

**Отзыв официального оппонента – Синюковой Татьяны Викторовны,
кандидата технических наук**

на диссертацию Салова Романа Алексеевича «Обеспечение бесперебойной работы электротехнического комплекса с турбинами комбинированного питания при провалах напряжения и смене топлива», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы

1. Актуальность темы диссертации

В настоящее время все большее внимание уделяется бесперебойному питанию электрической нагрузки, что вызвано повышением требований к технологии производства. Одним из самых существенных факторов в этом отношении является влияние провалов напряжения, которые могут вызвать остановку работы оборудования вследствие опрокидывания электрических двигателей. С другой стороны процесс смены топлива турбин комбинированного питания также существенно влияет на устойчивость работы электротехнического комплекса. Очевидно, что указанные факторы не являются единственными, влияющими на работу электрооборудования, однако их воздействие представляется значительным.

До сих пор окончательно не решены задачи по однозначному обеспечению устойчивой работы электроприводов, включая и электроприводы газовых компрессоров, а также по обеспечению бесперебойной работы электротехнических комплексов на попутном нефтяном газе в режиме смены топлива. Поэтому каждый шаг в развитие указанных задач представляет как научный, так и практический интерес.

Множество применяемых в настоящее время топологий преобразователей для частотно-регулируемого привода свидетельствуют о широком выборе и возможности их совершенствования, исходя из поставленных задач. В этом смысле, выбранный автором в качестве преобразователя частоты Z-инвертор способен повышать уровень выходного напряжения без установки дополнительных преобразователей. Но при этом необходимо создание определенного способа управления им и алгоритма выбора его параметров, обеспечивающих его надежную работу в аварийных режимах.

Исходя из вышесказанного, задача, поставленная перед автором, представляется актуальной, а ее решение направлено на обеспечение бесперебойной работы электротехнического комплекса с турбинами комбинированного питания при провалах напряжения и в режиме смены топлива.

*№ 06-10
от 15.01.2020*

2. **Научная новизна работы** заключается прежде всего в следующем:

1. Получены зависимости перераспределения электрической активной мощности турбинных генераторных электроустановок различного типа питания от параметров, характеризующих режим смены топлива, что позволило сформировать алгоритм управления суммарной электрической мощностью электротехнического комплекса, обеспечивающий его бесперебойную работу в указанном режиме.

2. Представленные результаты исследования режимов работы Зинвертора позволили разработать и реализовать алгоритм выбора его параметров, обеспечивающих устойчивость его работы на линейном участке зависимости напряжения конденсатора от коэффициента заполнения состояния короткого замыкания.

3. Полученная зависимость изменения напряжения конденсатора звена постоянного тока в условиях симметричных провалов напряжения позволила разработать и обосновать способ управления Z-инвертором, обеспечивающий бесперебойную работу электропривода газового компрессора в заданном диапазоне значений провалов напряжения.

3. Практическая значимость работы

На основании проведенных исследований автором сформулированы методические рекомендации по обеспечению бесперебойной работы электротехнического комплекса с турбинами комбинированного питания в виде разработанного алгоритма перераспределения его суммарной электрической мощности. Также разработан способ управления Зинвертором в составе электропривода газового компрессора, обеспечивающий его устойчивую работу при возникновении симметричных провалов напряжения глубиной до 50% и длительностью до 100мс.

4. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научные положения, выводы и результаты, выдвигаемые автором в диссертационной работе, не противоречат принципам системного подхода, базовым положениям теории автоматизированного электропривода, теории систем и автоматического управления. В работе использованы стандартные методы математического и имитационного моделирования и сравнение полученных автором временных зависимостей разряда конденсатора для Зинвертора при провале напряжения с результатами исследований отечественных и зарубежных ученых

Для обоснования *первого защищаемого положения*, представленного во второй главе диссертации, проведены теоретические исследования работы электротехнического комплекса комбинированной топологии, в результате которых были получены зависимости, отражающие влияние активной мощности турбинных генераторных электроустановок. На основании полученных зависимостей предложен алгоритм перераспределения суммарной электрической мощности комплекса, обеспечивающий его бесперебойную работу в режиме смены топлива как внешнего воздействия.

