

## АННОТАЦИЯ ПО ПРОЕКТУ

*Государственный контракт № 02.740.11.0755 от 12 апреля 2010 г.*

*Тема: «Создание энергосберегающих систем транспортировки, распределения и потребления электрической энергии на металлургическом предприятии с полным технологическим циклом»*

*Исполнитель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»*

*Ключевые слова:* энергосбережение, металлургическое предприятие, энергоемкие потребители, автоматизированный электропривод, потери электроэнергии, дуговая сталеплавильная печь, компенсация реактивной мощности, качество электроэнергии, статические тиристорные компенсаторы, математическая модель, устойчивость синхронного двигателя.

### **1. Цель проекта**

1. Получение новых знаний о путях и методах энергосбережения на крупных металлургических предприятиях. Разработка и промышленное внедрение комплекса научно обоснованных, концептуально связанных технических решений, обеспечивающих энергосбережение при производстве электроэнергии на собственных электростанциях, распределении в системах электроснабжения и потреблении наиболее энергоемкими потребителями, суммарная мощность которых на предприятии с полным технологическим циклом составляет сотни мегаватт. Также важнейшими решаемыми задачами являются подготовка и закрепление в сфере науки и образования высококвалифицированных научных и научно-педагогических кадров.

2. Разработка и внедрение методов управления, планирования и прогнозирования энергосберегающих режимов электростанций и систем внутризаводского электроснабжения металлургического предприятия. Разработка и внедрение способов и устройств, обеспечивающие энергосбережение при эксплуатации энергоемких металлургических агрегатов: сверхмощных дуговых сталеплавильных печей, автоматизированных электроприводов прокатных станов, синхронных электроприводов основных и вспомогательных механизмов металлургического производства. Использование результатов НИР как научно-методической базы в образовательном процессе в вузах, научных исследованиях и при проектировании и эксплуатации энергоемких промышленных объектов.

### **2. Основные результаты проекта**

1) При выполнении НИР получены следующие основные результаты:

- разработаны методы управления, планирования и прогнозирования режимов систем электроснабжения металлургического предприятия, обеспечивающие повышение энергоэффективности и снижение технологических потерь электроэнергии;
- разработаны оптимальные режимы систем электроснабжения с собственными источниками электроэнергии с целью минимизации энергозатрат и максимального использования вторичных энергетических ресурсов;
- разработано программное обеспечение для исследования переходных режимов и устойчивости сложных систем электроснабжения с целью совершенствования устройств защиты для уровней напряжения 110-220 кВ, позволяющее сократить производственные и энергетические потери;

– разработаны и внедрены способы повышения энергетической эффективности сверхмощных дуговых сталеплавильных печей (ДСП) и усовершенствованные режимы работы статического тиристорного компенсатора (СТК);

– предложены пути совершенствования технологического процесса ДСП с целью минимизации энергозатрат; выполнена оптимизация использования установленной мощности электрооборудования комплекса ДСП-СТК в установившихся и динамических режимах;

– создана автоматизированная система управления реактивной мощностью на шинах 10 кВ листопркатного цеха; выполнено промышленное внедрение разработанной системы на стане 2000 горячей прокатки ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» (ОАО «ММК»);

– разработаны и внедрены энергосберегающие системы управления синхронными электроприводами основных и вспомогательных механизмов металлургического предприятия;

2) Результаты научных исследований соответствуют мировому уровню научных достижений. Научно-технические разработки выполнены на уровне изобретений. Математическое моделирование, сбор и обработка экспериментальных данных выполнены с применением современных средств компьютерной техники, компьютерных технологий и лицензионного программного обеспечения. Техническая реализация разработок выполнена на современном оборудовании ведущего отечественного металлургического предприятия.

3) В результате выполнения НИР получены новые знания о путях и методах снижения потерь при производстве электроэнергии за счет утилизации вторичных энергоресурсов основных технологических производств металлургического предприятия. Исследованы законы взаимодействия внутривозовских электрических сетей и внешней энергосистемы. Разработаны новые способы, алгоритмы и технические решения, обеспечивающие снижение электрических потерь и энергопотребления наиболее энергоемкими потребителями. Эти и другие решенные задачи определяют высокую научную значимость выполненной НИР.

Научная новизна работы заключается в том, что она углубляет и расширяет теоретические представления об эффективном использовании регулируемых устройств компенсации реактивной мощности энергоёмких электротехнических комплексов; предлагает новые принципы и режимы управления статическими компенсаторами сверхмощных дуговых печей и тиристорных электроприводов прокатных станков, раскрывает возможности и резервы регулирования реактивной мощности синхронных двигателей.

4) Комплекс работ, направленных на решение проблем снижения энергоемкости производства продукции металлургического предприятия с полным технологическим циклом, обеспечивающий энергосбережение на всех этапах технологического процесса в мировой практике выполнен впервые. Ведущими зарубежными фирмами разрабатываются локальные энергосберегающие устройства и системы, а также АСУ технологическими процессами металлургических агрегатов, не предусматривающие выделение вопросов энергосбережения в отдельную научно-техническую проблему. Аналоги разработанного комплекса взаимосвязанных энергосберегающих систем и мероприятий в создаваемом виде неизвестны.

