

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук
профессора Кирпичниковой Ирины Михайловны
на диссертацию соискателя Джассим Хайдер Майтам Джассим по теме
«Microgrid-Based Power Supply Control System For Stacker Cranes / Система
управления электроснабжением кранов-штабелеров на основе Микрогрид»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальностям 2.4.2 – «Электротехнические комплексы и системы» и 2.4.3 –
«Электроэнергетика».

Актуальность.

Актуальность работы заключается в том, что исследования в области использования аккумуляторных и других систем накопления энергии обычно представлено разработками алгоритмов системы управления электроснабжением объектов или реализации отдельных элементов системы. Для повышения эффективности электротехнических комплексов необходимо объединение различных технологий управления и топологий силовых преобразователей. Электроприводы подъёмно-транспортных механизмов, рассматриваемые в данной работе, как правило объединяются на основе системы «multi-drive», включающей в себя различные звенья.

Для обеспечения надежного электроснабжения и бесперебойной и устойчивой работы структуры, как элемента системы микрогрид, необходимо предусмотреть питание системы от различных источников, включая местные возобновляемые источники и накопители энергии. При этом накопители могут использоваться для приёма рекуперированной энергии, возникающей в электромеханических системах в генераторных режимах работы электродвигателей. Решению данных вопросов и посвящена рецензируемая диссертационная работа.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- Разработана структура системы электроснабжения группы складских кранов-штабелеров с аккумуляторной батареей, обеспечивающая эффективную работу в различных режимах эксплуатации.
- Разработаны рекомендации по выбору регуляторов мощности для предлагаемой системы электроснабжения автоматизированного складского комплекса, работающего в режиме микросети в условиях сетевой и изолированной эксплуатации. Выбор осуществлялся с учетом уровня

доступности локальных источников энергии, размеров и конфигурации склада, а также эксплуатационных требований электросети.

- Разработана топология и методика расчёта параметров резонансного DC-DC преобразователя с фазовым управлением. Предложенная топология позволяет интегрировать в предлагаемую систему электропитания аккумуляторные батареи различной емкости, сохраняя при этом минимальные коммутационные потери и широкий диапазон регулирования выходного напряжения.

- Предложен и разработан метод синтеза эмулятора аккумуляторных батарей реального времени на основе технологии PHiL. Эмулятор позволяет проводить безопасную проверку преобразователей зарядных устройств аккумуляторных батарей, включая настройку контурных регуляторов заряда.

Теоретическая значимость работы заключается в разработке структуры системы электроснабжения с аккумуляторным накопителем энергии для группы кранов-штабелеров, работающих на складе и методики расчёта и выбора типа регуляторов мощности системы электроснабжения, которые могут работать с различными внешними и внутренними воздействиями и режимами работы электротехнических комплексов склада. Предлагаемая система электроснабжения может интегрировать в себя генераторы местных возобновляемых источников энергии.

Практическая значимость работы состоит в разработке резонансного преобразователя постоянного тока, который работает как зарядное устройство для аккумулятора. Преобразователь, который предлагается для системы электропитания крана-штабелера, имеет широкий диапазон регулирования напряжения и приемлемые потери переключения. Практическое значение имеет также и разработка эмулятора аккумулятора реального времени для безопасного и эффективного тестирования аккумуляторной системы.

Апробация работы. Основные результаты работы доложены на 11-ти конференциях различного уровня.

Публикации. Основное содержание диссертационного исследования опубликовано в 17 научных работах, из них 6 статей, опубликованных в рецензируемых научных журналах, определенных ВАК РФ и Аттестационным

советом УрФУ, включая 1 статью в издании, входящем в МБД Scopus и WoS; получен 1 патент РФ на изобретение и 2 свидетельства о гос. регистрации программ для ЭВМ.

Обоснованность и достоверность научных положений, результатов работы, выводов и рекомендаций обоснована и подтверждается корректностью постановки задач, применением математического аппарата, методик и программ теоретического исследования и подтверждением результатов компьютерного и физического моделирования. Выводы, приведенные в заключении диссертационной работы и автореферата достоверны и имеют научную и практическую значимость.

Структура диссертации

Работа включает в себя введение, 5 глав, заключение, библиографический список из 135 наименования и 10 приложений, изложенных на 165 страницах текста, содержит 126 рисунков и 8 таблиц.

Во введении обосновывается актуальность темы диссертации, сформулированы цель и задачи исследования, представлены научная новизна, теоретическая и практическая значимость результатов, сформулированы положения, выносимые на защиту.

В первой главе диссертации проведен аналитический обзор научных публикаций, касающихся конструктивных элементов предлагаемой системы электроснабжения. В главе описана структура предлагаемой системы управления электроснабжением, поставлены задачи исследования.

