof, Ph.D., habil., Technische Universitaet Ilmenau, Fachgebiet Elektrowaerme
14. Elena Yurievna Ryzikova, technical Sekretary of programming Organizing Committee, leading engineer of Orel region effective enegy saving Center

ORGANIZING COMMITTEE

1. Vyacheslav Alexandrovich Golenkov, Chairman, Ph.D., Professor, Academician of APK RF, State Prize Laureate in science and engineering of RF, Rector of State University – Education Science Production Complex.
2. Yury Sergeyeovich Stepanov - Deputy - Chairman (Russia), Ph.D., Professor, State Prize Laureate, Prorektor of State University – Education Science Production Complex for Scientific Work.
3. Anatoly Georgievich Vakulko - Can.Sc, Assistant Professor, State Prize Laureate, Moscow Power Institute (TU).
4. Stanislav Ivanovich Gamazin - Ph.D., Professor, Moscow Power Institute (TU).
5. Yevgeny Arkadievich Zenyutich - Can. Sc, Assistant Professor, State Prize Laureate, Executive Director of Nizhegorodsky Regional Center of Energy Saving.
6. Alexander Borisovich Kuvaldin - Ph.D., Professor, Academician of PSN RF, Moscow Power Institute (TU).
7. Aleksandr Vyacheslavovich Letyagin – Deputy chief director – branch director of OJSC “MRSK Centr – Orelenergo”
8. Sergey Yurievich Radchenko - doctor of technical sciences, professor, Prorektor for Research of State University ESPC
9. Vyacheslav Alexandrovich Timokhin – Chief Engineer of joint-stock company «Orelenergo», Honorary Freeman of Orel town, Doc. El.Sc.
10. Valeriy Fedorovich Shumarin - Director of Company “Aleksandrovsky municipal systems” LTD, Doc. Sc.
11. Yury Nikolayevich Yurev – Director of company “Orel company for energysale” LTD.
12. Lidiya Ivanovna Polandova, Chief of Dep for Research Work of State University – Education Science Production Complex.
13. Lubov Nikolaevna Karnauchova, technical Sekretary of programming Organizing Committee, leading engineer of Orel region effective enegy saving Center

НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ

1. Проблемы и перспективы в области энерго- и ресурсосбережения
2. Энергоэффективность систем электроснабжения и направления их развития
3. Энергосберегающие электротехнологические процессы и установки
4. Энергосберегающие машиностроительные технологии и оборудование
5. Энерго- и ресурсосбережение в агропромышленном комплексе
6. Управление энерго- и ресурсосбережением на промышленных предприятиях
7. Автоматизированные системы управления – эффективные средства энерго- и ресурсосбережения

SCIENTIFIC LINES

1. Problems and prospects in the field of energy- and resource saving
2. Energy effectiveness of power supply systems and lines of their development
3. Energy saving electro-technological processes and equipment
4. Energy saving machine building technologies and equipment
5. Energy- and resource saving in agricultural complex
6. Energy and resource saving control in industry
7. Automated management systems – effective energy and resource saving facilities

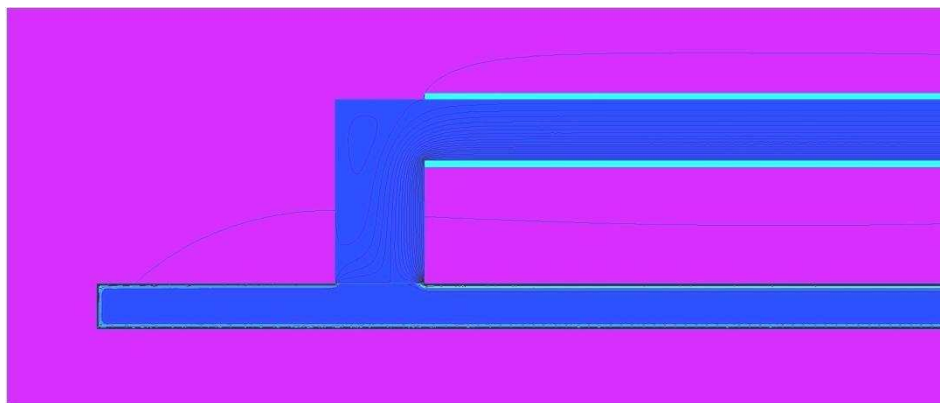


Рис. 2. Картина распределения силовых линий магнитного поля в системе «Примыкающий индуктор – плоская загрузка»

При решении нестационарной тепловой задачи учитывалось изменение электрофизических свойств материала загрузки в процессе нагрева. Достоверность результатов исследований, полученных с помощью программного пакета ELCUT, подтверждена их хорошей сходимостью с данными, полученными экспериментальным путем на физической модели.

