

ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата технических наук, доцента
Лысенко Олега Александровича
на диссертационную работу соискателя Петухова Александра
Владимировича, представленную на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности
2.4.2 Электротехнические комплексы и системы
Тема диссертации: «РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ГРУППОВОГО
ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО ПРИВОДА С ПОВЫШЕННОЙ
УСТОЙЧИВОСТЬЮ К ПРОВАЛАМ НАПРЯЖЕНИЯ»

1. Актуальность темы

В диссертационной работе соискателя проведено исследование группового частотно-регулируемого привода (ГЧРП) с повышенной устойчивостью к провалам напряжения в питающей сети. Особенностью частотно-регулируемого привода является его высокая чувствительность к провалам напряжения в системе электроснабжения, возникновение которых приводит к срабатыванию собственной защиты минимального напряжения преобразователя частоты и отключению привода от сети. В промышленности эксплуатируются установки с групповым частотно-регулируемым приводом, в которых, по условию технологического процесса, не допускается полная остановка приводимых в движение механизмов, но допускается кратковременное снижение их скорости без полной остановки. В диссертационной работе проведено исследование предложенных способов направленных на повышение устойчивости группового частотно регулируемого привода с разомкнутой системой скалярного управления асинхронным электроприводом и вентиляторной механической нагрузкой к провалам напряжения в питающей сети, позволяющих сохранить управление приводом при снижении напряжения в звене постоянного напряжения ниже порога срабатывания защиты минимального напряжения. Важным аспектом исследования стала разработка способа управления автономным инвертором напряжения направленного на устранение аварийных бросков тока в транзисторных ключах и способа для ограничения тока заряда конденсаторов С-фильтра звена постоянного напряжения. В связи с этим актуальность исследования Петухова Александра Владимировича не вызывает сомнений.

2. Общая характеристика диссертационной работы её соответствия критериям научно-квалификационной работы

Представленная на отзыв диссертация включает в себя введение, 3 главы, заключение. Диссертация изложена на 136 страницах, содержит 61 рисунок, 1 таблицу. Список литературы состоит из 103 наименований.

Во введении рассмотрена и обоснована актуальность работы, определены цели и задачи исследования, сформулирована научная новизна и

практическая ценность работы, выделены основные направления реализации диссертационной работы, основные проблемы и пути их решения.

В первой главе проведён обзор и анализ технических решений по повышению надёжности функционирования существующего группового частотно-регулируемого привода, выявлены особенности работы частотно-регулируемого привода при провалах напряжения в питающей сети. Установлено, что в настоящее время не решена задача сохранения управления приводом при понижении напряжения в ЗПН ниже уставки защиты минимального напряжения. Результаты исследования также подтвердили, что существующие технические решения по ограничению зарядного тока конденсаторов С-фильтров не обеспечивают безинерционный запуск привода после восстановления напряжения в питающей сети, что требует разработки способов и устройств направленных на решение поставленных задач.

Вторая глава посвящена разработке и исследованию имитационной модели автономным инвертором напряжения, позволяющей установить взаимосвязь между напряжением в звене постоянного напряжения и напряжением на его выходе, а также коэффициентом заполнения при ШИМ управлении, что необходимо для проведения исследований и оценки функционирования группового частотно-регулируемого привода при возникновении аварийных режимов в системе электроснабжения. Результатами исследования подтверждено, что при восстановлении напряжения в питающей сети возникает бросок входного тока автономного инвертора напряжения, превышающий номинальное значение в 2-6 раз в зависимости от глубины провала, что отрицательно сказывается на работе и сроке службы транзисторных ключей инвертора напряжения. Установлено, что время свободного выбега асинхронного двигателя превышает время аварийного режима питающей сети, что обосновывает необходимость разработки способа управления автономным инвертором напряжения, который позволяет обеспечить управляемое снижение скорости асинхронного двигателя при одновременном замедлении интенсивности разряда конденсатора С-фильтра звена постоянного напряжения с последующим разгоном асинхронного двигателя с любой пониженной скорости после восстановления напряжения при одновременном устранении бросков входного тока в транзисторных ключах автономного инвертора.

В третьей главе проведено обоснование возможности замедления разряда конденсатора С-фильтра звена постоянного напряжения за счёт управления выходной частотой автономного инвертора при изменении напряжения в звене постоянного напряжения для увеличения продолжительности разряда конденсатора С-фильтра и сохранения управления приводом на интервале аварийного режима в питающей сети. На основе анализа выражений, характеризующих работу автономного инвертора, установлена зависимость являющаяся основой способа управления автономным инвертором напряжения используемого для ограничения входного тока автономного инвертора напряжения до

допустимого значения при одновременном увеличении продолжительности управления приводом. Для снижения бросков входного тока до номинального значения в цепи питания группового частотно-регулируемого привода разработан способ ограничения тока заряда конденсаторов С-фильтров звена постоянного напряжения обеспечивающий безинерционное подключение группового частотно-регулируемого привода к питающей сети. Экспериментами в среде имитационного моделирования Matlab подтверждена возможность практического применения результатов теоретических исследований. Исследование диодно-ректаторного ограничителя зарядного тока конденсаторов С-фильтра звена постоянного напряжения на физическом макете группового частотно-регулируемого привода также подтвердили теоретические исследования.

