ОТЗЫВ

Официального оппонента кандидата технических наук, доцента
Родионова Игоря Евгеньевича
на диссертацию Чабанова Евгения Александровича
«Новый подход к исследованию и идентификации переходных процессов мощных синхронных машин по результатам стендовых испытаний», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
05.09.01 – Электромеханика и электрические аппараты

Актуальность темы

В настоящее время методы исследования и идентификации переходных процессов синхронных машин, предписанные к применению действующими отечественными и международными стандартами, не обеспечивают высокой точности и достоверности особенно в условиях влияния на переходные процессы различных случайных факторов при проведении стендовых испытаний.

Вновь разрабатываемые методы исследования и идентификации переходных процессов синхронных машин, несмотря на всю сложность применяемого математического аппарата, также обладаю рядом существенных недостатков (не позволяют получать оптимизированные параметры, не учитывают случайные факторы и т.д.)

Поэтому разработка нового подхода к исследованию и идентификации переходных процессов мощных синхронных машин особенно с учетом влияния различных случайных факторов является актуальной задачей.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, достаточны, поскольку они полностью соответствуют электромагнитным процессам и теории переходных процессов синхронных машин, основываются на корректном математическом представлении

и решениях с использованием элементов тории вероятностей и математической статистики.

Структура и объем диссертации соответствуют требованиям, предъявляемым к работам на соискание ученой степени кандидата технических наук.

В первой главе представлен достаточный обзор существующих методов идентификации переходных процессов синхронных машин. Рассмотрены методы как действующих на данный момент отечественных и международных стандартов, так и вновь создаваемых. В результате анализа сформулирована задача исследований и намечены пути ее решения.

Вторая глава посвящена разработке теоретических основ нового подхода к исследованию и идентификации переходных процессов мощных синхронных машин с учетом влияния различных случайных факторов. Создание в рамках нового подхода вероятностно-статистических методов стало возможным благодаря использованию элементов теории вероятности и математической статистики. Они позволяют в отличие от методов отечественных и международных стандартов (и других точечных методов) учитывать влияние на переходные процессы различных случайных факторов, существенно воздействующих и, следовательно, искажающих данные переходные процессы, фиксируемые при проведении стендовых испытаний синхронных машин. Самым сложным и информативным при проведении стендовых испытаний является опыт внезапного симметричного короткого замыкания, поэтому все теоретические основы нового подхода были построены на его примере. Остальные опыты идентифицируются в соответствии с новыми подходами с учетом их особенностей.

Третья глава посвящена апробации теоретических основ нового подхода к исследованию и идентификации мощных синхронных машин на примере ТТК-50-2УЗ-П мощностью 50 МВт. В главе подробно исследованы и идентифицированы

опыты: внезапного симметричного короткого замыкания (в одной из фаз при уровнях напряжений испытаний 0,1; 0,2; 0,3; 0,7 от номинального напряжения обмотки якоря), восстановления напряжения и гашения поля (при замкнутой и разомкнутой обмотке якоря при наличии и отсутствии гасительного сопротивления).

В четвертой главе проведен подробный погрешностный анализ результатов апробации теоретических основ нового подхода к исследованию и идентификации переходных процессов мощных синхронных машин. Кроме общего анализа полученных в третьей главе результатов, проведены дополнительные исследования по выяснению влияния на результаты идентификации: установившегося значения напряжения (тока) обмотки якоря, нижней границы участка переходной составляющей, шага дискретизации исходных данных переходного процесса, шагов вариации установившегося значения напряжения (тока) обмотки якоря и нижней границы участка переходной составляющей при минимизации погрешности приближения модели участка переходной составляющей к его опытным данным.

Пятая глава посвящена обзору возможностей разработанных в рамках нового подхода вероятностно-статистических методов. В главе предложены: метод определения ударного тока якоря синхронной машины в опыте внезапного симметричного короткого замыкания без определения ее параметров; метод определения индуктивных сопротивления по поперечной оси синхронной машины; полные результаты идентификации параметров исследуемой в третьей главе синхронной машины с учетом той фазы, исходные данные по которой отсутствовали.

Основные результаты диссертационной работы заключаются в следующем:

1. Выполнен анализ состояния методов исследования переходных процессов синхронных машин с обоснованием нового подхода к их исследованию и идентификации.

2. Систематизирован новый подход к исследованиям и идентификации переходных процессов мощных синхронных машин по результатам стендовых испытаний, в объеме программы приемочных испытаний по отечественным и международным стандартам.

3. На базе элементов теории вероятностей и математической статистики разработан новый метод статистических исследований с качественным анализом влияния опытных данных переходных процессов синхронных машин в исследуемом диапазоне с переходной составляющей на свойства случайного признака (постоянной времени).

4. Разработан новый метод минимизации среднеквадратичной погрешности приближения модели переходной составляющей симметричного тока (напряжения) якоря в исследуемом диапазоне переходного процесса к ее опытным данным с учётом влияния различных случайных факторов с визуальным представлением этой погрешности дискретной поверхностью в трехмерной системе координат.

5. Разработан метод эффективной и точной оценки ударного тока из опыта внезапного симметричного короткого замыкания по первой вершине без определения параметров синхронной машины.

6. Разработан метод определения индуктивных сопротивлений по оси q по результатам стендовых испытаний в опыте внезапного симметричного короткого замыкания.

7. Использование цифрового запоминающего осциллографа при стендовых испытаниях синхронных машин позволило идентифицировать переходные процессы в опытах гашения поля из единой его записи.

