

Водородные технологии преобразования, накопления, хранения и получения электрической энергии на основе научного и промышленного потенциала Республики Татарстан

Денисов Е.С., Евдокимов Ю.К., Гильмутдинов А.Х., Михайлов С.А.

Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева - КАИ

Цель: Создание экосистемы (инфраструктуры) водородных технологий преобразования, накопления, хранения и получения электрической энергии на основе научного и промышленного потенциала Республики Татарстан в кооперации с ведущими российскими университетами

Актуальность: Основной тренд энергетики XXI века – переход на экологически чистое водородное топливо в автомобильном транспорте, общественном транспорте крупных городов, авиации, возобновляемой зеленой энергетике и промышленности.

Водородные технологии преобразования, накопления, хранения и получения электрической энергии на основе научного и промышленного потенциала Республики Татарстан

Задачи:

1. Локализация разработки и производства компонент и систем для водородных технологий преобразования, накопления, хранения и получения электрической энергии в условиях экономики Республики Татарстан;
2. Организация и создание научно-технического объединения (центра) Республики Татарстан для разработки водородных технологий, компонент и систем на основе республиканских научных и научно-исследовательских организаций в кооперации с ведущими университетами России;
3. Организация и создание технологического и производственного центра (объединения) Республики Татарстан для производства компонент и систем водородной энергетики на основе республиканских производственных предприятий с привлечением российских промышленных партнеров.

Водородные технологии для возобновляемой энергетики и ИХ ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ

