

## Материалы и системы для водородного аккумулирования энергии

**Резюме** Материалы и системы для водородного аккумулирования энергии: гидридообразующие интерметаллические соединения с заданными водород-сорбционными характеристиками и компактные и безопасные аккумуляторы водорода многократного действия на их основе способные к интегрированию с электрохимическим генератором водорода (электролизером) и водород-воздушным топливным элементом

**Стадия разработки** УГТ 5 - Апробация компонентов технологии в условиях, приближенных к реальным

**Ключевые слова** водород, гидрид, аккумулятор водорода, водородные энерготехнологии, электрохимический генератор водорода, топливный элемент, водородная энергетика, возобновляемая энергетика, ресурсосбережение, экология

**Наличие результатов интеллектуальной деятельности** Полезная модель «Металлогидридный аккумулятор водорода многократного действия с улучшенным теплообменом». Авторы: Б.П.Тарасов, К.Л.Каган, П.В.Фурсиков, В.Н.Фокин, А.А.Арбузов, А.А. Володин. Патент РФ № 167781, дата приоритета 27.11.2015 (заявка № 2015150931), выдан 10.01.2017.  
Изобретение «Никель-графеновый катализатор гидрирования и способ его получения». Авторы: Арбузов А.А., Можжухин С.А., Володин А.А., Фурсиков П.В., Тарасов Б.П. Патент РФ № 2660232, дата приоритета 15.06.2016 (заявка № 2016123445), выдан 10.07.2018.  
Изобретение «Водород-аккумулирующие материалы и способ их получения». Авторы: Арбузов А.А., Можжухин С.А., Володин А.А., Фурсиков П.В., Тарасов Б.П. Патент РФ № 2675882, дата приоритета 21.12.2016 (заявка № 2016150246), выдан 25.12.2018.  
Ноу-хау «Металлогидридный безосколочный контейнер для аккумулирования водорода многократного действия», приказ по ИПХФ РАН от 3/11-2015 № 24/PCO.  
Ноу-хау «Композитный и безопасный аккумулятор водорода с улучшенным теплообменом в засыпке водород-аккумулирующего материала», приказ по ИПХФ РАН от 19/10-2016 № 5/PCO.

**Краткое описание** В металлогидридных аккумуляторах водорода многократного действия реализована металлогидридная технология хранения водорода, предусматривающая хранение водорода в связанном состоянии с равновесным давлением сорбции и десорбции до 30 атм в диапазоне температур от  $-50^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ . Принцип действия аккумуляторов основан на обратимой реакции гидрирования различных металлов, интерметаллических соединений, сплавов и композиционных материалов. Металлогидридные аккумуляторы являются основным компонентом систем резервного электропитания и аккумулирования энергии, где они интегрированы с электролизным генератором водорода и топливным элементом. В таких системах водород производится электролизом воды при избытке электроэнергии, обратимо



Голосов Евгений  
Витальевич  
Зам. Директора, к.ф.-  
м.н.

Тел. +7(49652)  
2-16-02

[golosov@icp.ac.ru](mailto:golosov@icp.ac.ru)

хранится в виде металлгидридов и преобразуется с помощью топливного элемента в электрическую энергию. На основе металлгидридных аккумуляторов водорода в рамках Государственного контракта «Разработка и создание водородной системы резервного электроснабжения и аккумулирования энергии» (шифр заявки «2014-14-576-0121-031») была разработана водородная система резервного электроснабжения и аккумулирования энергии. В данной системе аккумуляторы заправляются водородом непосредственно от электролизера, а выделяющийся из аккумуляторов водород без дополнительных приспособлений используется для питания топливных элементов, что обеспечивает простоту конструкции и возможность создания гибко масштабируемой модульной системы с естественной воздушной терморегуляцией. Встроенная система управления позволяет обеспечить полную автоматизацию работы водородной системы электропитания и аккумулирования энергии с возможностью удаленного мониторинга ее состояния. В настоящее время работы в данном направлении проводятся в рамках Соглашения с Минобрнауки «Разработка экологически чистой и ресурсосберегающей технологии аккумулирования электроэнергии с использованием водорода в качестве энергоносителя» (шифр заявки «2018-14-000-0001-523»)

#### **Преимущество и назначение**

Достоинствами металлгидридных материалов являются высокое объемное содержание водорода, широкий интервал рабочих давлений и температур, постоянство давления при гидрировании и дегидрировании, регулируемость давления и скорости выделения водорода. Металлгидридные аккумуляторы водорода просты по конструкции, надежны и безопасны при эксплуатации, имеют низкую вероятность утечек водорода из-за невысокого давления, выделяют высокочистый водород, бесшумны, компактны. Относительно низкое давление позволяет потребителям не получать дополнительных разрешительных документов на эксплуатацию водородных систем и не оформлять соответствующую категорию безопасности. Аккумуляторы могут заправиться водородом непосредственно от электролизера, а выделяющийся водород без дополнительных приспособлений может использоваться для питания топливных элементов.

Системы резервного электроснабжения и аккумулирования энергии обеспечивают длительное питание оборудования за счет водородного аккумулирования энергии путем генерирования водорода электролизом воды, аккумулирования водорода в металлгидридах и производства электроэнергии в топливных элементах.

Система резервного электроснабжения способна обеспечить следующие качественные характеристики: надежность (малое количество подвижных деталей и отсутствие разрядки в режиме ожидания), энергосбережение, низкий уровень шумов, устойчивость работы в диапазоне температур от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ , адаптивность (возможность установки на улице и в

помещении), блочно-модульное построение для удовлетворения широкого спектра требований потребителей, масштабируемость мощности и энергоемкости, минимальное ежегодное техническое обслуживание, экономичность в процессе эксплуатации, экологическую безопасность (низкий уровень выбросов с минимальным воздействием на окружающую среду).