### **3. Назначение и область применения результатов проекта**

1) Области науки и техники, для которых предназначены полученные результаты: энергетика и электротехника. Отраслью промышленности, в которой используются результаты НИР, является металлургия. Результаты НИР внедрены на крупнейшем предприятии отрасли ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» (ОАО «ММК»).

2) Объектами практического внедрения результатов НИР являются металлургические предприятия Российской Федерации. Проводятся исследования с целью внедрения результатов на предприятиях других отраслей промышленности (машиностроительной, горнодобывающей и др.). В ближайшей перспективе предусмотрен выход на предприятия ближнего зарубежья (Казахстан, Украина).

3) Основными результатами НИР, оказывающими влияние на развитие научно-технических и технологических направлений, являются обоснование и реализация концептуального подхода к вопросам энергопотребления и энергосбережения в промышленных сетях и энергоемких потребителях предприятий черной металлургии, создание методов, алгоритмов и программ, позволяющих выполнить исследование установившихся режимов и статической устойчивости систем электроснабжения с собственными электростанциями, обеспечивающих снижение затрат энергоресурсов, оптимизацию распределения активных и реактивных мощностей с целью эффективного использования вторичных энергоресурсов металлургического предприятия.

4) Применение результатов НИР обеспечивает снижение энергоемкости металлургического производства и за счет этого – снижение стоимости выпускаемой продукции. Дополнительный эффект заключается в снижении потребления первичных энергоносителей и, прежде всего, газа, затрачиваемого на производство электроэнергии. Социальный эффект заключается в снижении экологической нагрузки за счет сокращения вредных выбросов в атмосферу, улучшении условий труда за счет автоматизации производства.

5) В плане коммерциализации результатов работы предполагается следующее:

- расширенное внедрение результатов НИР на металлургических предприятиях Российской Федерации;
- проведение исследований и внедрение результатов на предприятиях других отраслей промышленности (машиностроительной, горнодобывающей и др.);
- проведение маркетинговых исследований и рекламной кампании с целью выхода на зарубежный рынок.

Серийное производство выполненных разработок организовано быть не может, т.к. любой агрегат металлургического предприятия (прокатный стан, сталеплавильная печь и др.) является уникальным объектом с индивидуально изготовленным электрооборудованием.

6) Разработанные алгоритмы управления комплексом «ДСП–СТК» внедрены на сверхмощной печи ДСП-180 электросталеплавильного цеха ОАО «ММК». Алгоритмы и система регулируемой компенсации реактивной мощности внедрены на широкополосном стане горячей прокатки 2000. Разработанная энергосберегающая система автоматического регулирования возбуждения внедрена на синхронных турбодвигателях кислородной станции №5 ОАО «ММК». Суммарная годовая экономия электроэнергии от внедрения перечисленных разработок превышает 7,6 млн. кВт·ч, что соответствует 16 млн. руб./год. Планируется расширенное внедрение выполненных технических решений. Разработанное программное обеспечение для расчета и оптимизации режимов систем электроснабжения предприятия с собственными источниками электроэнергии используется в службах электроснабжения комбината и Магнитогорского энергоузла.

#### **4. Достижения молодых исследователей – участников Проекта**

В проекте принимал участие молодой исследователь, Храмшин Вадим Рифхатович, кандидат технических наук, доцент, лауреат премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники для молодых ученых, докторант кафедры электротехники и электротехнических систем. При его непосредственном участии удалось обосновать ме-

роприятия по энергосбережению электроприводов непрерывных широкополосных станах горячей прокатки, соответствующие мировому уровню в области автоматизации технологических процессов металлургических предприятий, что позволит использовать полученные результаты в научных исследованиях и промышленности и продолжить исследования в направлении энергосбережения на отечественных металлургических предприятиях. По результатам научных исследований в 2013 году планируется защита докторской диссертации.

В проекте принимал участие молодой исследователь, Николаев Александр Аркадьевич, кандидат технических наук, номинант премии «Изобретатель Южного Урала», доцент кафедры электроснабжение промышленных предприятий. При его непосредственном участии удалось усовершенствовать режимы функционирования статического тиристорного компенсатора, обеспечивающие более полное использование установленной мощности основного электрооборудования дуговых сталеплавильных печей в различных технологических режимах, соответствующие мировому уровню в области автоматизации технологических процессов металлургических предприятий, что позволит использовать полученные результаты в научных исследованиях и промышленности.

В проекте принимала участие молодой исследователь, Газизова (Буланова) Ольга Викторовна, кандидат технических наук, доцент, номинант премии РАН «Новая генерация» в области энергетики и смежных наук и премии российского союза научных и инженерных общественных организаций (РОССНИО) «Надежда России» в области науки и техники, доцент кафедры электроснабжение промышленных предприятий. При ее непосредственном участии удалось повысить эффективность управления режимами систем электроснабжения промышленного предприятия, имеющих собственные электростанции, за счет прогнозирования параметров режимов и показателей устойчивости при автономной работе, соответствующие мировому уровню в области электроснабжения промышленных предприятий, что позволит использовать полученные результаты в научных исследованиях и промышленности и продолжить исследования в направлении повышения эффективности работы энергоемких предприятий.