В заключении изложены общий вывод по диссертационной работе и представлены основные результаты исследования.

В приложении приведен документ подтверждающий внедрение результатов диссертационной работы.

Научная новизна данной диссертационной работы связана с основными результатами:

1. Разработана система управления ЭТК с ГЧРП позволяющая устранить остановку ГЧРП при возникновении провала напряжения в питающей сети;
2. Предложены способы управления ЭТК с ГЧРП позволяющие:
 - сохранить продолжительность работы ЭТК с ГЧРП при возникновении провала напряжения в питающей сети;
 - ограничить броски тока в транзисторных ключах АИН при восстановлении напряжения в питающей сети;
 - обеспечить плавный разгон АД с любой пониженной скорости до номинального значения после завершения провала напряжения в питающей сети;
3. Предложен способ ограничения зарядного тока конденсаторов С-фильтра ЗПН при подключении ГЧРП к питающей сети для снижения бросков зарядного тока конденсатора С-фильтра до номинального значения;
4. Результаты исследования режимов работы ЭТК с ГЧРП на разработанном специализированном программном комплексе подтвердили возможность практического применения предложенных способов управления ЭТК с ГЧРП в аварийных режимах работы питающей сети.

Практическая значимость работы. Решена научно-техническая задача повышения устойчивости группового частотно-регулируемого привода и сохранения его управления при возникновении провала напряжения в питающей сети. Предложены новые способы и устройства для построения модели системы управления ЭТК с ГЧРП позволяющие сохранить продолжительность работы ГЧРП при возникновении аварийных режимов работы питающей сети. Разработан специализированный программный комплекс системы управления ЭТК с ГЧРП для исследования работы ГЧРП в нормальных и аварийных режимах питающей сети.

Достоверность полученных автором данных подтверждаются соответствием результатов теоретических исследований и результатов, полученных численными экспериментами в среде MatLab, а также экспериментами на физическом макете.

Соответствие работы паспорту специальности. Диссертационная работа соответствует следующим пунктам паспорта научной специальности 2.4.2 – «Электротехнические комплексы и системы:

п. 2 «Разработка научных основ проектирования, создания и эксплуатации электротехнических комплексов, систем и их компонентов».

п. 3 «Разработка, структурный и параметрический синтез, оптимизация электротехнических комплексов, систем и их компонентов, разработка алгоритмов эффективного управления».

Публикации. По результатам выполненных исследований было опубликовано 18 работ, в том числе 5 статей ВАК РФ, 1 статья включённая в базу цитирования Scopus, в 7 сборниках трудов и материалах конференций регионального, Всероссийского и международного уровня, получено 3 патента на изобретение, 1 свидетельство о регистрации программ для ЭВМ, что свидетельствует о соответствии диссертационной работы требованиям ВАК по количеству и характеру публикаций.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации. Можно согласиться с выводами, имеющимися в заключении, что дальнейшие исследования могут развиваться в следующих направлениях:

- совершенствование принципов построения и алгоритмов управления предложенных способов совместно с векторными системами управления ЧРП;

- построение объединенной системы ДР-ОЗТ и активного выпрямителя;

- создание имитационных моделей для исследования динамических процессов в транзисторных ключах при колебаниях напряжения на входе АИН.

По результатам диссертационной работы и оформлению имеются следующие замечания

1. Работа содержит ряд опечаток (п. 2.1. Водная часть, и т.п.).
2. В работе отсутствует математическое описание моделей асинхронного двигателя, трансформатора, применяемых в разработанных имитационных моделях, из чего не ясно какие допущения принимались.
3. В работе не представлена оценка максимального времени ожидания момента восстановления напряжения, в питающей сети, в зависимости от мощности применяемого привода.
4. Из рисунка 3.27 не понятно, каким образом осуществляется управление шунтирующим конденсатором.
5. Недостаточно освещены вопросы массогабаритных показателей предлагаемого диодно-реакторного способа.

Однако указанные замечания не снижают научной и практической значимости диссертационного исследования, а также не ставят под сомнение обоснованность полученных автором результатов.

Заключение. Диссертационная работа Петухова Александра Владимировича представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, в которой автором решена научно-техническая задача повышения устойчивости группового частотно-регулируемого привода к провалам напряжения.

Диссертационная работа ПЕТУХОВА АЛЕКСАНДРА ВЛАДИМИРОВИЧА «РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ГРУППОВОГО ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО ПРИВОДА С ПОВЫШЕННОЙ УСТОЙЧИВОСТЬЮ К ПРОВАЛАМ НАПРЯЖЕНИЯ» отвечает требованиям п. 9-14 «Положения о присуждении учёных степеней», а её автор ПЕТУХОВ АЛЕКСАНДР ВЛАДИМИРОВИЧ заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 – Электротехнические комплексы и системы.

Официальный оппонент:

кандидат технических наук, доцент, доцент
кафедры «Электрическая техника»
Федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования
«Омский государственный технический университет»

25 мая 2026 г.


Лысенко Олег Александрович

Почтовый адрес: 644050, Россия, г. Омск, пр. Мира 11,
Тел.: +7(3812)65-21-54,
e-mail: oalisenko@omgtu.ru.

Подписи:

Заверяю:
Начальник управле
рсодило
2026 г.



