

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

**на диссертационную работу Шагидуллина Андрея Владиславовича
«Планирование электропотребления на промышленных предприятиях с учетом потерь
электроэнергии, определяемых по эквивалентному сопротивлению цеховых сетей»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 05.09.03 - «Электротехнические комплексы и системы»**

Актуальность темы

Одной из задач, стоящих перед промышленными предприятиями, является повышение их энергоэффективности. Планирование электропотребления - это важная составляющая общего комплекса энергосберегающих мероприятий. Расчет ожидаемых графиков нагрузки и анализ факторов, влияющих на их изменения, позволяет выявить объекты перерасхода энергии.

Проблемы снижения потерь электроэнергии подтверждается законодательными актами, направленными на энергосбережение, поскольку потери оказывают существенное влияние на технико-экономические показатели электрических сетей. Стоимости потерь включается в расчетную стоимость и себестоимость передачи электроэнергии, и эта составляющая для крупных промышленных предприятий достигает 30 %, поэтому мероприятия направленные, на снижение потерь электроэнергии, являются эффективными.

Расширение электрических цеховых сетей 0,4 кВ, увеличение передаваемой по ним мощности, а также увеличение их протяженности определяют необходимость снижения потерь электрической энергии в линиях и в контактных системах коммутационных электрических аппаратов, являющихся одними из основных элементов управления и защиты цеховых сетей и электрооборудования. Оснащение же всех линий 0,4 кВ счетчиками и обеспечение нормальной их работы вызывает определенные трудности. В связи с этим определение эквивалентного сопротивления цеховых сетей для расчета электропотребления позволяет снизить трудоемкость производимых вычислений, не имея полной исходной информации.

Поэтому представленная диссертационная работа, включающая новые методические подходы в развитии теории и методов планирования электропотребления, основанная на моделировании эквивалентного сопротивления цеховых сетей промышленных предприятий, характеризующихся наименее достоверной исходной информацией, и, вместе с тем, наиболее массовых, - является актуальной и важной для науки и практики.

Общая методология и методика исследования

В основу исследования положена разработка методики планирования расхода электроэнергии промышленными предприятиями на основе эквивалентного сопротивления цеховых сетей. Необходимость такого исследования объясняется тем, что в диссертации

разработаны новые алгоритмы и модели учета параметров электрооборудования, обеспечивающее повышение точности прогноза электропотребления.

В главе 1 выполнен анализ существующих методов планирования электропотребления, особенностями которых являются неучет режимов эксплуатации и модернизации оборудования производства.

Сформулированы основные этапы и особенности реализации методики планирования расхода электроэнергии на промышленных предприятиях, такие как анализ достоверности прогнозных значений и последующая корректировка коэффициентов модели.

Развитие, рост числа и протяженности сетей 0,4 кВ и вместе с этим отсутствие полной информации требуют совершенствования подходов при планировании электропотребления, особенно в низковольтных сетях.

В главе 2 выполнен анализ рынка низковольтных коммутационных аппаратов. Исследован ассортимент продукции отечественных производителей низковольтных аппаратов. Приведен анализ потерь мощности в контактных системах автоматических выключателей и контакторов.

В ходе экспериментальных исследований сопротивлений контактов и контактных соединений низковольтных коммутационных аппаратов установлены зависимости сопротивлений контактных соединений аппаратов от номинального тока.

Подробно проанализированы составляющие эквивалентного сопротивления цеховой сети. Исследована динамика изменения значений эквивалентного сопротивления радиальных и магистральных схем цеховой сети при учете и неучете основных параметров оборудования и разработана методика, позволяющая учитывать такие параметры как температура нагрева проводников; сопротивления коммутационных аппаратов и среднеквадратичный коэффициент загрузки линии при определении эквивалентного сопротивления.

По результатам исследований разработаны номограммы условий учета/неучета сопротивлений коммутационных аппаратов для радиальных схем цеховых сетей, которые могут быть полезны в процессе выполняемых расчетов.

В главе 3 приводится разработанная методика планирования электропотребления на промышленных предприятиях на основе моделирования эквивалентного сопротивления внутрицеховых сетей, которое используется в качестве годового показателя изменения расхода электроэнергии. Для получения значения эквивалентного сопротивления составлена регрессионная зависимость его от средних значений тока линий и их длины, количества и коэффициента загрузки линий, а также температуры окружающей среды.

В результате экспериментальных и теоретических исследований получены зависимости изменения сопротивлений контактных соединений низковольтных аппаратов с

учетом сроков эксплуатации. Это позволило разработать мероприятия по экономии электроэнергии, заключающиеся в замене низковольтных коммутационных аппаратов на новые аппараты. Проведена технико-экономическая оценка таких замен, так эффективным мероприятием является замена аппаратов при отработке их ресурса на 80 %, а замена при 60 % позволяет только окупить стоимость аппаратов. Замена аппаратов при меньших значениях отработки ресурса убыточна.

Глава 4 посвящена апробации разработанной методики планирования расхода электроэнергии промышленными предприятиями на примере участка цеховой сети ПАО «Казаньоргсинтез».