В проекте принимала участие молодой исследователь, Мугалимова Алия Рифовна, кандидат технических наук, победитель гранта фонда Содействия по программе УМНИК «Участник молодежного научно-инновационного конкурса», доцент кафедры электротехники и электротехнических систем. При ее непосредственном участии удалось обосновать внедрение на металлургических предприятиях энергосберегающих асинхронных двигателей с индивидуальной компенсацией реактивной мощности, соответствующие мировому уровню в области электропривода, что позволит использовать полученные результаты в научных исследованиях и промышленности и продолжить исследования в смежных отраслях.

Кроме указанных выше в проекте принимали участие следующие молодые исследователи: Храштин Тимур Рифхатович, кандидат технических наук, доцент, лауреат премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники для молодых ученых, доцент кафедры электротехники и электротехнических систем; Шеметов Андрей Николаевич, кандидат технических наук, доцент; Кондрашова (Ротанова) Юлия Николаевна, кандидат технических наук, доцент, номинант премии РАН «Новая генерация» в области энергетики и смежных наук и премии российского союза научных и инженерных общественных организаций (РОССНИО) «Надежда России» в области науки и техники, доцент кафедры электроснабжение промышленных предприятий; Мурзинов Антон Александрович, кандидат технических наук, получившие научные результаты, соответствующие мировому уровню.

## **5. Опыт закрепления молодых исследователей – участников Проекта в области науки, образования и высоких технологий**

В ходе выполнения государственного контракта в федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова» были зачислены в докторантуру: Храмшин Вадим Рифхатович; в аспирантуру: Новоселов Никита Сергеевич, Тухватуллин Мурадым Мавлетдинович, Губайдуллин Андрей Рифович, Мамлеева Юлия Игоревна, Кочкина Александра Владимировна; приняты на работу: Лукин Александр Андреевич, Панова Евгения Александровна, Мугалимова Алия Рифовна.

## **6. Перспективы развития исследований**

1) Участие научно-образовательного центра в ФЦП не способствовало формированию новых официально зарегистрированных научно-исследовательских партнерств, т.к. все работы были выполнены коллективом НОЦ самостоятельно без привлечения соисполнителей. Вместе с тем, участие в ФЦП способствовало укреплению состава НОЦ, привлечению к научной работе талантливой молодежи, а также укреплению сотрудничества с высококвалифицированными специалистами металлургических предприятий. В проектах по 7-й рамочной Программе Евросоюза НОЦ не участвует.

2) В 2012 году коллектив НОЦ явился победителем в конкурсном отборе на предоставление грантов в форме субсидий для юридических лиц на поддержку научных исследований из федерального бюджета в рамках реализации федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 – 2013 годы (мероприятие 1.1, энергетика, энергосбережение, ядерная энергетика). Заключено соглашение на предоставление гранта в форме субсидии для выполнения научно-исследовательской работы по теме «Создание энергосберегающих систем производства, распределения и потребления тепловой энергии в топливно-энергетическом хозяйстве города средствами регулируемого электропривода и автоматизированных систем управления технологическими процессами».

В 2012 году завершается НИР в рамках мероприятия 1.2.1 "Проведение научных исследований научными группами под руководством докторов наук" по Государственному контракту по теме "Создание энергосберегающих автоматизированных электроприводов и систем управления, обеспечивающих снижение потребления электрической энергии при производстве листового проката на отечественных металлургических предприятиях" (шифр "2010-1.2.1-101-009") от 01 сентября 2010 г.

3) Расширенному внедрению результатов НИР и выходу на рынки ближнего зарубежья способствовало бы сотрудничество с металлургическими предприятиями: АО «Миттал Стал Темиртау» (Карагандинский металлургический комбинат, респ. Казахстан), ОАО «Запорожсталь», ПАО «Днепропетровский металлургический комбинат» (Украина). Развитию разработок в области создания современных высокотехнологичных, энергосберегающих систем управления металлургических агрегатов способствовало бы сотрудничество с фирмой «Voest-Alpine Industrieanlagenbau» (Австрия).

## **7. Сведения в табличном формате:**

<i>Сведения о результатах интеллектуальной деятельности, полученных в ходе исполнения Государственного контракта</i>	
--	--

<i>Сведения о публикациях, выпущенных в ходе исполнения Государственного контракта</i>	
<i>Сведения о диссертациях, подготовленных в ходе исполнения Государственного контракта</i>	
<i>Сведения о выступлениях на конференциях, проведенных в ходе исполнения Государственного контракта</i>	
<i>Сведения о внедрении результатов проекта в образовательный процесс, полученных в ходе исполнения Государственного контракта</i>	

Руководитель работ по проекту

*Главный научный сотрудник НИС  
кафедры электротехники и  
электротехнических систем*

\_\_\_\_\_ *А.С. Карандаев*

Руководитель организации-исполнителя:

*Ректор ФГБОУ ВПО «МГТУ»*

\_\_\_\_\_ *В.М. Колокольцев*

\_\_\_\_\_ 2012 г.

М.П.