

## Отзыв

научного руководителя д.т.н., профессора Назаренко Игоря Петровича на диссертацию Пушкина Константина Валерьевича «Автономные электрохимические энергоустановки летательных аппаратов с алюминием в качестве энергоносителя» представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Пушкин Константин Валерьевич поступил в аспирантуру кафедры «Электроракетные двигатели, энергетические и энергофизические установки» ФГБОУ ВПО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» в мае 2012 года после окончания с отличием кафедры «Электроракетные двигатели, энергетические и энергофизические установки» МАИ по специальности «Электроракетные двигатели и энергетические установки».

Свою научную работу на кафедре «Электроракетные двигатели, энергетические и энергофизические установки» Пушкин К.В. начал с 3-го курса обучения в МАИ – с 2008 года и за это время им в соавторстве и лично выполнен большой объём научно-исследовательских работ, которые и составили основу представляемой к защите диссертации. За особые заслуги в учёбе и научные достижения Пушкин К.В. дважды был удостоен стипендии Президента РФ.

За время обучения в аспирантуре Пушкин К.В. зарекомендовал себя грамотным, высокоэрудированным специалистом в области исследования высокоэффективных, экологически чистых химических источников тока с алюминием в качестве энергоносителя. Во время обучения и работы на кафедре Пушкин К.В. продемонстрировал целеустремленность, высокую работоспособность и большую склонность к научно-исследовательской работе – способность самостоятельно выполнять как теоретические исследования, так и проводить широкий круг экспериментальных работ.

Диссертационная работа Пушкина К.В. является частью тематики научно-исследовательских работ проводимых на кафедре «Электроракетные двигатели, энергетические и энергофизические установки» Московского авиационного института (национального исследовательского университета). Актуальность темы диссертации обусловлена потребностью большого ряда современных летательных аппаратов в химических источниках тока (ХИТ) с высокими энергомассовыми характеристиками.

Направлением диссертационной работы Пушкина К.В. является повышение энергомассовых характеристик электрохимических энергоустановок (ЭУ) на базе алюминия как энергоносителя путём разработки и применения новых композиций рабочих компонентов и катализаторов, а также разработка функциональных схем генератора водорода на основе гидронного химического источника тока.

Пушкиным К.В. получены новые экспериментальные данные по энергетическим характеристикам большого ряда композиций рабочих

компонентов ХИТ с алюминием в качестве энергоносителя. Для  $O_2/Al$  и гидронного ХИТ даны рекомендации по составу наиболее эффективных композиций рабочих компонентов «анод-электролит-катод» с более высокими энергетическими и эксплуатационными характеристиками. Предложен новый способ получения каталитического покрытия  $MoS_2$  для катодного выделения водорода. Разработаны новые функциональные схемы генератора водорода на базе гидронного ХИТ. Проведена расчётная оценка удельных энергомассовых характеристик генератора водорода на базе гидронного ХИТ для космической ЭУ на базе кислород-водородного ( $O_2/H_2$ ) ЭХГ.

Выполненный в работе анализ энергетического баланса и КПД ЭУ на основе алюминия как энергоносителя позволил обосновать введение понятия эффективного КПД, величина которого для  $O_2/Al$  ХИТ несколько больше теоретического КПД. Эффективный КПД позволяет при проектировании ЭУ более точно определить необходимый запас компонентов.

Полученные Пушкиным К.В. результаты позволяют существенно повысить энергомассовые характеристики ЭУ с алюминием в качестве энергоносителя.

Материалы диссертации Пушкина К.В. представлены в 51 работе. По тематике диссертационной работы опубликовано в соавторстве: 18 статей в журналах, входящих в перечень ведущих рецензируемых изданий ВАК при Министерстве образования и науки РФ, получено 2 патента РФ на полезную модель.

Результаты диссертационной работы использованы в ряде НИР – двух проектах РФФИ: № 08-08-00529, №14-08-01285, и 4-х государственных контрактах на выполнение НИОКР.

Данные работы в полной мере отражают идею диссертационной работы Пушкина К.В.

Материалы диссертационной работы также были отражены в 31 докладе на конференциях, научно-технических конкурсах, школах, семинарах и симпозиумах, наиболее значимые из которых: Международная конференция "Авиация и космонавтика", Москва, МАИ (2009, 2012, 2013 годы); "Актуальные проблемы российской космонавтики, академические чтения по космонавтике", Москва, (2010, 2011, 2013, 2014, 2015 годы); II и III Международная научно-практическая конференция "Научно-техническое творчество молодёжи – путь к обществу, основанному на знаниях", Москва, (2010, 2011 годы); XXII Международная инновационно-ориентированная конференция молодых ученых и студентов (МИКМУС-2010) "Будущее машиностроения России" Москва, 2010 г.; Научно-практическая конференция студентов и молодых ученых МАИ "Инновации в авиации и космонавтике", Москва (2010, 2011, 2012, 2014, 2015 годы); "Молодёжь и будущее авиации и космонавтики – 2011, III Международный межотраслевой молодёжный научно-технический форум", Москва, 2011 г.; "Седьмой международный аэрокосмический конгресс IAC'12", Москва, 2012 г.; "Молодёжь и будущее авиации и космонавтики", всероссийский

межотраслевой молодёжный научно-технический форум, конкурс научно-технических работ и проектов, Москва, 2012 г.; "9-ая международная студенческая конференция PEGASUS-AIAA" ("9th PEGASUS-AIAA Student Conference"), Италия, Милан, 2013 г.; "29-ый конгресс международного совета авиационных наук (ICAS-2014)" (29th Congress of the International Council of the Aeronautical Sciences), Россия, Санкт-Петербург, 2014 г.; Всероссийская молодёжная научно-практическая конференция "Космодром «Восточный» и перспективы развития российской космонавтики", Угледгорск – Благовещенск – Москва, 2015 г.

Представленные на конференциях и научно-технических конкурсах материалы работы и автор были удостоены 15 почётных дипломов, медалей и наград.

Новизна и практическая значимость диссертационной работы Пушкина К.В. также подтверждается двумя полученными патентами РФ на полезную модель.

Диссертационная работа удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а автор Пушкин К.В. заслуживает присуждения ему степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Научный руководитель, заведующий кафедрой «Электроракетные двигатели, энергетические и энергофизические установки» МАИ  
д.т.н., профессор



И.П. Назаренко

Подпись Назаренко И.П. удостоверяю  
декан факультета «Двигатели летательных аппаратов» МАИ



А.Б. Агульник