

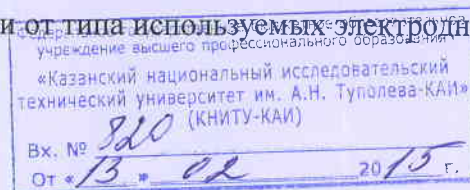
О Т З Ы В

официального оппонента на диссертационную работу **Морозова Михаила Валерьевича «Стартерные аккумуляторные батареи с повышенным пусковым током на основе наноструктурированных никелевых электродов для систем электроснабжения автотранспортных средств»**, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям 05.09.03 – электротехнические комплексы и системы и 05.17.03 – технология электрохимических процессов и защита от коррозии

Актуальность темы. Во введении к диссертации обоснована актуальность и практическая значимость работы, сформулированы цели исследования и его научная новизна.

Промышленное развитие началось после создания и повсеместного внедрения различных вариантов парового двигателя, работающего на дровах. Затем в течение последних 350 лет поочередно пришло время электрической, автомобильной и информационной революциям. При этом доля водорода в используемом топливе неуклонно росла, и, соответственно, доля углерода уменьшалась. И сейчас мы стоим на пороге энергетической революции, в результате которой существенно вырастет КПД различных двигателей, снизится их нагрузка на окружающую природу. При этом вопросы накопления и хранения электроэнергии, помимо их активного применения в электротехнических системах электрооборудования автотранспортных средств, приобретают и самостоятельное значение. Кроме того, в настоящее время перед учеными нашей страны поставлена задача содействия успешному освоению районов Крайнего Севера и Арктики. Поэтому дальнейшая разработка никель-кадмиевых аккумуляторных батарей, которые обладают возможностью быстрого и простого заряда, даже после длительного хранения аккумулятора, хорошей нагрузочной способностью и возможностью эксплуатации при низких температурах, которым также характерны продолжительные сроки хранения при любой степени заряда, сохранение стандартной емкости при низких температурах, наибольшая приспособленность для использования в жестких условиях эксплуатации и низкая стоимость, является, несомненно, **актуальной** задачей.

Известно, что работоспособность и качество функционирования никель-кадмиевых стартерных аккумуляторных батарей (САБ) определяются плотностью тока и емкостью положительного оксидно-никелевого электрода. Сегодня в промышленности применяются различные типы никелевых электродов, в зависимости от типа используемых электродных



основ, в частности, ламельные электроды. При этом для обеспечения пускового тока 650 А в промышленных никель-кадмиевых аккумуляторах используются спеченные пористые, пеноникелевые и металловолоконные никелевые электродные основы. Повышение эффективности их работы существенно зависит как от вида электрода, так и от такой его физической характеристики как площадь поверхности. Увеличение площади поверхности активного материала оксидно-никелевого электрода возможно при использовании наноструктурированной поверхности электрода.

Исходя из вышеизложенного, проведенное исследование, в котором:

- разработан новый технологический принцип построения САБ систем электроснабжения автотранспортных средств с повышенным пусковым током и меньшей деградацией поверхности электрода путем создания электрода с наноструктурированной поверхностью;
- впервые разработан, теоретически обоснован и технологически реализован способ получения наноструктурированной никелевой волоконной электродной основы с развитой поверхностью волокон, позволяющий повысить удельную площадь поверхности электрода более полутора раз;
- разработаны методы анализа оценки функциональных свойств предложенных САБ;
- предложены рекомендации по проектированию САБ на основе никелевых электродов с наноструктурированной морфологией поверхности, по реализации технологических процессов изготовления такой электродной основы с увеличением пускового тока аккумулятора до 1200 А,

является, безусловно, и **практически значимым**, помимо очевидной **фундаментальной новизны**.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций. Диссертационная работа изложена на 151 странице, содержит 22 таблицы, 41 рисунок, 125 библиографических ссылок. Диссертация состоит из перечня сокращений, введения, литературного обзора (Глава 1), оригинальных глав, посвященных разработке технологического принципа построения стартерных аккумуляторных батарей на основе нового способа получения наноструктурированных никелевых электродов (Глава 2), разработке способов анализа и обеспечения оценки функциональных свойств САБ с такими электродами (Глава 3), разработке электротехнической системы накопления электрической энергии на основе наноструктурированных никелевых электродов для электрооборудования транспортных средств (Глава 4), основных результатов и выводов, списка использованных источников и приложения.