Проведена оценка эффективности мероприятий по экономии электроэнергии на промышленном предприятии ПАО «Казаньоргсинтез» путем замены коммутационных аппаратов при отработке ресурса на 80 %, что является эффективным мероприятием и позволяет снизить расход электроэнергии на 1,7 % в год замены и на 2,2 % в будущем году.

В заключении сформулированы основные результаты, полученные в диссертационной работе.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе

Обоснованность полученных результатов определяется корректностью поставленных задач, адекватностью используемого математического аппарата, сопоставлением результатов проведенных исследований с опубликованными в научно-технической литературе, сходимостью теоретических вычислений с результатами экспериментальных исследований, проведенных в ПАО «Казаньоргсинтез». Достоверность результатов исследования обусловлена обоснованным использованием положений теорий электрических цепей, электрических контактов, вероятности и математической статистики, обработки результатов экспериментов. Теоретические исследования сопровождались разработкой математических моделей в виде программных продуктов в программной среде Matlab и их использованием при реализации программ планирования электропотребления.

Новизна научных результатов

1. Разработана оригинальная методика определения эквивалентного сопротивления цеховых сетей 0,4 кВ, позволяющая учитывать основные схемные и режимные параметры оборудования в зависимости от наличия доступной информации.

2. Разработана методика, позволяющая планировать электропотребление, основанная на моделировании эквивалентного сопротивления цеховых сетей с учетом установленных низковольтных коммутационных аппаратов и выполнена ее программная реализация.

3. Выработаны рекомендации по снижению расхода электроэнергии на промышленных предприятиях, за счет замены низковольтных коммутационных аппаратов.

Основные результаты работы опубликованы в девяти журналах из перечня рецензируемых изданий ВАК, в материалах четырнадцати международных, в четырех всероссийских и региональных конференциях и других изданиях.

Замечания по диссертационной работе

1. К основным техническим характеристикам (стр. 34) низковольтных аппаратов относятся не только коммутационная и механическая износостойкость, но и сопротивление их контактных систем, включающая и отключающая способности, термическая и электродинамическая стойкости, быстродействие, потребляемая электромагнитным приводом мощность.

2. Методика измерения сопротивлений микроомметром (стр. 40-47) могла быть изложена в более сжатой форме без ущерба информативности.

3. На рисунках 2.11, 2.13 и 2.14 не обозначены кривые аппроксимации сопротивления контактных систем низковольтных коммутационных аппаратов.

4. В разделе 3.2 «Разработка мероприятий по экономии электроэнергии на промышленных предприятиях» приведены кривые изменения сопротивления контактов только одной марки автоматического выключателя и магнитного пускателя.

5. На рисунке 2 автореферата для контакторов ИЕК и КЭАЗ не совпадают точки номинальных токов.

6. В автореферате не раскрыт подход Закгейма Д.А. в качестве проверки адекватности регрессионной модели.

7. Имеются опiski и стилистические неточности:

- на стр. 58 рисунок 2.16 «сопротивление, обусловленное нагреванием проводника» (в тексте диссертации говорится о нагреве);

- на стр. 84 «магнитные пускатели в режиме работы АС-3» (очевидно режим работы оборудования, управляемого данным аппаратом);

на стр. 93 «факториальными показателями» (необходимо «факторными показателями»).

Заключение

Диссертационная работа Шагидуллина Андрея Владиславовича «Планирование электропотребления на промышленных предприятиях с учетом потерь электроэнергии, определяемых по эквивалентному сопротивлению цеховых сетей» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой решена задача, имеющая существенное значение для повышения точности планирования электропотребления на промышленных

предприятиях, а также для выработки мероприятий по управлению режимами эксплуатации. Практическая значимость результатов определяется возможностью использования разработанного автором метода планирования электропотребления с уточнением потерь в низковольтных сетях как в промышленности, так и на стадии проектирования, что подтверждено соответствующими актами о внедрении. Соискателем выполнен большой объем исследований.

Полученные результаты соответствуют поставленной в диссертации цели. Основное содержание диссертации и её результаты опубликованы в 41 научной работе, в том числе 9 статей в рецензируемых изданиях по перечню ВАК. Все основные положения, выносимые на защиту, получены лично соискателем, докладывались и обсуждались на международных и всероссийских научно-технических конференциях. Автореферат полностью отражает основное содержание диссертационной работы.

В работе Шагидуллин А.В. при заимствовании отдельных материалов и результатов надлежащим образом ссылается на других авторов и оригинальные источники.

Диссертационная работа соответствует специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы» и удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Андрей Владиславович Шагидуллин, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент доктор технических наук,
профессор кафедры «Управление инновационной деятельностью»
Федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Нижегородский государственный
технический университет им. Р.Е. Алексеева»

Докторская диссертация защищена по специальности
05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы

Федоров
Олег Васильевич

Подпись О.В. Федорова
заверяю, Ученый секретарь
ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный
технический университет им. Р.Е. Алексеева»,
кандидат технических наук, доцент

19.09.16

Мерзляков
Игорь Николаевич

контакты:

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Нижегородский государственный
технический университет им. Р.Е. Алексеева»,
603950, г. Н.Новгород, ул. Минина, 24, НГТУ, кафедра УИД
(831) 436-73-74 E-mail innov@nntu.nnov.ru