

**АННОТАЦИЯ РАБОТ,
ВЫПОЛНЕННЫХ НА ПРОМЕЖУТОЧНОМ ЭТАПЕ № 2**

«Разработка энергосберегающих мероприятий при выработке и распределении электроэнергии в системе электроснабжения металлургического предприятия с собственными электростанциями» государственного контракта с Федеральным агентством по науке и инновациям от 12 апреля 2010 г. № 02.740.11.0755

Шифр заявки: «2010-1.1-230-056-007»
Период выполнения этапа: 1 августа 2010 г. - 1 ноября 2010 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

- алгоритмы и программное обеспечение для определения и минимизации затрат на производство и транспортировку электрической энергии в условиях промышленного предприятия с собственными электростанциями;
- программное обеспечение для расчета и оптимизации установившихся режимов систем электроснабжения предприятия с собственными источниками электроэнергии с целью минимизации энергозатрат и максимального использования вторичных энергетических ресурсов;
- разработанные мероприятия по промышленному использованию результатов НИР, направления дальнейших исследований и разработок;
- 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 2 этапе:

– Разработан алгоритм расчета стоимости потерь электроэнергии в элементах системы электроснабжения промышленного предприятия всех классов напряжения с источниками питания, имеющими различные технико-экономические характеристики и стоимость приобретаемой или вырабатываемой электроэнергии.

– Выполнен анализ структуры стоимости потерь электроэнергии в распределительных сетях ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» и Магнитогорского энергетического узла в целом. Выделены составляющие по территориальной принадлежности, уровням напряжения, физической природе, видам оборудования, балансовой принадлежности сетей энергоузла.

– Проанализировано влияние режимных факторов (уровней напряжения на шинах узловых и главных понизительных подстанций, загрузки генераторов собственных электростанций) на затраты по передаче электроэнергии в условиях ОАО «ММК». Разработаны рекомендации по их снижению.

– Создана база данных сторонних потребителей электроэнергии, получающих питание от электрических сетей ОАО «ММК».

– Разработан алгоритм определения долевого вклада стороннего потребителя системы электроснабжения промышленного предприятия в нагрузочные потери активной мощности при передаче электроэнергии по его сетям.

– Произведен анализ структуры потерь электроэнергии в распределительных сетях ОАО «ММК», создаваемых сторонними потребителями, на различных уровнях напряжения и в целом по системе электроснабжения. Проанализировано влияние режимных факторов и точек подключения сторонних потребителей на их долевые вклады в потери электроэнергии.

– Разработан алгоритм оптимизации режима системы электроснабжения промышленного предприятия с собственными электростанциями по критерию минимума суммарных затрат на приобретение, выработку и передачу

электроэнергии.

– Разработано программное обеспечение, предназначенное для краткосрочного планирования оптимальных эксплуатационных режимов систем электроснабжения с собственными электростанциями. Методом статистических испытаний определена погрешность расчета и реализации оптимальных режимов в условиях ОАО «ММК» на основе коэффициентов вариации графиков нагрузки предприятия.

– С использованием разработанного программного обеспечения осуществлено сопоставление вариантов нормальных и ремонтных эксплуатационных схем сложнзамкнутых сетей 110-220 кВ системы электроснабжения ОАО «ММК» на основе анализа загрузки оборудования, токов и остаточных напряжений при трехфазных коротких замыканиях, потерь активной мощности в схеме, а также определены величины оптимальной загрузки генераторов собственных электростанций по активной и реактивной мощности при различных балансовых условиях на границе раздела с энергосистемой.

Данные разработки полностью соответствуют требованиям задания.

2.2. Научная новизна работ, выполненных по текущему этапу, заключается в развитии научных основ планирования оптимальных эксплуатационных режимов систем электроснабжения промышленных предприятий с собственными электростанциями.

На основе алгоритма расчета установившегося режима по модифицированному методу последовательного эквивалентирования разработан новый алгоритм расчета стоимости потерь электрической энергии, позволяющий учесть себестоимость электроэнергии каждой из собственных электростанций предприятия и тарифные системы энергоснабжающих организаций.