Первая глава диссертации (с. 15-49) представляет собой литературный обзор, где рассмотрены основные характеристики существующих и перспективных никель-кадмиевых САБ систем электроснабжения автотранспортных средств и причины, ограничивающие возможности их широкого внедрения в практику оборонных и гражданских приложений. На основе обобщенного анализа современного состояния работ по построению электродов с наноструктурированной поверхностью, определению структуры и требований к их характеристикам, позволяющим обеспечить работоспособность никель-кадмиевых САБ в режимах с повышенным пусковым током сделан вывод, что разработка технологического способа получения наноструктурированных никелевых электродов при заданных размерах наноструктур, как активной массы, так и электродной основы, и использование таких электродов позволит создать САБ с улучшенными работоспособностью и качеством функционирования в системах электроснабжения автотранспортных средств при их эксплуатации в режимах с повышенным пусковым током. Определен круг нерешенных вопросов, связанных с разработкой САБ с наноструктурированными никелевыми электродами, сформулированы основная задача и направления научных исследований, необходимых для ее решения и достижения поставленной цели.

Во второй главе (с. 50-82) приведены результаты разработки нового технологического принципа построения САБ систем электроснабжения автотранспортных средств с повышенным пусковым током и меньшей деградацией поверхности электрода путем создания электрода с наноструктурированной поверхностью; анализа особенностей формирования наноструктурированных никелевых электродных основ и активной массы, по результатам которого дано теоретическое обоснование способа получения наноструктурированных никелевых электродов, направленных на расширение диапазона пускового тока, повышения емкости электрода и повышения ресурса их работы; представлены результаты разработки, выбора материалов и технологической реализации способа получения наноструктурированных никелевых электродов; экспериментально показано улучшение характеристик разработанных электродов по сравнению с существующими и перспективы их использования в САБ систем электроснабжения автотранспортных средств с повышенным пусковым током. Результаты автора по синтезу никелевых волокон в неоднородном магнитном поле, по синтезу никелевых волокон с изменяющейся шероховатостью в однородных полях различной величины, применение современных методов для их анализа впечатляют.

Следующая глава диссертации (с. 83-112) посвящена разработке способов анализа и обеспечения оценки функциональных свойств предложенных САБ систем

электрообеспечения автотранспортных средств, их работоспособности и качества функционирования с учетом необходимости применения наноструктурированных никелевых электродов для подтверждения полученных результатов по энергетическим характеристикам, а также определения ресурса наноструктурированных электродов при их эксплуатации в условиях низких температур. Предложен способ анализа и оценки функциональных свойств САБ систем электрообеспечения автотранспортных средств на основе наноструктурированных электродов с использованием технологий вольтамперометрии, сканирующей и просвечивающей электронной и атомно-силовой микроскопии, рентгеноструктурного анализа. С использованием предложенного способа получены энергетические и ресурсные характеристики САБ систем электрообеспечения автотранспортных средств на основе никелевых электродов с наноструктурированной морфологией поверхности. Получены аналитические выражения для расчета характеристик поверхности и результаты оценки их морфологии с использованием методов фрактального анализа.

Глава 4 (с. 112-132) посвящена разработке рекомендаций по применению САБ с наноструктурированными никелевыми электродами, реализации технологических процессов изготовления электродной основы и эксплуатации батарей при решении конкретных задач в системах электрообеспечения автотранспортных средств, оценкам энергетической эффективности их эксплуатации в системе электрообеспечения автотранспортных средств, внедрению результатов исследований и оценке перспектив их развития.

В целом работа выполнена на очень высоком экспериментальном и теоретическом уровне. Выводы из диссертации (с. 133-135) убедительно свидетельствуют об успешном решении поставленных задач и о перспективности дальнейшей разработки данной тематики.

Практическая значимость работы состоит в том, что, во-первых, разработан способ повышения работоспособности и качества функционирования САБ систем электрообеспечения автотранспортных средств, во-вторых, разработаны опытные образцы САБ на основе наноструктурированных никелевых электродов, даны рекомендации по их применению и расчету в системе электрообеспечения автотранспортных средств, в-третьих, разработаны рекомендации по реализации технологических процессов изготовления электродной основы и эксплуатации батарей при решении конкретных задач в системах электрообеспечения автотранспортных средств, в-четвертых, результаты выполненного исследования доведены до использования при разработке никель-кадмиевых САБ для системы запуска двигателей внутреннего сгорания в условиях низких температур, что

подтверждается актом внедрения и, в-пятых, полученные результаты используются в учебном процессе подготовки профильных инженерных кадров в КНИТУ-КАИ.

Оппонент согласен с выводом диссертанта о том, что применение методов создания электрода с наноструктурированной поверхностью для никель-кадмивой электрохимической системы ведет к повышению плотности тока и позволяет избежать роста деградации поверхности.

