

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 «Госунiversитет - 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 «Государственный университет - 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. Нютютич Евгений Аркадьевич – к.т.н., доцент, лауреат Премии Правительства РФ, директор НИИ энергоэффективных технологий Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексева.
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

УДК 621.365.5

РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ «НЕМАГНИТНОЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЕ ИЗДЕЛИЕ – ИНДУКТОР С ПОСТОЯННЫМИ МАГНИТАМИ»

Бикеев, Р.А. Бланк А.В., Еремеев А.Н., Промзелев В.А.

Россия, г. Новосибирск, Новосибирский ГТУ

Предложен приближенный аналитический метод расчета электромагнитного поля установки индукционного нагрева с постоянными магнитами с помощью каскадной схемы замещения, которая сформирована в цилиндрической системе координат на основе сопоставления общих законов и методов расчета электромагнитного поля и методов теории электрических цепей синусоидального тока.

Ключевые слова: установки индукционного нагрева, постоянные магниты, электромагнитное поле синусоидальных токов, каскадные схемы замещения, четырехполосники.

The analytical method is offered to solve the electromagnetic problems in induction heating system with permanent magnets using the cascade equivalent circuits obtained in the cylindrical coordinate system by means of comparison of the electromagnetic field theory and the sinusoidal circuit theory.

Keywords: induction heating systems, permanent magnets, the time-harmonic electromagnetic field, cascade equivalent circuits, quadripoles.

Исследования электромагнитных явлений в установках индукционного нагрева с постоянными магнитами в настоящее время находятся на начальной стадии, о чем свидетельствует анализ отечественных и зарубежных источников. В связи с этим проблема изучения электромагнитных полей в таких установках представляется весьма актуальной.

Одним из наиболее перспективных подходов в индукционном нагреве немагнитных материалов с низким удельным сопротивлением (алюминия, меди, латуни) следует считать вращение нагреваемого изделия в магнитном поле постоянных магнитов, изготовленных из интерметаллических соединений на основе редкоземельных металлов. Полный КПД процесса нагрева в этом случае определяется потерями в двигателе и может достигать 90% [1-3].

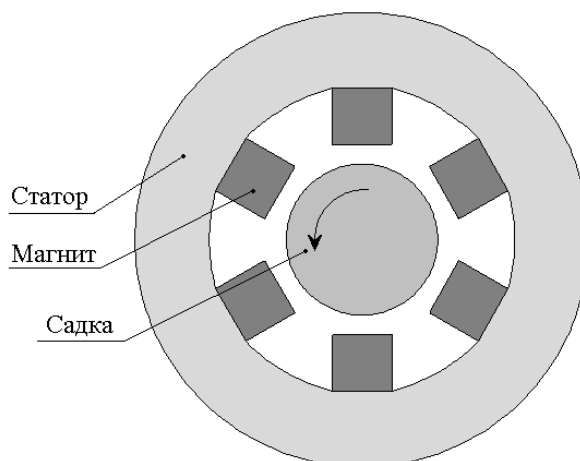


Рис. 1. Установка индукционного нагрева с постоянными магнитами

Индукционная установка для нагрева изделий цилиндрической формы содержит симметричную многополюсную систему возбуждения на постоянных магнитах и расположенную внутри вращающуюся садку (рис. 1).

