

**АННОТАЦИЯ РАБОТ,
ВЫПОЛНЕННЫХ НА ПРОМЕЖУТОЧНОМ ЭТАПЕ № 3**

«Разработка комплекса технических мероприятий, обеспечивающих
снижение потерь электрической энергии за счет применения регулируемых
устройств компенсации реактивной мощности»
государственного контракта с Министерством образования и науки
Российской Федерации от 12 апреля 2010 г. № 02.740.11.0755

Шифр заявки: «2010-1.1-230-056-007»
Период выполнения этапа: 1 января 2011 г. - 31 мая 2011 г.
Исполнитель: Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», 455000, г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38
Цель работы: Разработка и промышленное внедрение комплекса научно обоснованных, концептуально связанных технических решений, обеспечивающих энергосбережение при производстве, распределении и потреблении электрической энергии на металлургическом предприятии с полным технологическим циклом

1. Наименование разрабатываемой продукции

- автоматизированная система управления компенсацией реактивной мощности (АСУ КРМ) на шинах 10 кВ широкополосного стана горячей прокатки (разработанная применительно к стану 2000 ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат»);
- система управления возбуждением синхронного двигателя;
- система управления реактивной мощностью конденсаторных батарей статического компенсирующего устройства тиристорных электроприводов;
- результаты исследования режимов работы комплекса «дуговая сталеплавильная печь – статическое компенсирующее устройство» («ДСП-СТК»), обеспечивающие разработку способов повышения энергетической эффективности;
- способ снижения потерь электрической энергии в силовых элементах ДСП и элементах системы электроснабжения за счет генерации реактивной

мощности в питающую сеть;

– отчет о НИР, содержащий обоснование развиваемого направления исследований, изложение методик проведения исследований, а также описание полученных результатов.

2. Характеристика выполненных на этапе работ по созданию продукции

2.1. Результаты работы на 3 этапе:

– разработана автоматизированная система управления компенсацией реактивной мощности на шинах 10 кВ широкополосного стана горячей прокатки (на примере стана 2000 ОАО «ММК»);

– исследована компенсирующая способность синхронных двигателей (СД) электроприводов черновой группы клетей;

– разработаны системы управления возбуждением синхронного двигателя;

– разработаны системы управления реактивной мощностью конденсаторных батарей статического компенсирующего устройства тиристорных электроприводов;

– исследованы режимы работы комплекса «дуговая сталеплавильная печь – статическое компенсирующее устройство» («ДСП-СТК»);

– разработан способ снижения потерь электрической энергии в силовых элементах ДСП и элементах системы электроснабжения за счет генерации реактивной мощности в питающую сеть;

– экспериментально исследованы энергетические показатели электроприводов и показатели качества электроэнергии на шинах 10 кВ стана 2000 ОАО «ММК»;

– исследованы показатели качества напряжения на шинах 35 и 220 кВ ДСП-180 ОАО «ММК»;

– разработаны научно-методические материалы для монографии по результатам исследований «Оптимизация эксплуатационных режимов систем электроснабжения промышленных предприятий с собственными электро-

станциями».

Данные разработки полностью соответствуют требованиям задания.

2.2. Научная новизна работ, выполненных по текущему этапу, заключается в следующем:

1. На основании анализа рабочих и электрических характеристик сформулированы условия эффективного электропотребления основных электротехнических комплексов металлургического производства: прокатных станов, дуговых электропечей, сетевых синхронных двигателей за счёт регулирования реактивной мощности. Обоснованы критерии оптимизации при выборе мощности и режимов работы компенсирующих устройств.

2. Разработаны принципы использования мощных синхронных двигателей с ударным и спокойным характером изменения нагрузки и алгоритмы управления возбуждением таких двигателей. Сформулирован и реализован принцип формирования тока возбуждения СД, обеспечивающий поддержание коэффициента мощности ($\cos \varphi_{СД} = 1$), с наиболее простой структурой управления, а также способ и система автоматического регулирования возбуждения СД с переменной структурой, обеспечивающие регулирование активной составляющей тока статора при наличии нагрузки на валу СД и регулирование реактивной составляющей в режиме холостого хода.

3. Теоретически обоснован способ регулирования реактивной мощности статического компенсатора дуговой печи, как в режиме генерирования, так и потребления. За счёт этого достигается снижение потерь электроэнергии в элементах комплекса «ДСП-СТК», а также повышение производительности дуговой печи за счёт увеличения мощности.

4. Разработана методика расчёта генерирующей способности статического компенсатора при несимметричных режимах работы ДСП, включая аварийные. Она основана на построении фактической области распределения токов прямой и обратной последовательностей работающей печи во всех технологических режимах и наложении на неё расчётной области ограничений при различных уровнях генерирования реактивной мощности.

5. Для тиристорных электроприводов прокатного стана разработаны способ и система автоматического управления реактивной мощностью в узле нагрузки. Система обеспечивает подавление высших гармоник тока и стабилизацию напряжения за счёт регулирования реактивной мощности. Регулирование осуществляется ступенчатым изменением мощности конденсаторов с последующей плавной подстройкой реактивной мощности за счет изменения тока возбуждения синхронного двигателя.

