

141070

г. Королев

Московской области,

ул. Ленина, 4-а

Телеграфный "ГРАНИТ"

Телефон: (495) 513-86-55

Факс: (495) 513-88-70, 513-86-20, 513-80-20

E-mail: post@rsce.ru

http://www.energia.ru



05.11.15. № 07-5/15

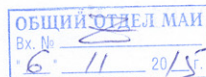
На № \_\_\_\_\_

Ученому секретарю  
диссертационного совета Д212.125.08  
при Московском авиационном институте  
(национальном исследовательском  
университете)  
доктору технических наук, профессору  
Зуеву Ю.В.  
125993, Москва, А-80, ГСП-3,  
Волоколамское шоссе, д. 4,  
в ученый совет МАИ

## ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации на соискание учёной степени  
кандидата технических наук Пушкина Константина Валерьевича  
«Автономные электрохимические энергоустановки  
летательных аппаратов с алюминием в качестве энергоносителя»**

В настоящее время современные литиевые аккумуляторы обеспечивают продолжительность полета электрических беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) более 2 часов. С другой стороны актуально увеличение продолжительности полета БПЛА в несколько раз. Это возможно, если применить источники тока с алюминием в качестве энергоносителя и кислородом как находящимся в воздухе, так и чистым кислородом. Источники тока этого типа отличаются высокой теоретической удельной энергией (в зависимости от мощности и времени разряда, типа электролита может быть получена удельная энергия до 400 Вт·ч/кг.),



низкой стоимостью, пожарной безопасностью и основаны полностью на отечественных компонентах.

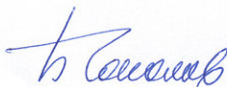
В работе обоснован выбор наиболее перспективной композиции «анод-электролит-катод» гидронного источника тока «алюминий А995 + 4М КОН + 0,08 М тартрат – йон + никель (Н-О)». Выбранная композиция облегчает удаление из зоны электрохимической реакции ее продукта, подавляет коррозию алюминиевого сплава при одновременном повышении эффективности выделения водорода на катоде.

Показано, что полученный научно-технический результат позволяет создать не только собственно химический источник тока, но и комбинированную водород-кислородную установку, включающую в свой состав управляемую *бортовую* систему генерации водорода на основе гидронного источника тока «алюминий А995 + 4М КОН + 0,08 М тартрат – йон + никель (Н-О)». По существу речь идет о новой системе связанного хранения водорода, пригодного для применения в энергоустановках БПЛА с водород - воздушными топливными элементами, например типа «Аэропак-2» (мощность до 400 Вт), увеличивающих время непрерывного полета ЛА до 10 часов. При этом отпадает необходимость заправки водородом бортовых баллонов до высокого (35МПа) давления. В качестве замечания к работе можно отнести то, что несколько расширена (по мощности) область рационального применения найденного решения - до 3кВт. Более правильно говорить о мощности комбинированной установки до 1 кВт (время работы до 24 ч), поскольку на этом уровне существует выигрыш предложенного решения относительно современных композиционных баллонов высокого давления. Однако это не снижает ценности выполненной работы, поскольку класс решаемых задач с мощностью меньшей 1 кВт в настоящее время весьма обширен.

В экспериментальной части работы диссертантом использованы современные методы исследования и аппаратура. Результаты измерений подвергнуты статистическому анализу.

Учитывая актуальность и практическую направленность диссертации, большой объём проведенных экспериментальных исследований, новизну основных результатов считаем, что работа отвечает всем требованиям «Положения о порядке присуждения научным и научно-педагогическим работникам учёных степеней и присвоения научным работникам учёных званий», а её автор – Пушкин К.В. заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук.

Советник президента  
РКК «Энергия», д.т.н.



Б.А. Соколов

Зам. начальника отделения,  
начальник отдела РКК «Энергия»



А.Н. Щербаков

Подписи Б.А. Соколова, А.Н. Щербакова удостоверяю

Ученый секретарь НТС  
РКК «Энергия», к.ф.-м.н.



О.Н. Хатунцева