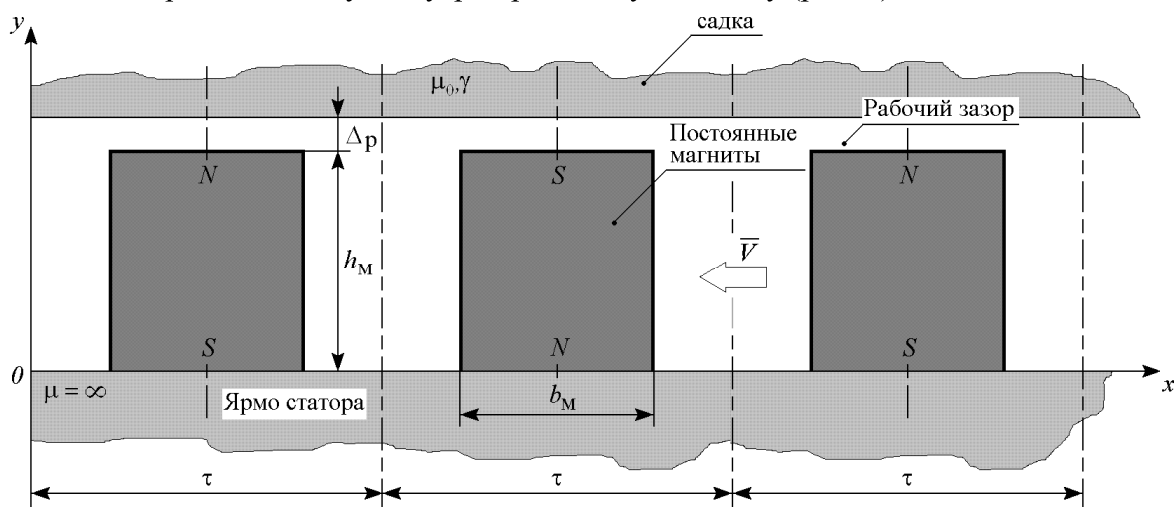


Рис. 2. Плоская развертка системы «магниты – зазор – садка»

Для расчета параметров электромагнитного поля использовалась модель, изображенная на рис. 2, представляющая собой трехслойную плоскую развертку системы «магниты – зазор – садка». Активная зона модели содержит разноименно-полюсную структуру постоянных магнитов, проводящая немагнитная среда (садка) отделена от активной зоны зазором Δp . Протяженность модели в направлении координаты z неограниченно велика.

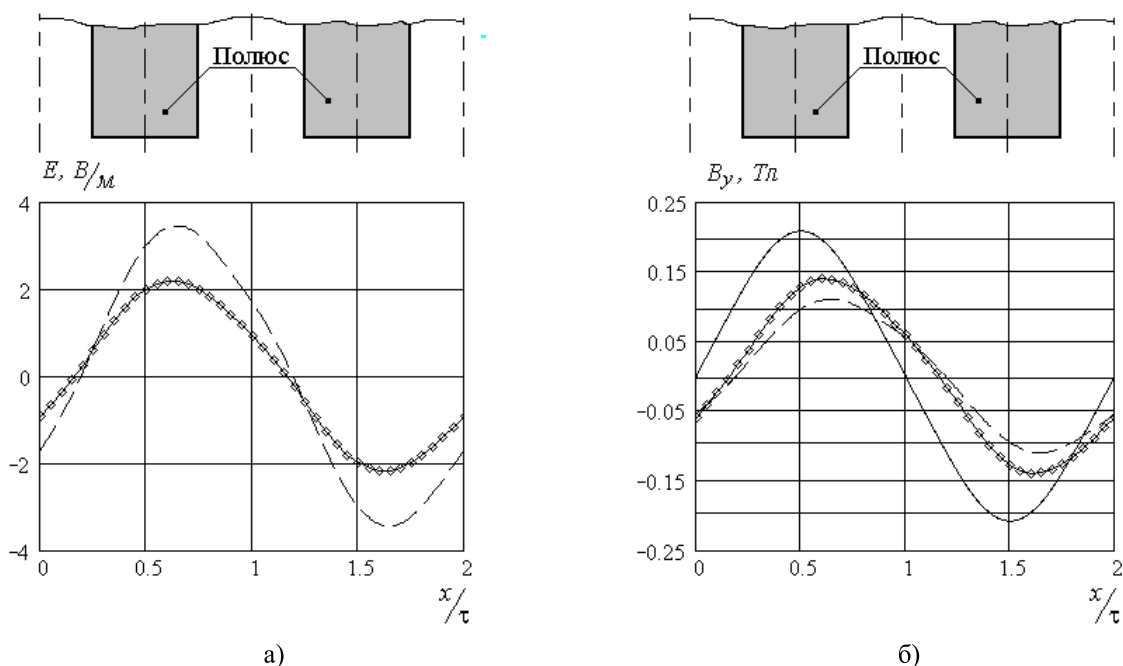


Рис. 3. Результаты расчет электромагнитного поля на поверхности садки при изменении скорости вращения:

а) кривая вектора электрической напряженности;

б) кривая нормальной компоненты вектора магнитной индукции;

обозначение кривых: — $V=0$; - - - $V=15.71 \text{ м/с}$; - · - · $V=31.42 \text{ м/с}$

Для численных расчетов использовалась программа ELCUT 5.5 разработки производственного кооператива «ТОР» (г. Санкт-Петербург).

При численном расчете перемещающиеся постоянные магниты заменялись распределенной в пространстве многофазной системой токов. Рассчитывались

нормальная компонента вектора магнитной индукции и электрическая напряженность на поверхности садки при следующих исходных данных: полюсное деление 20 мм; ширина магнита 10 мм; высота магнита 25 мм; рабочий зазор 5 мм; глубина алюминиевого слоя 10 мм; проводимость алюминия $3,445 \cdot 10^7 \text{ Ом}^{-1} \text{ м}^{-1}$; относительная магнитная проницаемость магнита в радиальном направлении 1,083; остаточная индукция магнита 1 Тл.

В результате расчета были получены кривые, дающие наглядное представление о влиянии скорости вращения садки на компоненты векторов (рис. 3).

Литература

1. Karban P., Mach F., Dolezel I. Higher-order finite element modeling of rotational induction heating of nonferromagnetic cylindrical billets // Heating by electromagnetic sources HES-10. – Padua, 2010 – pp. 515-522.

2. Dughiero F., Forzan M., Lupi S., Nicoletti F., Zerbetto M A new high efficiency technology for the induction heating of non magnetic billets // Heating by electromagnetic sources HES-10. – Padua, 2010 – pp. 531-538.

3. Михайлов К.А., Ковальский В.В., Кинев Е.С. Математическое и физическое моделирование индукционного нагрева в поле постоянного магнита. // Материалы 4-й научно-технической конференции с международным участием. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2009.- С.200-203.

Бикеев Роман Александрович, Новосибирский ГТУ, 630092, г. Новосибирск, пр.К.Маркса, 20, кандидат технических наук, доцент кафедры автоматизированных электротехнологических установок Новосибирского ГТУ, тел. (383)346-30-32, e-mail: bikeev@ngs.ru.

Бланк Алексей Валерьевич, Новосибирский ГТУ, 630092, г. Новосибирск, пр.К.Маркса, 20, кандидат технических наук, докторант кафедры теоретических основ электротехники Новосибирского государственного технического университета, тел.: (383) 346-04-42, e-mail: kaftoe@ngs.ru

Еремеев Андрей Николаевич, Новосибирский ГТУ, 630092, г. Новосибирск, пр.К.Маркса, 20, магистрант кафедры автоматизированных электротехнологических установок Новосибирского ГТУ, тел. (383)346-30-32, e-mail: elterm@ngs.ru.

Промзелев Владислав Алексеевич, Новосибирский ГТУ, 630092, г. Новосибирск, пр.К.Маркса, 20, аспирант кафедры автоматизированных электротехнологических установок Новосибирского государственного технического университета, тел. (383)346-30-32, e-mail: promzelev@mail.ru.

УДК 621.3

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ НА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ДУГОВЫХ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ПЕЧЕЙ

Зацепин Е.П., Куратто П.В.

Россия, г. Липецк, ЛГТУ

Рассматриваются вопросы повышения энергетической эффективности дуговых электропечей и минимизация их негативного воздействия на питающую электрическую сеть.

Considered the questions of electric arc furnaces' power efficiency's increase and minimization of their negative impact on power supply system.