

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Комлева Антона Владимировича
«Усовершенствование устройств распределения активных нагрузок судовых синхронных генераторов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 –
Электротехнические комплексы и системы

Актуальность темы. Тема диссертационной работы является актуальной, так как распределение активной нагрузки в судовых электроэнергетических установках переменного тока является одной из важнейших эксплуатационных функций управления такими установками. От нее зависит рациональное использование синхронных генераторов и их первичных приводных двигателей при параллельной работе, а также точность поддержания частоты сети двухимпульсными регуляторами частоты вращения.

Применяемым в настоящее время в судовых электроэнергетических системах устройствам распределения активных нагрузок (УРАН) присущ ряд недостатков. Основной из них – это использование в составе УРАН трансформаторов тока (ТТ), которые существенно увеличивают массо-размерные характеристики УРАН и снижают точность его работы. Если масса современного УРАН без ТТ не превышает двух-трех килограммов, то масса только одного из входящих в него ТТ может в несколько раз, а иногда и на порядок, превышать массу УРАН. Погрешности измерения ТТ, связанные с насыщением сердечника, его остаточным намагничиванием и гистерезисом характеристики намагничивания, продолжают проявляться и их уровень остается значительным, несмотря на использование в ТТ современных материалов. Для снижения уровня этих погрешностей приходится выбирать ТТ с завышенными значениями номинальной предельной кратности, которые обладают большими размерами и массой. При использовании ТТ приходится нагружать их вторичные обмотки на балластные резисторы с номинальной мощностью до 40 Вт, что приводит к росту размеров, массы и стоимости УРАН, а нагрев этих резисторов ухудшает условия работы подключаемых к ним проводов и элементов, размещаемых вблизи них.

Проблема замены ТТ в УРАН затруднена повышенными требованиями к надежности измерительных преобразователей тока, а также необходимостью измерять большие токи судовых синхронных генераторов,

номинальная мощность которых с годами возрастает и при напряжении 0,4 кВ в настоящее время достигает 3 и более МВт. При переводе новых судовых электроэнергетических систем на повышенное напряжение потребуются ТТ, рассчитанные на такое напряжение что приведёт к ещё большим значениям размеров и массы ТТ.

В диссертационной работе Комлева А.В. предлагается замена ТТ дифференцирующими индукционными преобразователями тока (ДИПТ), которые лишены наиболее существенных недостатков ТТ, указанных выше. При этом необходима разработка новых измерительных преобразователей активного тока (ИПАТ), выполненных на базе ДИПТ.

Десять лет назад фирма Cooper Power Systems (США) стала применять в береговых электроэнергетических системах ДИПТ в разработанных под руководством Lj. A. Koјovic устройствах релейной защиты. При этом на вход устройств защиты подводились выходные напряжения ДИПТ не непосредственно, а после интегрирования этих напряжений, которое обеспечивает восстановление формы измеряемых токов по измеренным с помощью ДИПТ производным этих токов.

В научной школе профессора Г.Е. Кувшинова в начале 2000-х появилось новое решение – применение в устройствах релейной защиты и автоматики ДИПТ без интегрирующих фильтров, что упрощает структуру полученных устройств, повышает надёжность работы и снижает массо-размерные характеристики. Результаты этих исследований получили широкое признание: защищены две кандидатские диссертации, получено 10 патентов на изобретения, опубликованы две монографии и целый ряд статей. Многие из этих работ посвящены распределению реактивных токов между синхронными генераторами. Диссертация А.В. Комлева продолжает указанные изыскания применительно к новому объекту исследования – УРАН, выполненные с использованием ДИПТ, без применения интегрирующих фильтров.

Полученные автором в результате диссертационных исследований научные положения, выводы и рекомендации достаточно **обоснованы**. Их **достоверность** обеспечена грамотным применением положений теоретической электротехники, теорий электроники и электрических машин, методов математического анализа. Она подтверждается близостью результатов исследования однофазного и трехфазного ИПАТ с ДИПТ, полученных как теоретически, а также с применением компьютерной

программы схемотехнического моделирования, так и экспериментальным путём, при испытании макета УРАН с ДИПТ.

Научная новизна положений выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, не вызывает сомнений, она обеспечивается новизной объекта исследования.

К новым результатам, которые определяют теоретическую и практическую значимость диссертации, относятся следующие.

1. Автор предложил новые структуры однофазного и трехфазного измерительных преобразователей активного тока, в которых в качестве первичных измерительных преобразователей тока используются ДИПТ, но без интегрирующих фильтров. Такие ИПАТ реализуют новую разновидность способа измерения активного тока. Они лишены недостатков традиционных ИПАТ, обусловленных использованием в их составе ТТ. Предложенная однофазная разновидность ИПАТ запатентована, её принципиальная схема является более простой, чем у аналогичных преобразователей, выполненных на основе ТТ.