2.3. Особенности проведенных исследований заключаются в системном подходе к решению проблемы энергосбережения на металлургическом предприятии с полным технологическим циклом. На основании общего методологического подхода решается комплекс задач по учету и анализу расходов электроэнергии, установлению энергетических характеристик оборудования и его оптимальных режимов работы, нормирования и планирования электропотребления. В рамках решения поставленных задач проведены теоретические и экспериментальные исследования воздействия тиристорных электроприводов клеток чистовой группы широкополосного стана 2000 и сверхмощной ДСП-180 на питающую сеть. Показано, что основные показатели электромагнитной совместимости превышают нормы, допустимые ГОСТ 13109-97.

2.4. В ходе выполнения работ в период с 1 января по 31 мая 2011 г. объекты интеллектуальной собственности созданы не были.

3. Области и масштабы использования полученных результатов

3.1. Разработанные мероприятия внедряются в прокатные и электросталеплавильные цеха ОАО «ММК», в частности:

– разработанная автоматизированная система управления компенсацией реактивной мощности широкополосного стана горячей прокатки, включающая в себя новые системы управления возбуждением синхронных двигателей с ударной и спокойной нагрузкой и управления тиристорными ключами для бестоковой коммутации конденсаторных батарей, находится на этапе внедрения на стане 2000 ЛПЦ-10 ОАО «ММК»;

– разработанный способ снижения потерь электроэнергии в элементах комплекса «дуговая сталеплавильная печь – статический тиристорный компенсатор» за счет перевода статического компенсатора в режим потребления реактивной мощности находится на этапе внедрения в ЭСПЦ ОАО «ММК».

Ожидаемый технико-экономический эффект от внедрения результатов работы на ОАО «ММК» составляет более 7,6 млн. кВт·ч/год, что составляет в денежном выражении около 10 млн. руб. в год.

Результаты рекомендуются для практического внедрения на аналогичных металлургических предприятиях с полным технологическим циклом, имеющих в своем составе сверхмощные ДСП, прокатные станы и сетевые синхронные двигатели, а также рекомендуются для использования в учебном процессе при подготовке специалистов энергетических и электротехнических направлений.

3.2. Разработанные мероприятия используются электротехническим персоналом различных цехов ОАО «ММК» (ЛПЦ-10, ЭСПЦ, ЦЭСиП), а также специалистами центральной электротехнической лаборатории. Изучение мероприятий, обеспечивающих снижение потерь электрической энергии за счет применения регулируемых устройств компенсации реактивной мощности включено в рабочие программы дисциплин «Электромагнитная совместимость», «Оптимальные режимы систем электроснабжения» при подготовке инженеров по специальности 140211 – «Электроснабжение», бакалавров и магистров направления 140200 – «Электроэнергетика» в ГОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова».

3.3. При выполнении второго этапа НИР достигнуты следующие индикаторы и показатели: 6 молодых кандидатов наук, 5 аспирантов и 4 студента приняли участие в выполнении этапа НИР; один аспирант защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата наук; по результатам НИР опубликованы 4 научные статьи и 1 монография; доля привлеченных на реализацию 3 этапа НИР внебюджетных средств от объема средств федерального бюджета составила 28,6 %.

Достигнутые результаты полностью соответствуют запланированным программным индикаторам на 2011 год. При выполнении следующего этапа НИР будет обеспечено превышение запланированных показателей.

4. Выводы

В ходе выполнения работ были разработаны мероприятия, обеспечивающие снижение потерь электрической энергии энергоемких электротехнических комплексов черной металлургии (прокатные станы, дуговые сталеплавильные печи) за счет применения регулируемых устройств компенсации реактивной мощности. В частности были разработаны: 1) способ и система управления компенсацией реактивной мощности широкополосного стана горячей прокатки (на примере стана 2000 ОАО «ММК»); 2) способ и система автоматического регулирования возбуждения синхронного двигателя электропривода клетки прокатного стана, обеспечивающие минимум суммарных электрических потерь, а также улучшенные динамические характеристики при ударном приложении нагрузки и снижении питающего напряжения; 3) способ и система управления реактивной мощностью конденсаторных батарей статического компенсирующего устройства тиристорных электроприводов; 4) способ снижения потерь электрической энергии в силовых элементах сверхмощной дуговой сталеплавильной печи и элементах системы электропитания за счет генерации реактивной мощности в питающую сеть.

Также были проведены экспериментальные исследования энергетических показателей электроприводов клеток стана 2000 горячей прокатки и сверхмощной ДСП-180 и проанализированы основные показатели качества электроэнергии в точках подключения этих энергоемких потребителей.

Помимо этого, разработаны научно-методические материалы для монографии по результатам исследований «Оптимизация эксплуатационных режимов систем электропитания промышленных предприятий с собственными электростанциями»

Результаты работ внедрены в образовательный процесс и эффективно используются при подготовке бакалавров, инженеров и магистров, а также

кадров высшей квалификации в ГОУ ВПО «Магнитогорский государственный
технический университет им. Г.И. Носова».

Руководитель работ по проекту

Главный научный сотрудник

кафедры электротехники и

электротехнических систем

ГОУ ВПО «МГТУ»

_____ мая 2011 г.

М.П.

Карандаев А.С.