8. Разработан комплекс рабочих алгоритмов и программ в программно-инструментальной среде LabVIEW с привлечением электронных таблиц Microsoft Excel.

9. Осуществлен полный цикл исследования и идентификации переходных процессов мощных синхронных машин в опытах внезапного симметричного короткого замыкания, восстановления напряжения, гашения поля.

Научная новизна заключается в следующем:

1. Разработан новый подход к исследованиям и идентификации переходных процессов мощных синхронных машин в объеме опытов приемочных испытаний по отечественным и международным стандартам, позволяющий в условиях влияния различных случайных факторов идентифицировать эти процессы в опытах внезапного симметричного короткого замыкания, восстановления напряжения, гашения поля, ударного возбуждения с высокой точностью и достоверностью.
2. На базе элементов теории вероятностей и математической статистики впервые разработан метод статистических исследований с качественным анализом влияния опытных данных переходных процессов мощных синхронных машин в исследуемом диапазоне на свойства случайного признака (постоянной времени).
3. Разработан метод минимизации среднеквадратичной погрешности приближения модели переходной составляющей в исследуемом диапазоне переходного процесса к ее опытным данным с учётом влияния различных случайных факторов и представление этой погрешности дискретной поверхностью в трехмерной системе координат.
4. Разработан метод точной оценки ударного тока из опыта внезапного симметричного короткого замыкания по одной вершине переходного процесса без определения параметров синхронной машины.
5. Разработан метод определения индуктивных сопротивлений по оси q и их отклонения относительно индуктивных сопротивлений по оси d по

результатам стендовых испытаний в опыте внезапного симметричного короткого замыкания.

Достоверность результатов диссертационной работы обоснована корректным использованием математического аппарата, законов электромеханики и теории переходных процессов синхронных машин; сходимостью результатов математического моделирования и экспериментальных данных, полученных при проведении стендовых испытаний мощной синхронной машины ТТК-50-2УЗ-П.

В публикациях автора достаточно полно отражены основные научные результаты данной диссертационной работы.

Практическая ценность результатов работы подтверждена успешной апробацией предложенного подхода исследования и идентификации переходных процессов мощной синхронной машины на примере ТТК-110-2УЗ-П. Результаты апробации докладывались и получили одобрение на научно-техническом совете с участием главных специалистов ООО «Электротяжмаш-Привод»..

Разработан эффективный вариант сжатия используемого объёма первичной информации; получило дальнейшее развитие аналитического способа выделения вершин, дискретных огибающих, разделение полного тока якоря на симметричный и асимметричный токи; разработаны рабочие алгоритмы и программы для исследования, идентификации и экспресс-обработки переходных процессов мощных синхронных машин; разработанные вероятностно-статистические методы исследования и идентификации переходных процессов мощных синхронных машин по результатам стендовых испытаний представляют практическую ценность для проектирования, модернизации, эксплуатации и ремонта синхронных машин.

Замечания и вопросы по диссертационной работе.

1. Как учитывается апериодическая составляющая в формуле определения ударного тока якоря?
2. В диссертации новый подход к идентификации переходных процессов синхронных машин апробирован при исследовании опытов внезапного симметричного короткого замыкания при напряжениях испытаний СМ 0,1Uн; 0,2Uн; 0,3Uн; 0,7Uн. Насколько полученные при этом параметры синхронной машины адекватны реальным величинам? Есть ли необходимость идентифицировать параметры СМ при напряжении испытания 1,05Uн?
3. Приведите расчеты Xd", полученные ГАМ и новым подходом на других СМ.
4. Учитывая ссылки в диссертации на переходные процессы СМ мощностью более 100 кВА имеются достаточно достоверные данные по влиянию магнитного насыщения на Xd" и Xq". Насколько параметры СМ, полученные новым подходом, адекватны этой информации?
5. Что понимается под случайными факторами?
6. Может ли методика нового подхода применена к частотному методу, включенному в действующие стандарты, при представлении обмотки ротора многоконтурной для идентификации переходных процессов СМ?
7. С какой целью разработан новый исследовательский вариант влияния в переходных процессов опытных данных на случайный признак переходной составляющей симметричного тока якоря СМ?

Заключение

Диссертационная работа Чабанова Е.А. выполнена на высоком научном уровне, ее результаты представляют значительный интерес в данной технической области. Сделанные замечания не влияют на положительную оценку диссертационной работы. Автореферат отражает основное содержание диссертации и полностью соответствует ей.

Диссертация «Новый подход к исследованию и идентификации переходных процессов мощных синхронных машин по результатам стендовых испытаний» является законченной научно-квалификационной работой. В ней решена задача, имеющая важное значение для развития методов исследования и идентификации переходных процессов мощных синхронных машин.

Диссертационная работа удовлетворяет требованиям ВАК п.9 «Положение о присуждении ученых степеней», предъявляемым ВАК России к кандидатским диссертациям. Автор Чабанов Евгений Александрович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.01 – Электромеханика и электрические аппараты.

Официальный оппонент:
Доцент, канд. техн. наук (05.09.01 –
Электромеханика и электрические аппараты),
доцент кафедры «Электрические машины»
ФГАОУ ВПО
«Уральский федеральный университет имени
первого Президента России Б.Н. Ельцина».
620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19.
Тел.: +7 (343) 374-38-84

Родионов
Игорь
Евгеньевич

25.01.2015

Подпись Родионова Игоря Евгеньевича
заверяю:

УЧЁНЫЙ СЕКРЕТАРЬ
УРФУ
МОРОЗОВА В. А.