Применение водородной системы резервного электроснабжения и аккумулирования энергии позволяет:

- снизить эксплуатационные затраты при обеспечении функционирования систем резервного электропитания;
- уменьшить габаритные размеры хранилища водорода
- снизить суммарные затраты владения системой резервного электроснабжения;
- повысить надежность систем электропитания;
- повысить экологичность систем резервного электропитания из-за наличия в выбросах только водяного пара и отсутствия необходимости переработки вредных и загрязняющих веществ после завершения срока эксплуатации;
- повысить эффективность использования возобновляемых источников энергии с помощью систем аккумулирования энергии.

#### **Области применения**

- электроэнергетика: резервное электропитание вместо дизельных генераторов и электрохимических аккумуляторных батарей,
- телекоммуникация: повышение надежности электропитания оборудования,
- электротехника: бесперебойное питание ключевых узлов корпоративной сети и критичных объектов,
- возобновляемая энергетика: повышение эффективности использования солнечных и ветровых электрогенераторов,
- промышленная энергетика: для сглаживания неравномерного графика выработки и потребления энергии, для выравнивания суточного графика нагрузки в бытовых и промышленных электросетях

Системы для водородного аккумулирования энергии позволят удовлетворить спрос на системы резервного электроснабжения со стороны ответственных потребителей в отраслях телекоммуникаций и обработки данных, автоматизации и обеспечения безопасности в атомной энергетике, транспортной инфраструктуры, локальных объектов инфраструктуры, а также в распределенных сетях энергоснабжения в случае аварийных ситуаций.

## Система очистки и хранения водорода емкостью 6000 л



### Габаритные размеры:

Ширина – 360 мм  
Глубина – 300 мм  
Высота – 660 мм

### Весовые характеристики:

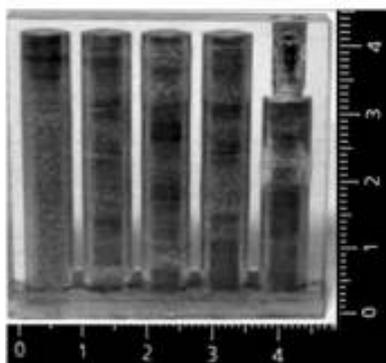
Масса сорбента – 33 кг  
Масса системы – 45 кг



### Технико-эксплуатационные характеристики:

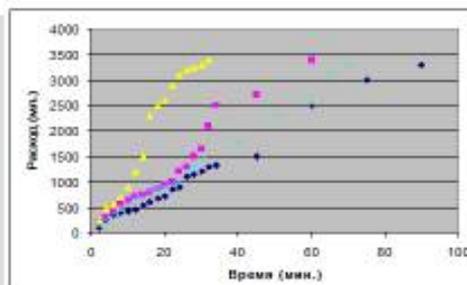
Количество обратимого водорода	6000 л
Чистота водорода	> 99,999 %
Рабочий интервал давлений	0,1–25 МПа
Рабочий интервал температур	0–90°C
Время насыщения (10 МПа, 20°C)	80 мин
Время выделения (0.5 МПа, 20 л/мин):	
при водяном подогреве до 50°C	– 300 мин
при воздушном теплообмене	– 150 мин

## Портативный водородный картридж многократного действия



### Характеристики:

Материал емкости: оргстекло  
Клапан: золотник.  
Размеры: 48x48x11 (мм)  
Масса емкости: 20 г  
Сорбент: LaNi<sub>5</sub>  
Масса сорбента: 25 г  
Количество водорода: 4,0 л  
Насыщение техн. Н<sub>2</sub>: 3-4 атм  
Выделение Н<sub>2</sub>: 1 атм  
Чистота водорода: 99.999%



Выделение Н<sub>2</sub> при 20, 40, 60 и 80°C

## Зарядное устройство для картриджа

### Технико-эксплуатационные характеристики:

Емкость по водороду:	600 л
Насыщение техническим Н <sub>2</sub> при 10 атм:	30 мин
Выделение Н <sub>2</sub> :	3-4 атм
Чистота водорода:	99.999%
Размеры:	39x34x16 (см)
Масса устройства:	5,5 кг
Сорбент:	La(Mm)Ni <sub>5</sub>
Число одновременно заряжаемых картриджей:	3
Количество зарядок:	140



# Аккумуляторы водорода емкостью 300 и 600 л



## Габаритные размеры:

диаметр – 60 мм  
высота – 200 мм

## Весовые характеристики:

масса сплава – 1,7 кг  
масса аккумулятора – 2,6 кг



## Технические характеристики:

Количество водорода – 300 л  
Чистота водорода – 99,999 %  
Интервал давлений – 1–50 атм  
Интервал температур – 0–90°C  
Время насыщения (50 атм и 20°C) – 10 мин  
Время выделения (1 атм и 20°C) – 30 мин

## Габаритные размеры:

Диаметр – 100 мм  
Высота – 240 мм

## Весовые характеристики:

масса сплава – 3,3 кг  
масса аккумулятора – 4,6 кг



## Технические характеристики:

Количество водорода – 600 л  
Чистота водорода – 99,999 %  
Интервал давлений – 1–50 атм  
Интервал температур – 0–90°C  
Время насыщения (50 атм и 20°C) – 30 мин  
Время выделения (5 атм, 5 л/мин) – 60 мин