

ОТЗЫВ

официального оппонента Панфилова Дмитрия Ивановича

на диссертацию Кузьмина Ивана Николаевича

«ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

**СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ НА ОСНОВЕ
ПРОТОЧНОГО АККУМУЛЯТОРА»,**

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.4.2 – Электротехнические комплексы и системы

1. Актуальность темы диссертации

Электроэнергетика любого уровня нуждается в бесперебойности и сохранения работоспособности в любых даже аварийных ситуациях. Работа автоматических устройств, обеспечивающих бесперебойность зависит не только от возможности переключений на резервные сети, но и зависит от возможности использования накопителя энергии при полной потере электроснабжения. Использование известных аккумуляторов электроэнергии имеют целый ряд ограничений (по мощности, по времени использования, по химической или пожарной безопасности и пр.) Необходимы мощные накопители электроэнергии, мощность которых соизмерима с мощностью узла нагрузки, обладающих достаточной емкостью, большой длительностью использования и обладающим малым саморазрядом при хранении. Такими свойствами в наибольшей степени обладают проточные аккумуляторы.

Однако в настоящее время в России отсутствует промышленное производство проточных аккумуляторных батарей, как и систем бесперебойного питания с их использованием. Поэтому актуальна задача создания технологической и производственной основы для разработки и серийного изготовления систем накопления электроэнергии с проточными аккумуляторными батареями и систем бесперебойного питания (СБП) на их основе. Данная диссертация посвящена исследованию процессов накопления электрической энергии в проточных аккумуляторах, разработке и

изготовлению опытного образца СБП на основе проточных аккумуляторных батарей номинальной мощностью 10 кВт и энергоемкостью 30 кВт·ч и направлена на решение задачи создания гибридных источников электроэнергии для электроснабжения потребителей критичной инфраструктуры.

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

Степень достоверности и обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждается успешной реализацией конструктивных решений проточного аккумулятора, построению собственной системы управления и алгоритмов функционирования. Полученные характеристики соответствуют мировым образцам зарубежных исследователей, приведенными в литературных источниках, а также результатами натурных испытаний.

3. Научная новизна положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

В числе новых положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, следует отметить:

1. Конструкции и характеристики компонентов накопителей электрической энергии, которые определяют эффективность и работы систем бесперебойного питания в целом.

2. Модели и схемные решения преобразования параметров электрической энергии проточных аккумуляторных батарей в составе систем бесперебойного питания.

3. Алгоритмы управления систем проточных аккумуляторных батарей в составе СБП.

4. Структура работы

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка сокращений, списка литературы из 80 наименований и 4 приложений.

Во введении формулируется актуальность исследования, а также, его

цели и задачи. Также, описывается научная новизна и практическая значимость работы. Приведены положения, выносимые на защиту.

В первой главе рассматриваются вопросы построения и функционирования систем бесперебойного питания нового поколения на основе проточных аккумуляторных батарей.

Рассмотрены все известные и наиболее распространенные накопители электроэнергии, проведено их сравнение. Проведенный обзор показал недостатки, ограничения и ограниченность использования различных накопителей. Сделан вывод о целесообразности использования ПАКБ в сочетании с централизованной сетью и другими альтернативными источниками энергии дают высокую эффективность накопления и хранения больших объемов энергии. Кроме того, при дефиците мощности в узлах нагрузки возможно выравнивание суточного графика нагрузки и снижение тарифной нагрузки.

Вторая глава посвящена разработке исследованию влияния характеристик и конструкции накопителей электрической энергии на эффективность работы. Основным элементом проточного аккумулятора является протонообменная ячейка, конструкция которой определяет все характеристики аккумулятора. С целью исследования процессов в протонообменной ячейке проводилось математическое моделирование различных конструкций и режимов. Отсутствие отечественного электролита побудило разработчиков создать совместно с электрохимиками собственный. Предложена методика получения электролита и конструкция реактора на основе пентаоксида ванадия в серной кислоте, эквивалентного по составу зарубежному электролиту «Vanadium Electrolyte Solution 1.6 M».