Таким образом, применение программного продукта ELCUT позволяет значительно сократить время вычислительных процессов, оптимизировать выбор конструкции магнитопроводов примыкающих индукторов и взаимное расположение на нагреваемом объекте с целью выравнивания градиента температурного поля по объему нагреваемого изделия.

Литература

1. Katchanov A.N. Untersuchung des Magnetfeldes im Arbeitsplat eines Induktors fur die Erwarmung ebener Einsatze (статья) Im Wissenschaftliche zeitschrift der TH1, Heft 1. 1986, s. 107 – 111.

2. ELCUT. Моделирование двумерных полей методом конечных элементов. Руководство пользователя. /Санкт-Петербург: Производственный кооператив ТОР, 2010 – 345 с.

Качанов Александр Николаевич, д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Электрооборудование и энергосбережение», Госуниверситет – УНПК, тел. 8 (4862) 41 98 53

Голда Александр Викторович, студент гр. 51 – ЭО Госуниверситет – УНПК, e-mail: Golda-AleksandrV@yandex.ru

Карнаухова Любовь Николаевна, ведущий инженер ГУ «ОрелРЦЭ», тел. 8 (4862) 41 98 30

УДК 621.3

ПРОГРАММА GRADIENT ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ИНДУКЦИОННОГО ГРАДИЕНТНОГО НАГРЕВА

Кувалдин А.Б., Некрасова Н.С.
Россия, г. Москва, НИУ «МЭИ»

Описывается разработанная программа на базе автоматизированной процедуры расчета для исследования электромагнитных и тепловых полей заготовки, нагреваемой в установке индукционного градиентного нагрева.

There is described developed program on the basis of the automated procedure of calculation for research of electromagnetic and thermal fields of the preparation which are heated up in installation of induction gradient heating.

Индукционный нагрев широко применяется в различных отраслях промышленности, в частности, для нагрева металлических заготовок под пластическую деформацию. По сравнению с другими методами индукционный нагрев позволяет существенно повысить производительность оборудования, сократить энергозатраты, снизить себестоимость и улучшить качество продукции.

Технологический процесс прессования в некоторых случаях требует соответствующего температурного профиля по длине заготовки (так называемого градиентного нагрева), что связано с образующимся при прессовании теплом. неравномерный индукционный нагрев заготовки способствует улучшению качества прессования и увеличению срока службы технологического инструмента пресса [1].

Применение компьютерного моделирования процесса индукционного нагрева дает возможность выполнить совместный анализ электромагнитного и теплового полей с учетом температурных зависимостей электрических, магнитных и теплофизических свойств материалов и проводить виртуальные эксперименты, которые в реальности выполнить затруднительно или невозможно.

разработанная авторами с использованием пакета программ *ELCUT* осесимметричная модель системы индуктор-заготовка представлена на рис. 1, где 1 –

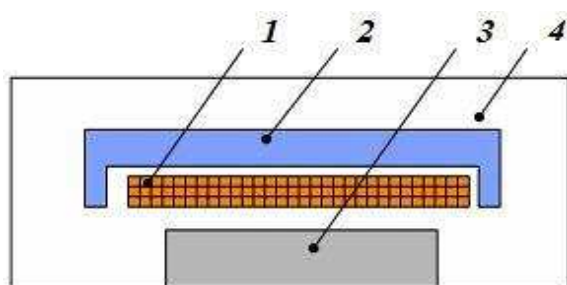


Рис 1. Система индуктор-заготовка

индуктор, 2 – магнитопровод, 3 – заготовка, 4 – воздух. С помощью составленной модели для проверки ее адекватности были проведены расчеты параметров работающей установки промышленной частоты при нагреве алюминиевой заготовки длиной 438 мм и диаметром 175 мм в индукторе длиной 550 мм, состоящем из 90 витков.

Результаты расчета, полученные при использовании программы *ELCUT*, достаточно точно совпали с результатами эксперимента [2].

Так как при проектировании новых установок необходимо проведение большого числа вычислительных экспериментов, то для более быстрой и удобной работы авторами разработана в среде *Delphi* компьютерная программа *GRADIENT*, которая использует для проведения вычислений программу *ELCUT*, причем исходные для расчетов данные:

геометрические размеры и свойства заготовки и индуктора, шаги сетки конечных элементов, рабочая частота, энергетические параметры и другие, формируются предварительно в пакете *Excel*. После выполнения расчетов в программе *ELCUT* результаты их направляются в *Excel* и *Delphi* для дальнейшей обработки и решения поставленного технологического задания.