В качестве новых результатов разработан новый технологический принцип электрода с наноструктурированной поверхностью, впервые разработан способ получения наноструктурированной никелевой волоконной электродной основы с развитой поверхностью, позволяющий повысить удельную площадь поверхности электрода более полутора раз.

Результаты, полученные в данной работе, согласуются с выводами, экспериментальные результаты адекватно изложены в экспериментальной части, и не вызывают сомнений в их воспроизводимости и достоверности. По теме диссертации опубликованы 7 статей в рецензируемых российских (из списка ВАК) и международном журналах, содержащие основные результаты, выносимые на защиту. Работа хорошо апробирована в форме научных докладов на 14 конференциях различного уровня. Взят один патент РФ на изобретение. За разработку наноструктурированного электрода для химических источников тока автором получен диплом в конкурсе «50 лучших инновационных идей РТ» в номинации «Наноимпульс». По теме работы выполнены два исследовательских проекта в рамках научного обмена в Гиссенском и Хемницком университетах Германии. Автореферат правильно отражает суть самой диссертации.

Общие замечания по диссертационной работе .

Диссертация и автореферат оформлены в соответствии с требованиями ВАК, написаны ясным и логичным языком и читаются с большим интересом, что, однако, не позволяет избежать ряда замечаний:

1. Фразу на с. 8 автореферата «Следовательно, уменьшение в 2 раза времени τ за счет наноструктурирования поверхности электрода приведет примерно к двухкратному увеличению максимального тока» следовало бы вставить после предложения «Максимальный ток разряда равен отношению емкости активного вещества никелевого электрода ко времени разряда», также непонятно, почему автор остановился на частном случае в 2 раза.
2. Фраза на с. 70 диссертации «Использование заявленного способа и полученная этим способом никелевая волоконная основа электрода по сравнению с известными в мире аналогами на дату подачи заявки имеет следующие преимущества:»

однозначно намекает на то, что во второй главе использован блестящий материал патента на изобретение.

3. Выше я уже говорил о впечатляющих результатах автора по синтезу никелевых волокон в неоднородном магнитном поле, по синтезу никелевых волокон с изменяющейся шероховатостью в однородных полях различной величины. По моему убежденному мнению, актуальность и научная новизна этих разработок, их оригинальность и применение различных независимых методов анализа достойны публикации этих материалов в международных научных журналах с импакт-фактором выше, чем на порядок, по сравнению с имеющимися публикациями. Например, элзевиевский *Journal of Power Sources* (импакт-фактор выше 5) согласился бы опубликовать эти интересные результаты.
4. Известно, что увеличение площади поверхности позволяет увеличить емкость электрода, но при этом за счет удлинения пор увеличивается его сопротивление. С учетом этого хотелось бы, чтобы имело место более подробное обоснование и соответствующее обсуждение того, каким образом удастся повысить пусковой ток.

Высказанные замечания, однако, не затрагивают убежденности оппонента в полной обоснованности выводов в том виде, как они сформулированы в диссертации и автореферате.

Заключение

Диссертация является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным автором на высоком теоретическом и экспериментальном уровне. В работе приведены результаты, которые можно квалифицировать, как актуальные, новые, представляющие практический интерес, полностью достоверные и апробированные. Работа оформлена в соответствии с требованиями ВАК Минобрнауки России. Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации. Как по объему, так и по содержанию диссертационная работа отвечает требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а её автор, Морозов Михаил Валерьевич – за решение актуальной научно-технической задачи, имеющей существенное значение для отрасли знаний, связанной с разработкой новых технологических принципов построения стартерных аккумуляторных батарей систем электроснабжения автотранспортных средств, основанных на применении в их структуре наноструктурированных никелевых электродов, а также разработкой оригинальных методик и средств оценки их работоспособности и качества функционирования, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальностям 05.09.03 – Электротехнические

комплексы и системы и 05.17.03 – Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

Официальный оппонент:

Старший научный сотрудник лаборатории
электрохимического синтеза Института органической
и физической химии им. А.Е. Арбузова

КазНЦ РАН, доктор химических наук, доцент

Кадилов

Марсил Кахирович

моб. тел.: 89274174559
эл. адрес: kamaka59@gmail.com



Подпись М.К. Кадилова

ЗАВЕРЯЮ

Начальник отдела ДИО С.С.

13 » февраля

2015 г.

ИОФХ КазНЦ РАН

Россия, Республика Татарстан, 420088, г. Казань, ул. Академика Арбузова, дом 8

тел.: (843) 273-93-65 факс: (843) 273-18-72, 273-22-53

эл. адрес: arbuzov@iopc.ru