

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию Савенко Александра Евгеньевича

«Разработка и исследование методов и средств устранения обменных колебаний мощности в судовых электротехнических комплексах»,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы

Актуальность темы. Электротехнический комплекс судна определяет надежность функционирования этого автономного объекта. Безопасность и экономическая эффективность работы судна возможна лишь при высоком качестве производимой на нем электрической энергии. Использование многогенераторных судовых электростанций при соизмеримой мощности источников и потребителей электроэнергии ставит задачу обеспечения должного качества электрической энергии в ряд весьма сложных проблем.

Автор решает многофакторную проблему устранения обменных колебаний мощности в судовых многогенераторных электроэнергетических системах. Этой проблеме в опубликованных работах ученых и инженеров уделялось много внимания, но она остается малоизученной как в части уточнения причин возникновения обменных колебаний мощности судовой электростанции, так и в части совершенствования ее системы автоматического управления.

Новизной работы являются определение причин возникновения колебаний мощности в судовом электротехническом комплексе, таких как нелинейности в контурах регулирования мгновенной угловой скорости дизельных приводных двигателей и рассогласование настроек их регуляторов; усовершенствованная математическая модель судового электротехнического комплекса; предложенный критерий оценки допустимого уровня обменных колебаний мощности; метод уменьшения амплитуды обменных колебаний мощности при параллельной работе дизель-генераторных агрегатов судовой электроэнергетической системы (СЭЭС).

Практическая значимость работы заключается в том, что разработана структура системы автоматического управления (САУ) многоагрегатной судовой электростанции, позволяющая повысить эффективность и надежность ее работы; разработан алгоритм работы САУ, устраняющей колебания мощности; разработана авторская компьютерная программа для исследования и синтеза САУ параллельно работающих дизель-генераторов под управлением предложенного алгоритма; результаты исследований используются на специализированных предприятиях.

Автором была поставлена **цель**: разработка метода уменьшения амплитуды обменных колебаний мощности при параллельной работе судовых синхронных генераторов.

Для ее достижения автором успешно решены следующие **задачи**: проведено экспериментальное исследование работы судового электротехнического комплекса для выявления существующих проблем; осуществлен анализ особенностей эксплуатационных режимов судовых электроэнергетических установок переменного тока, методов и средств управления параллельной работой дизель-генераторных агрегатов (ДГА); разработана усовершенствованная математическая модель многоагрегатной судовой электростанции; предложен критерий оценки уровня обменных колебаний мощности на основе интегрального метода площадей; разработаны метод управления дизель-генераторными агрегатами, алгоритм управления и компьютерная программа для верификации предложенных технических решений.

При подготовке диссертационной работы автором была проделана большая экспериментальная работа.

Диссертация состоит из введения, четырех глава, заключения, списка литературы и приложений.

Во введении обоснована актуальность работы, определены цель и задачи исследования, представлены научная новизна и практическая значимость, сформулированы результаты, выносимые на защиту, указаны возможности использования полученных результатов.

В первой главе достаточно полно рассмотрены эксплуатационные режимы параллельной работы ДГА, методы и средства управления работой судовых синхронных генераторов. Показано, что известные методы и средства обеспечения параллельной работы ДГА не выполняют функций ограничения уровня обменных колебаний мощности. При этом даже не регламентированы пределы допустимых обменных колебаний мощности. На основании проведенного анализа уточнены задачи диссертационной работы.

Во второй главе приведены описание и результаты натурных экспериментов с трехгенераторной СЭЭС парома «Ейск». Показано наличие в напряжении судовой сети повышенных гармонических искажений от тиристорных преобразователей гребных электродвигателей, влияние их и пусковых токов нагрузки на колебания мощности, потребляемой от генераторов. Доказано существование обменных колебаний мощности параллельно работающих ДГА.

Третью главу автор диссертации посвятил описанию и разработке математической модели двухагрегатной судовой электростанции. Эта модель позволила получить информацию о процессах изменения во времени моментов, токов, мгновенных угловых скоростей роторов и углов нагрузки параллельно работающих генераторов. Модель описывает электромагнитные процессы в

синхронных генераторах и их возбудителях, тепломеханические процессы в дизельных двигателях и электромеханические процессы ДГА в целом. Формально описаны динамические процессы регуляторов мгновенной угловой скорости ДГА с учетом нелинейностей типа «люфт». Приведено сравнение результатов натурных и вычислительных экспериментов на основе разработанной математической модели, которые подтвердили корректность последней.

В четвертой главе разработаны новая структура судового электротехнического комплекса с устройством обменных колебаний мощности (УОКМ), метод управления параллельной работой судовых ДГА, алгоритм работы УОКМ. Последний построен на использовании предложенного автором критерия допустимого уровня обменных колебаний мощности в стационарных режимах работы СЭЭС.

Список литературы содержит 139 наименований и охватывает все основные работы по направлению данной диссертации.