Во второй главе рассмотрены и разработаны регуляторы мощности системы электроснабжения автоматизированного складского комплекса, синтезированные на основе микросетевой технологии, которая заключается в учете работы электротехнических комплексов при различных воздействиях, в том числе при отсутствии сетевого питания. Предложены рациональные типы регуляторов для различных эксплуатационных ситуаций. Глава завершается рекомендациями по применению каждого регулятора для различных складских комплексов. Рекомендации по применению основаны на эксплуатационных требованиях и размерах склада. Процедура разработки и проведенные испытания также подчеркивали интеграцию локальных генераторов возобновляемой энергии и устройств хранения энергии, которые позволяют автономно работать складскому комплексу без электросети.

В третьей главе диссертации рассмотрены структура и метод расчета параметров преобразователя резонансного типа зарядного устройства аккумулятора. В предлагаемой топологии использован как частотный, так и фазовый методы управления для достижения широкого диапазона регулирования выходного напряжения, при этом показано, что потери переключения силовых транзисторов поддерживаются на минимально низком уровне. Предложенная топология была практически реализована, а результаты были сопоставлены с моделированием в среде MATLAB.

В четвертой главе диссертации на основе известной MATLAB-модели литий-ионной аккумуляторной батареи (АКБ) разработан эмулятор АКБ с применением технологии PHiL. Предложен испытательный стенд зарядных устройств АКБ, в котором использована модель батареи в реальном времени, созданная в среде LabView. Испытательный стенд имеет научное и практическое значение, так как его можно использовать для тестирования силовых компонентов и регуляторов, разработанных для аккумуляторных систем, без фактического использования реальной батареи. Результаты функционирования испытательного стенда сравнивались с зарядом реальной батареи и полученные диаграммы показали близкое сходство.

В пятой главе предложена система управления электроснабжением для кранов-штабелеров складского комплекса. Согласно содержанию диссертации, разработка системы электроснабжения основывалась на данных, соответствующих реальному электротехническому комплексу. В данной главе рассматриваются различные эксплуатационные ситуации рассматриваемого комплекса, включая гибридное электроснабжение с использованием локального электрогенератора солнечной энергии и изолированную работу склада. Самое важное в выводах данной главы, что реакция электроприводов крана-штабелера сохраняла стандартное качество независимо от изменений в части электроснабжения комплекса.

В заключении описаны основные результаты диссертационной работы.

В приложениях содержатся свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ, патент на изобретение, а также дополнительные результаты по главам диссертации.

Автореферат соответствует содержанию диссертации, опубликованные статьи в полной мере отражают основные положения и результаты диссертационного исследования.

Вопросы и замечания

1. Глава 1, раздел "Перспективы возобновляемых распределенных генераторов": требуется пояснение, какова целесообразность использования устройств возобновляемой энергетики (солнечных модулей) для крупных электроустановок в Уральском регионе? Проводилось ли сравнение предлагаемых автором систем с подобных системами в других странах, например, в Ираке?

2. Каковы экономические преимущества предлагаемой системы электроснабжения автоматического крана-штабелера для электросети?

3. В главе 4 много внимания уделено схеме заряда-разряда аккумулятора и ее интеграции в электротехнический комплекс. Однако законы управления зарядом и разрядом аккумулятора для контроллера не рассматривались. В расчетах используется только один уровень заряда (SoC) 60% и очень краткосрочное моделирование. Как поведет себя аккумулятор при уровне заряда (SoC) 0%, 1%, 100%?

4. Глава 5: следует пояснить, каким образом (в результате чего?) мощность фотоэлектрической генерации снижается от номинальной до 0 за 2 с? Почему для моделирования выбраны именно эти величины?

5. Какие параметры определяют емкость аккумуляторной системы? Как определить необходимое время изолированной работы электротехнического комплекса?

Указанные замечания никак не снижают качество и оригинальность подхода Джассим Х. М. Д. к решению поставленных в диссертации задач.

Общая оценка работы

Анализ содержания диссертации Джассим Х. М. Д. показывает, что работа написана логически последовательно, корректным с научной и технической точки зрения языком, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, что свидетельствует о личном вкладе автора в науку, и соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней в ФГАОУ ВО «УрФУ», в том числе п. 9, 10 и 14.

Оценивая уровень работы в целом, считаю, что диссертация Джассим Х. М. Д. «Microgrid-Based Power Supply Control System For Stacker Cranes / Система управления электроснабжением кранов-штабелеров на основе микрогрид», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, является законченной научно-квалификационной работой и вносит существенный вклад в решение важной научно-технической задачи повышения

эффективности функционирования электротехнических комплексов, работа соответствует паспортам научной специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы и научной специальности 2.4.3 Электроэнергетика, а её автор – Джассим Хайдер Майтам Джассим, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальностям 2.4.2 – «Электротехнические комплексы и системы» и 2.4.3 – «Электроэнергетика».

Официальный оппонент:

профессор кафедры «Электрические станции, сети и системы электроснабжения», ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)»,

доктор технических наук, профессор

 Кирпичникова Ирина Михайловна
 / «05» 2025 г.

454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 76, кабинет 382, главного корпуса.
кафедра «Электрические станции, сети и системы электроснабжения»,
Тел. (351) 267-99-16,
e-mail: kirpichnikovaim@susu.ru

Подпись И. М. Кирпичниковой заверяю:

ВЕРНО
Нач
дел
Н.Е.

