



ФАНО РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
Институт физической химии и электрохимии
им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук (ИФХЭ РАН)

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Пушкина Константина Валерьевича**
«Автономные электрохимические энергоустановки летательных аппаратов с
алюминием в качестве энергоносителя»,
представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по
специальности 05.07.05 – Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки
летательных аппаратов.

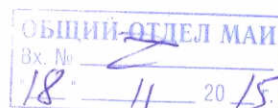
В настоящее время энергоустановки (ЭУ) на базе химических источников тока (ХИТ) являются одними из наиболее перспективных источников автономного энергоснабжения современных технических устройств различного назначения. Среди них ХИТ с алюминиевым энергоносителем, благодаря возможности их механической перезарядки, длительной сохраняемости (до 10 лет) в незаправленном состоянии, являются незаменимыми для автономного энергоснабжения технических устройств, эксплуатируемых в экстремальных условиях – авиация, космическая техника, спецтехника.

К ключевым направлениям разработок ХИТ, использующих алюминий в качестве энергоносителя, следует отнести повышение их энергетических и эксплуатационных характеристик путем исследования возможности применения новых более эффективных композиций рабочих компонентов, а также расширение функциональных возможностей и областей применения таких ХИТ. Поэтому тема диссертации является актуальной и весьма перспективной разработкой.

Пушкиным К.В. на основании большого числа экспериментальных данных по электрохимическим и коррозионным характеристикам различных анодных алюминиевых сплавов в щелочных электролитах разных составов с добавками ингибиторов коррозии алюминия были найдены наиболее эффективные композиции рабочих компонентов, которые предложены для использования в конкретных ХИТ – кислородно-алюминиевом (O_2/Al), воздушно-алюминиевом (ВА) и гидронном, который может быть использован как генератор водорода.

Для ВА ХИТ с высококонцентрированным щелочным электролитом на основе 8 М NaOH, применение которого, очевидно, рекомендуется с целью увеличения времени работы источника в условиях, исключающих засорение межэлектродного пространства источника твердым гидроксидом Al, рекомендован промышленно выпускаемый протекторный сплав АП4Н и добавка в электролит 0,01М цитрат-иона. Как следует из выводов диссертации, использование в качестве ингибирующей добавки цитрат-иона при плотностях тока выше 1000 A/m^2 повышает коэффициент полезного использования алюминия на 7-10% и сохраняет неизменной вольтамперную характеристику воздушного газодиффузионного катода.

В качестве наиболее эффективного анода гидронного ХИТ рекомендуется применение алюминия А995, который совместно никелевым катодом в электролите 4М



КОН с добавкой 0,08М другого органического аниона – тартрат-иона – позволило расширить диапазон плотностей тока источника до 2000 А/м², что в 4 раза превосходит диапазон ранее предлагавшейся композиции: анод Al-In + 4М NaOH + 0,06М SnO₃²⁻ + Ni. К сожалению, из текста автореферата не ясно, на основании каких критериев выбирались органические ингибиторы щелочной коррозии алюминия и их концентрации.

Для ВА и гидронного ХИТ автором проведены анализ и оценка энергетического баланса сделан расчёт их КПД. Показано, что удельные массовые характеристики гидронного ХИТ, как генератора водорода, более чем в два раза превосходят таковые для системы хранения водорода в стальных газовых баллонах под давлением 20 МПа, а, также, превосходят большинство из существующих систем связанного хранения водорода, что очень актуально для использующих водород кислородно-водородных (O₂/H₂) топливных элементов (ТЭ). В работе показано, что масса комбинированной ЭУ космического назначения состоящей из гидронного ХИТ и O₂/H₂ электрохимического генератора (ЭХГ) на 70% меньше, чем масса такой же ЭУ на основе O₂/H₂ ЭХГ с газобаллонной системой хранения компонентов. При этом максимальная мощность комбинированной ЭУ в течение всего времени работы превышает мощность ЭУ на основе O₂/H₂ ЭХГ на 20-30% при применении в гидронном источнике катодов из никеля и на 40-50% при применении катодов с каталитическим покрытием MoS₂. Такое покрытие было получено автором впервые путём нанесения дисульфида молибдена на катоды плазодинамическим методом. Хотя, не совсем понятно, из каких соображений был выбран именно этот метод, так как на данный момент известны и другие, менее трудоёмкие, методы получения этого высокоэффективного катализатора выделения водорода. В работе представлены данные исследований электролитов на основе NaOH и КОН. Однако не указывается причин заметного влияния типа щелочи на электрохимические показатели.

В целом же изучение автореферата показало, что соискатель внес значительный вклад в разработку ХИТ с алюминиевым энергоносителем и энергоустановок на их основе. Рассмотренные автором физико-химические модели процессов, протекающих в ХИТ с алюминием, являются новыми научными знаниями в прикладной электрохимии, позволяющими проводить проектные расчёты автономных ЭУ различной мощности и назначения, для которых выводы и практические рекомендации автора имеют реальное прикладное значение и будут использованы при создании таких ЭУ.

Учитывая актуальность темы диссертации, объём и высокий уровень проведенных исследований, а также практическую значимость результатов, можно констатировать, что работа, безусловно, отвечает всем требованиям Положения о порядке присуждения учёных степеней и учёных званий, а её автор – К.В. Пушкин заслуживает присвоения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов.

Должность,

Доктор химических наук, профессор,
член-корреспондент РАН



Б. Г. Ершов

Подпись Б. Г. Ершова заверяю
Ученый секретарь ИФХЭ РАН, к.х.н.

И.Г. Варшавская

Адрес ИФХЭ РАН: Москва, 11907, Ленинский пр., 31. Тел. (495) 955-46-01.