Третья глава посвящена моделированию схем преобразователей параметров электрической энергии для использования в составе систем бесперебойного питания для критически важных инфраструктурных потребителей электроэнергии. Предложены модульные структуры для согласования зарядно-разрядных характеристик ванадиевых проточных

стеков. Для тестирования работоспособности предложенной схемы была разработана имитационная модель в Matlab Simulink. Технологической основой для использования проточных аккумуляторов в составе системы бесперебойного питания стала система СБП «ДУБНА».

В **четвертой главе** рассматривается математическое описание и алгоритмы управления систем электроснабжения со специализированными источниками питания. Для проведения экспериментальных исследований режимов работы экспериментального образца был создан испытательный стенд, на котором физически моделировались возможные режимы в реальном масштабе токов и напряжений, в реальном времени. Приведенные результаты испытаний свидетельствуют о реальной работоспособности опытного образца. Экспериментальные исследования режимов работы ПАКБ выявили все факторы, влияющие на работу батарей в составе специализированных источников в системах бесперебойного электроснабжения.

5. Соответствие диссертации области исследования научной специальности

Отраженные в диссертации научные положения в полной мере соответствуют направлениям исследований научной специальности 2.4.2 - Электротехнические комплексы и системы в соответствии с содержанием пункта 2 «Разработка научных основ проектирования, создания и эксплуатации электротехнических комплексов, систем и их компонентов», - пункта 3 «Разработка, структурный и параметрический синтез, оптимизация электротехнических комплексов, систем и их компонентов, разработка алгоритмов эффективного управления» и пункта 4 «Исследование работоспособности и качества функционирования электротехнических комплексов, систем и их компонентов в различных режимах при разнообразных внешних воздействиях, диагностика электротехнических комплексов».

По тематике диссертации опубликовано 6 статей в журналах, входящих в перечень ВАК РФ. Получены также 2 патента на изобретения.

Диссертационная работа изложена технически и стилистически грамотно. Содержание автореферата диссертации и опубликованных работ в полной мере отражают основное содержание диссертационной работы.

6. Замечания по диссертации

1. Предложенная конструкция ванадиевого проточного аккумулятора безусловно представляет интерес для объектов электроэнергетики, однако в диссертации не отмечено, в чем отличие конструкции от других производителей (Китай, Германия, США). Является ли конструкция объектом интеллектуальной собственности и в какой части?
2. Комплекс оборудования проточного аккумулятора интегрирован в состав промышленной системы бесперебойного питания (СБП) «Дубна». Не ясно, какие изменения внесены в промышленную систему СБП с целью адаптации двух систем.
3. В диссертации не указано, в каких режимах работают зарядные и разрядные преобразователи и как их режимы связаны с алгоритмами функционирования наносов, клапанов и других датчиков режима.
4. Динамические характеристики, разработанного проточного аккумулятора, представлены в диссертации, однако не приведены характеристики переходных процессов на интервале 10 – 20 мкс. Эти процессы могут определить область использования ПАК.
5. Вызывает сомнения невозможность параллельной работы ПАК при групповом использовании. Если и возникают уравнивающие токи, то какие и насколько они влияют на работу системы?
6. Какие ограничения по пожару, ПДК и пр. при использовании ПАК в связи с применением кислотных электролитов?

Приведенные замечания, однако, не снижают эффективности результатов выполненных исследований.

7. Заключение

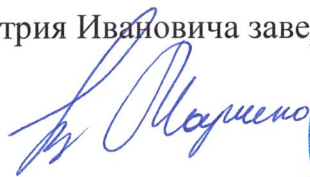
Диссертационная работа «Электротехнический комплекс специализированного источника питания на основе проточного аккумулятора» является завершённой научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний – электроэнергетики, что удовлетворяет требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук, а её автор, Кузьмин Иван Николаевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 - «Электротехнические комплексы и системы».

Доктор технических наук, Панфилов Дмитрий Иванович
профессор, научный руководитель
АО «НТЦ ФСК ЕЭС».



« 25 » 04 2024 г.

Подпись Панфилова Дмитрия Ивановича заверяю



Адрес: г. Москва, 117465, ул. Генерала Тюленева, д. 35 кв. 275

Email: Panfilov_DI@ntc-power.ru

Телефон: +7 985 969 95 50