2. Отдельного внимания заслуживает рассмотренный в диссертации трехфазный ИПАТ, выполненный с применением ДИПТ, установленных во все три фазы. Полвека назад в нашей стране выполнялась разработка измерительных преобразователей активной мощности судовых синхронных генераторов, которые содержали два ТТ и измеряли мощность по принципу метода двух ваттметров. Такие преобразователи с достаточной точностью измеряли активную мощность и в том случае, когда нагрузка генератора являлась несимметричной [В.А. Михайлов, Б.И. Норневский. Автоматизация судовых электрических станций. – Судостроение, 1966. – 320 с.]. Из-за повышенной сложности, больших массо-размерных характеристик этих преобразователей они не нашли широкого применения на судах и позже в литературе не упоминались. Вскоре стали широко применяться ИПАТ с двумя ТТ, которые включаются в две фазы на разность токов вторичных обмоток, но они измеряют активную мощность всех трёх фаз в несимметричных режимах.

Рассмотренный в диссертации трехфазный ИПАТ лишён указанных недостатков и заслуживает применения на судах с выраженной несимметричностью нагрузки судовых электростанций. Он сможет обеспечить большую точность распределения активных нагрузок и улучшить

качество автоматической стабилизации частоты судовых электростанций, по сравнению с однофазными ИПАТ.

3. Предложена конструкция и методика расчета ДИПТ, основанного на использовании стандартного однофазного ленточного разрезного сердечника, что значительно упрощает изготовление таких ДИПТ и позволяет использовать их в сетях с номинальным током менее 1 кА и напряжением до 1 кВ.

4. Разработаны компьютерные модели однофазного и трехфазного ИПАТ с ДИПТ, которые отличаются от известных упрощенных моделей учётом внутренних сопротивлений обмоток ДИПТ и трансформатора, что обеспечивает повышение точности измерения выходного напряжения ИПАТ.

Автор диссертации демонстрирует высокий уровень теоретических знаний по всем вопросам, затронутым в диссертации, свободное владение компьютерными системами символьной математики и схемотехнического моделирования. Высокой оценки заслуживает также материал главы 5, посвящённый экспериментальным исследованиям. Фотографии элементов экспериментального макета свидетельствуют о том, что его изготовлению предшествовала большая работа по тщательному и детальному проектированию этих элементов, которые удобно настраивать и просто соединять друг с другом. Видно, что изготовление этих элементов, особенно усилителя, потребовало не один месяц работы.

Замечания

1. В диссертации в параграфе 1.2 не приведены массо-размерные характеристики измерительных преобразователей активного тока, входящих в устройства УРМ35 и БРНГ, а также разработанных измерительных преобразователей активного тока с ДИПТ, о которых говорится в главе 5, что не позволяет количественно сравнить их массо-размерные характеристики.

2. В диссертационной работе отсутствует анализ полной и угловой погрешностей ДИПТ предлагаемой конструкции и их влияния на выходное напряжение ИПАТ.

3. В диссертационной работе слишком кратко рассмотрено влияние искажений формы тока СГ на работу предложенных ИПАТ и УРАН с ДИПТ, и недостаточно освещены меры по устранению искажений и пульсаций выходного напряжения ИПАТ с ДИПТ.

4. При проведении эксперимента использовались измерительные приборы, некоторые из которых имели невысокую точность (параграф 5.2,

таблица 5.2), что порождает значительную погрешность, особенно, при измерении тока и мощности СГ.

5. Из публикаций, подготовленных в Дальневосточном государственном техническом университете, известно, что в результате синтеза выполненных на основе ДИПТ измерительных преобразователей для реактивных токов получен ряд вариантов их схемных решений. Очевидно, что и при синтезе ИПАТ можно найти различные структуры, из которых отбирается наилучший по какому-либо критерию вариант. Но в диссертации эта возможность оказалась нереализованной.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Диссертация Комлева Антона Владимировича представляет собой научно-квалификационную работу, в которой изложены научно обоснованные технические разработки, имеющие существенное значение для водного транспорта и повышения обороноспособности РФ.

2. Основные результаты диссертационной работы опубликованы в научной печати. Содержание автореферата достаточно полно отражает материалы диссертации. Качество оформления диссертации и автореферата отвечает существующим нормам.

3. Диссертация соответствует специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

Автор диссертации, Комлев Антон Владимирович, заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук.

Заслуженный работник высшей школы РФ, Доктор технических наук, профессор кафедры «Электрооборудование судов» ФБОУ ВПО «МГУ им. адм. Г.И. Невельского»



Веревкин В.Ф.

690059, г. Владивосток, ул. Верхнепортовая, 50а.

e-mail: verevkin@msun.ru.

Подпись Веревкина В.Ф.
заведующий отделом кадров
16.09.14

Л.С. Громова Е.В.

16 сентября 2014г.