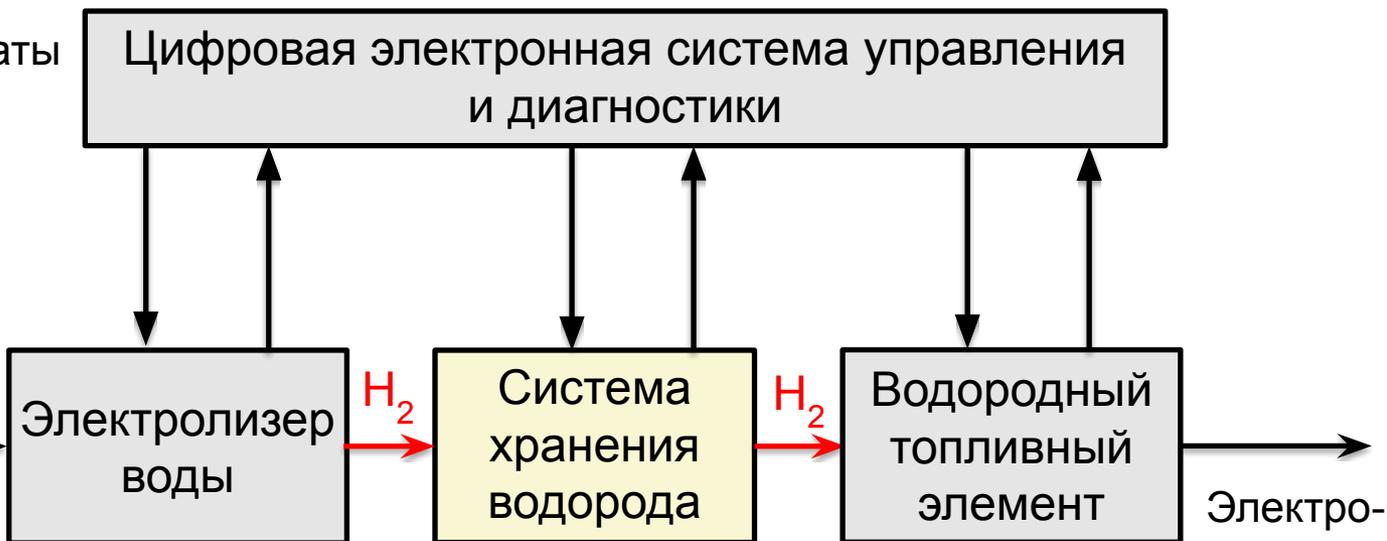
Солнечные
панели



Ветроагрегаты

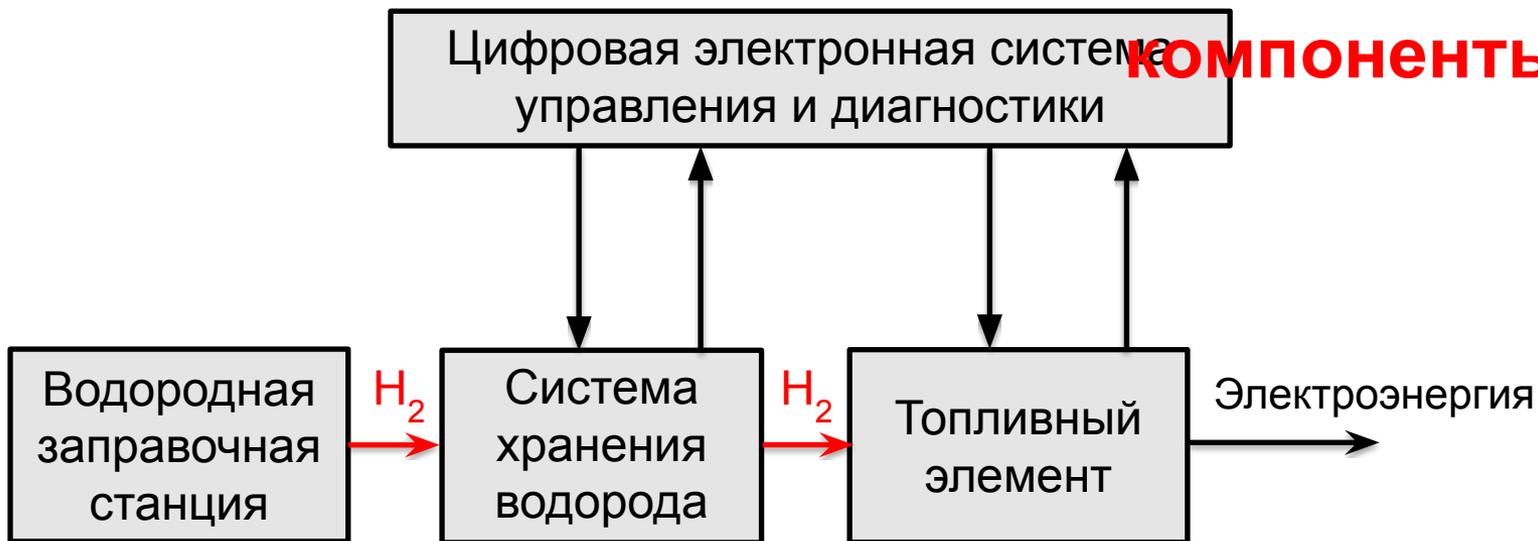


Электроэнергия



*Композитные баллоны
высокого давления (до
800 атм.),
Металлогидридные
системы*

Водородные технологии для транспорта и ИХ ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ



Водородные технологии преобразования, накопления, хранения и получения электрической энергии на основе научного и промышленного потенциала Республики Татарстан

№	Основные компоненты водородных технологий	ВУЗы и НИИ *	Промышленные партнеры
1	Протон проводящие мембраны и мембранно-электродных блоки	КНИТУ, КП(Ф)У, ИОФХ, ИПХФ	Казаньоргсинтез, МЭТТЕМ, РТИ
2	Батареи водородных топливных элементов	КНИТУ-КАИ, КНИТУ, КП(Ф)У, КГЭУ, ИОФХ, ИПХФ	МЭТТЕМ, Предприятия НГХК РТ
3	Системы хранения водорода (композитные баллоны высокого давления, металлгидридные системы)	КП(Ф)У, КНИТУ, КНИТУ-КАИ, ИОФХ, НТЦ предприятий НГХК РТ	Предприятия НГХК РТ, КАИ-Композит
4	Электролизные системы	КНИТУ-КАИ, КП(Ф)У, НИЦ «Курчатовский институт»	Казаньоргсинтез, РТИ, Предприятия НГХК РТ,
5	Системы управления и диагностики компонентов водородной энергетики, силовая электроника	КНИТУ-КАИ, КГЭУ, ФНПЦ «Радиоэлектроника»	Радиоприбор, КЭТЗ, Элекон
6	Системы зеленой энергетики (ветровая и солнечная энергия)	КГЭУ, КНИТУ-КАИ, КП(Ф)У	КВЗ, Хевел
7	Транспортные средства на водородном топливе	КНИТУ-КАИ, КГЭУ, КП(Ф)У, НИЦ «КАМАЗ», ИПХФ	КАМАЗ, ГБУ БДД, МЭТТЕМ

* С привлечением ведущих российских и зарубежных университетов, а также научных организаций в области водородных технологий

Научный и технологический задел КНИТУ-КАИ

в области водородных технологий

1. 27-ми летний опыт исследования и разработки цифровых электронных систем управления и диагностики водородных топливных элементов совместно с научно-исследовательскими лабораториями университетов Пуатье и Бельфора (Франция) в рамках международных научных проектов, взаимодействие с Институтом физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН, НИЦ «Курчатовский институт», МЭИ.
2. Предложены и разработаны аппаратные и алгоритмические основы для флуктуационно-шумовой диагностики водородных топливных элементов в процессе их эксплуатации.
3. Разработка автоматизированного стенда для исследования рабочих режимов водородных топливных элементов с протонообменной мембраной.
4. Научный и технический потенциал КАИ-Композит и КАИ-Лазер для разработки и создания композитных баллонов высокого давления хранения водорода.
5. Научный и технический потенциал КНИТУ-КАИ для разработки воздушного винта ветроагрегатов для зеленой энергетики совместно с АО «КВЗ».