Приложения свидетельствуют о результатах экспериментальных исследований, содержат расчеты параметров ДГА, результаты математического моделирования и акты внедрения результатов диссертации.

Положительными сторонами, отражающими компетентность автора диссертационной работы являются:

1) приведение математических моделей к упрощенным формам, например, на с. 116. Они позволяют лаконично отобразить основные причинно-следственные связи процессов в исследуемой системе и поставить более содержательные эксперименты;

2) обсуждение и учет множества факторов, определяющих предмет исследования;

3) широкое использование и развитие результатов ранее проводившихся исследований судовых электроэнергетических систем;

4) многочисленные и значимые выводы из результатов пассивных натурных и вычислительных экспериментов;

5) гибкая схема исследований, использующая пассивный эксперимент для получения информации о причинах возникновения обменных колебаний мощности и вычислительный эксперимент для отладки и верификации предложенных технических решений;

6) разработка компьютерной программы RESTRICTION на основе совершенствования имевшейся программы SG-SG-RG.

К сожалению, работа не свободна от недостатков:

1) автором использованы некорректные понятия и выражения. Не следует говорить об изменении «частоты вращения» дизельного двигателя (ротора синхронного генератора) при неизменной частоте напряжения в судовой сети,

можно говорить лишь о регулировании мгновенной скорости ротора с целью фазовой подстройки угла нагрузки генератора. Другими примерами недостатков такого рода являются обсуждение экспериментов с «увеличенной демпферной клеткой» на с.49 и последствий «разброса конструктивных параметров дизель-генераторных агрегатов» на с.123, неопределенных автором;

2) на с. 124 - 126 автор описывает проведение «наивных» экспериментов, результаты которых известны априори;

3) в работе чрезмерно велика доля описательной информации по сравнению с объемом аналитических выводов. Представляются излишними большие части текстов на страницах 34 – 40, 61 – 66 и поверхностными подходы к созданию гипотезы о целесообразной структуре УОКМ на страницах 133 -139;

4) на странице 138 (рисунок 4.5) приведена структурная схема самонастраивающейся САУ, которая не учитывает электрические связи параллельно работающих генераторов, через которые именно и осуществляется обмен мощностью между генераторами. Здесь же обсуждается необходимость поддержания «экстремального значения функционала J », суть которого и зависимость от «сигналов» автором не определена;

5) не является очевидным применение «интегрального критерия площади разности огибающих токов, нормированной по времени» (с. 148) и выражения в конце параграфа 4.6. Меньшую погрешность системы регулирования позволит получить использование в качестве критерия суммарной дисперсии токов работающих генераторов;

6) имеют место недостаточно обоснованные утверждения автора, например, об «экспертном методе» определения параметров дизель-генераторных агрегатов (с.142). Рисунки 4.7 – 4.9 не отражают наличие синфазных колебаний, они отражают лишь фазовые сдвиги периодических процессов генерации полной электрической мощности, о чем свидетельствуют осциллограммы процессов $Te(t)$ и $Mg(t)$.

Отмеченные недостатки не носят принципиального характера и не снижают значимости полученных результатов и положений, выносимых на защиту.

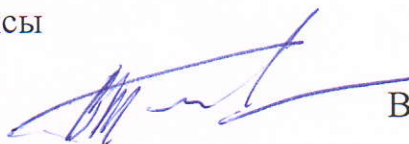
Результаты исследования достаточно полно отражены в публикациях и представлены на научных конференциях. По теме диссертации соискателем опубликовано 20 научных работ, в том числе 8 в журналах из перечня ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, рекомендованных ВАК.

Заключение. Диссертация Савенко Александра Евгеньевича является законченной научно-квалификационной работой, выполненной самостоятельно на высоком научном уровне. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации, отражает ее положения и выводы.

Диссертационная работа «Разработка и исследование методов и средств устранения обменных колебаний мощности в судовых электротехнических комплексах» соответствует требованиям к кандидатским диссертациям пункта 9 Положения ВАК РФ о присуждении ученых степеней. Работа содержит решение новой динамической задачи по ограничению опасных колебаний обменной мощности параллельно работающих судовых электрогенераторов, позволяющей повысить эффективность работы судовых электроэнергетических систем и имеет важное значение для развития методов математического моделирования и натурного исследования стационарных режимов систем электроснабжения автономных объектов.

Савенко Александр Евгеньевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

Профессор кафедры
«Электрооборудование,
электропривод и автоматика»
Нижегородского государственного
технического университета
им. Р.Е. Алексеева (НГТУ),
доктор технических наук
(05.09.03 – Электротехнические комплексы
и системы), профессор,
заслуженный деятель науки РФ



В.Г. Титов

Адрес: 603950, Нижний Новгород, ул. Минина, 24, НГТУ
E-mail: eos@nntu.nnov.ru
Контактный телефон: 8(831)4361768

Подпись профессора,
доктора технических наук Титова Владимира Георгиевича удостоверяю.

Ученый секретарь

Ученого совета НГТУ



И.Н. Мерзляков

08.12.2015г.