Обоснование *второго защищаемого положения* обусловлено результатами исследований, представленных в третьей и четвертой главах. Автором проведен динамический анализ работы Z-инвертора, в результате которого получены передаточные функции преобразователя. Разработан алгоритм выбора параметров Z-инвертора, обеспечивающий его работу на линейном участке характеристики. Выявлена аналитическая временная зависимость изменения напряжения конденсатора звена постоянного тока в условиях симметричных провалов напряжения, на основании которой автором разработан способ управления Zинвертором. Установлено, что разрабатываемая топология обеспечивает повышение устойчивости работы привода к симметричным провалам напряжения в 2,6 раза.

В результате анализа результатов моделирования работы электропривода газового компрессора с Z-инвертором, автором установлено, что минимально допустимым снижением напряжения ЗПТ является снижение напряжения до 50% от номинального значения. Сравнительный анализ полученных результатов с результатами для других методов и способов компенсации провалов выявил, что управление Z-инвертором в составе ЧРП согласно разработанному способу обеспечивает компенсацию провалов напряжения глубиной до 50% и длительностью 100мс.

5. Апробация работы

Основные положения и результаты диссертационной работы были представлены 10 публичными докладами на международных и всероссийских научных конференциях, проводимых в г. Санкт-Петербург, г. Кемерово и г. Фрайберг (Германия).

По теме диссертационного исследования опубликовано 10 работ, в том числе 3 работы в журналах, индексируемых в международной базе Scopus, и 3 работы в журналах, входящих в перечень ВАК Минобрнауки РФ, получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Приведенные в автореферате и диссертации опубликованные работы Салова Р.А. соответствуют теме диссертации и паспорту научной специальности.

6. Общая характеристика диссертационной работы

Диссертация включает оглавление, введение, четыре главы, с выводами по каждой из них, заключение, библиографический список из 115 наименований и три приложения. Основная часть работы изложена на 125 страницах машинописного текста и содержит 48 рисунков и 10 таблиц.

Диссертационная работа обладает внутренним единством, ясностью изложения и соответствует поставленным целям и задачам. Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации.

7. Замечания и вопросы по диссертации

По содержанию диссертационной работы Салова Р.А. имеется ряд замечаний и вопросов:

1. На стр. 48 фраза: «*мощность энергоцентра составляет порядка 30 МВт*». Однако при оценке результатов исследований (стр. 57, пункт 2.4.3) суммарная электрическая мощность электротехнического комплекса принята равной 35 МВт. Как это соотносится между собой?

2. На стр. 59 сказано, что инициация работы предложенного алгоритма осуществляется при останове газового компрессора. Однако указанный вариант является частным случаем аварийных ситуаций. Будет корректнее указать, что работа алгоритма начинается при прекращении поступления основного вида топлива к электротехническому комплексу.

3. Как будет осуществляться работа алгоритма в режиме восстановления после аварийной ситуации, т.е. после повторной подачи ПНГ ко всем турбинным электроустановкам?

4. На стр. 97 указано, что ограничение коэффициента состояния КЗ предусмотрено на уровне 0,45. Как было получено данное значение, и для каких диапазонов мощностей оно справедливо?

5. На стр. 98, рис. 4.8 целесообразно представить структурную схему полной системы управления и алгоритм управления Z-преобразователем.

6. Как были получены значения L и C, приведенные на стр.83 (последний абзац)? В чем заключается целесообразность построения кривой 3 на рис. 3.14?

8. Заключение

Диссертация Салова Романа Алексеевича «Обеспечение бесперебойной работы электротехнического комплекса с турбинами комбинированного питания при провалах напряжения и смене топлива» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая в полной мере соответствует критериям, установленным разделом 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного

образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» (утверждено приказом ректора Горного университета от 26.06.19 №839адм), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор – **Салов Роман Алексеевич** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы за научно-обоснованное техническое решение задачи по обеспечению бесперебойной работы электротехнического комплекса с турбинами комбинированного питания при провалах напряжения и смене топлива.

Официальный оппонент, кандидат технических наук
доцент кафедры «Электропривод»
федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Липецкий государственный технический университет»



Синюкова Татьяна Викторовна
27.12.19с.

Даю согласие на внесение персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Адрес: 398055, г. Липецк, ул. Московская 30, корпус 2
Тел.: +7 (4742) 328-180; e-mail: kaf-ep@stu.lipetsk.ru