Для пользователя, применение программы *GRADIENT* означает, что достаточно ввести в таблицы окна ввода (рис 2).необходимые для расчетов данные и запустить процесс. Созданная программа упрощает ввод исходных параметров и анализ полученных результатов расчетов.

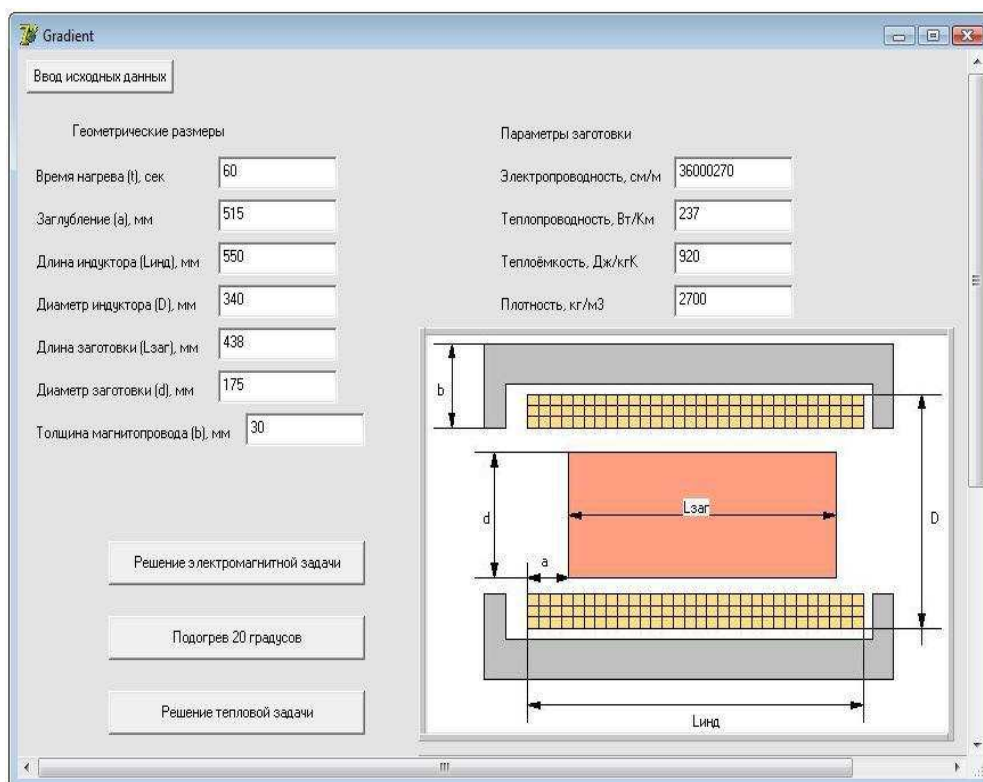


Рис. 2. Окно ввода данных в программе *GRADIENT*

В результате решения связанных электромагнитных задач и задач нестационарной теплопередачи с помощью разработанной программы, были получены распределения температуры в заготовке для различных вариантов конструкции индуктора и режимов работы установки, что позволило предложить ее модернизацию с целью сокращения времени нагрева, обеспечивающего повышение производительности и энергетических показателей.

Литература

1. Лакерник Р.М. Наложение металлических кабельных оболочек – М., Энергия, 1980. – 128 с.
2. Кувалдин А., Некрасова Н. Моделирование индукционного градиентного нагрева алюминиевых заготовок // Индукционный нагрев, 2011, № 16. – С. 17-21.

Кувалдин Александр Борисович – заслуженный деятель науки РФ, д.т.н., профессор кафедры ФЭМАЭК МЭИ (НИУ). e-mail: KuvaldinAB@mpei.ru

Некрасова Наталья Сергеевна – аспирант кафедры ФЭМАЭК МЭИ (НИУ).

E-mail: tihka23@mail.ru, адрес: Россия, 111250, г. Москва, Красноказарменная ул., 14, раб. тел. (495) 362–70–75

УДК.621.365.5

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ИНДУКЦИОННЫХ ПЕЧЕЙ С ХОЛОДНЫМ ТИГЛЕМ

Васильев С. А.

Россия, Москва, НИУ МЭИ

Разработана упрощённая трёхмерная модель индукционных печей с холодным тиглем в программе *ANSYS*. Описаны основные особенности моделирования. Проведены исследования по влиянию параметров модели на точность и время расчёта.