Предложен новый алгоритм расчета долевого вклада сторонних по отношению к системе электроснабжения промышленного предприятия потребителей в потери электроэнергии в распределительной сети, учитывающий формирование общего потокораспределения каждым из них. Алгоритм позволяет определить научно обоснованную степень компенсации стоимости

услуг по передаче электроэнергии для предприятия энергоснабжающей организацией со стороны сторонних потребителей.

Для снижения затрат на выработку, приобретение, передачу электроэнергии и уменьшения доли этих затрат в себестоимости готовой продукции металлургического предприятия создан алгоритм нахождения оптимального распределения мощностей между каждым из генераторов собственных электростанций предприятия и питающей энергосистемой. Алгоритм основан на сочетании методов динамического программирования и принципов последовательного эквивалентирования, а также позволяет уточнить полученное оптимальное решение методом покоординатного спуска.

Названные алгоритмы ориентированы на применение в условиях промышленных систем электроснабжения, сочетающих признаки местных сетей и районных энергосистем, и электростанций металлургического предприятия, имеющих специфические характеристики оборудования и технологического процесса выработки электрической и тепловой энергии.

2.3. Особенности проведенных исследований заключаются в распространении методологического подхода, используемого при анализе и оптимизации режимов крупных энергосистем, на условия систем электроснабжения крупных предприятий металлургического комплекса при учете особенностей промышленных электрических станций и сетей. На основе указанного подхода решены задачи планирования эксплуатационных режимов систем электроснабжения с собственными электростанциями, снижения затрат на электроэнергию, совершенствования системы расчетов с поставщиками электроэнергии при наличии сторонних потребителей в составе общего комплекса задач оперативно-диспетчерского управления. В рамках решения поставленных задач проведены плановые расчеты эксплуатационных режимов системы электроснабжения ОАО «ММК». Проведенный по методу статистических испытаний вычислительный эксперимент показал, что систематическая погрешность алгоритма оптимизации в диапазоне суточного изменения нагрузки предприятия черной металлургии не превышает 5%.

2.4. В ходе выполнения работ в период с 1 августа по 31 октября 2010 г. объекты интеллектуальной собственности созданы не были.

3. Области и масштабы использования полученных результатов

3.1. Результаты работы внедряются в практику управления режимами электрических сетей и станций ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» и планируются к использованию на других крупных металлургических предприятиях. После дополнительных исследований полученные результаты могут быть внедрены на предприятиях, обладающих развитой электроэнергетической базой, а также в распределительных электрических сетях крупных городов, располагающих местными ТЭЦ.

Разработанное программное обеспечение предназначено для использования в режиме советчика диспетчера или инженера службы режимов и позволяет выполнять анализ и оптимизацию технических и экономических показателей установившихся эксплуатационных режимов систем электроснабжения с собственными источниками электроэнергии в рамках решения задач краткосрочного планирования.

3.2. Разработанное программное обеспечение внедрено и используется группой режимов центральной электротехнической лаборатории, а также диспетчерским персоналом собственных электростанций ОАО «ММК». Изучение возможностей программного обеспечения включено в рабочие программы дисциплин «Программное обеспечение систем электроснабжения. Исследование и моделирование систем электроснабжения», «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: один выпускник вуза зачислен в аспирантуру; 6 молодых кандидатов наук, 5 аспирантов и 4 студента приняли участие в выполне-

нии этапа НИР; доля привлеченных на реализацию НИР внебюджетных средств от объема средств федерального бюджета составила 42,85%.

Достиженные результаты частично превышают запланированные программные показатели на 2010 год.

4. Выводы

В ходе выполнения работ созданы алгоритмы расчета и планирования установившихся эксплуатационных режимов систем электроснабжения промышленных предприятий с собственными электростанциями, позволяющие проводить анализ стоимости потерь электроэнергии в схеме с внешними и собственными источниками питания, выявлять оптимальную степень использования собственных генерирующих мощностей, определять объем компенсации услуг по передаче электрической энергии по сетям крупного градообразующего предприятия сторонними потребителями. Разработаны мероприятия, направленные на снижение доли затрат на электроэнергию в себестоимости готовой продукции металлургического производства. Создано оригинальное программное обеспечение, переданное ОАО «ММК».

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

Профессор кафедры

электротехники и

электротехнических систем

ГОУ ВПО «МГТУ»

___ октября 2010 г.

М.П.

Карандаев А.С.