**Исследования, разработка и создание
генератора тепловой и электрической
энергии на основе низкоэнергетических
ядерных реакций**

Количество энергии, выделяющееся при различных способах получения

Способ получения энергии	кВт-ч/кг	Дж/г	В относительных единицах
Сжигание нефти (угля)	11,6	42 кДж/г	1
При делении урана-235	$22,9 \cdot 10^6$	82,4 ГДж/г	1 974 138
При синтезе ядер водорода	$117,5 \cdot 10^6$	423 ГДж/г	9 870 690
Энергия вещества (по формуле $E = mc^2$)	$29 \cdot 10^9$	104,4 ТДж/г	$2,47 \cdot 10^9$

Холодный ядерный синтез

- 23 марта 1989 года — день пресс-конференции **Мартина Флейшмана и Стенли Понса** — принято сегодня считать датой рождения направления исследований холодного ядерного синтеза.
- О возможности реализации холодного ядерного синтеза писали и классики советской ядерной физики — **Игорь Курчатов, Яков Зельдович, Андрей Сахаров, Евгений Забабахин.**

В настоящее время в американском классификаторе патентов и товарных знаков (CPC — Cooperative Patent Classification) в разделе G21 «Реакторы ядерного синтеза» появился новый класс реакторов 3/00 «Низкотемпературные реакторы ядерного синтеза, включая так называемые реакторы холодного синтеза»

CPC COOPERATIVE PATENT CLASSIFICATION

G PHYSICS (NOTES omitted)

NUCLEONICS

G21 NUCLEAR PHYSICS; NUCLEAR ENGINEERING

G21B FUSION REACTORS (uncontrolled reactors [G21J](#))

- 1/00 Thermonuclear fusion reactors**
- 1/01 . Hybrid fission-fusion nuclear reactors
- 1/03 . with inertial plasma confinement
- 1/05 . with magnetic or electric plasma confinement
- 1/052 . . {reversed field configuration}
- 1/055 . . {Stellarators}
- 1/057 . . {Tokamaks}
- 1/11 . Details
- 1/115 . . {Tritium recovery}
- 1/13 . . First wall; Blanket; Divertor
- 1/15 . . Particle injectors for producing thermonuclear fusion reactions, e.g. pellet injectors
- 1/17 . . Vacuum chambers; Vacuum systems
- 1/19 . . Targets for producing thermonuclear fusion reactions, e.g. pellets for irradiation by laser or charged particle beams
- 1/21 . . Electric power supply systems, e.g. for magnet systems, switching devices, storage devices, circuit arrangements {(methods or means for discharging superconducting storage windings [H01F 6/003](#))}
- 1/23 . . Optical systems, e.g. for irradiating targets, for heating plasma or for plasma diagnostics
- 1/25 . Maintenance, e.g. repair or remote inspection
- 3/00 Low temperature nuclear fusion reactors, e.g. alleged cold fusion reactors**
- 3/002 . {Fusion by absorption in a matrix}
- 3/004 . {Catalyzed fusion, e.g. muon-catalyzed fusion}
- 3/006 . {Fusion by impact, e.g. cluster/beam interaction, ion beam collisions, impact on a target}
- 3/008 . {Fusion by pressure waves}

Основная идея всех реакций холодного ядерного синтеза:

- На 1-ом этапе – необходимо как можно близко «подогнать» протон (ядро водорода) к ядру элемента;
- На 2-ом этапе – воздействуя полями различной природы или частицами высокой энергии, добиться слияния протона с ядром элемента;
- После слияния протона с ядром масса ядра элемента возрастает. Изменение массы («дефект массы») Δm соответствует энергии

$$\Delta E = \Delta m c^2$$

Современное состояние по разработке и созданию реакторов на основе низкоэнергетических ядерных реакций (LENR)

1.Тепловые никель-водородные реакторы. Работы Takahashi A., Ивамуры, Мизуно и др. (Япония), Nagel (USA)

Takahashi A., Technoca Inc., Kobe Univ.,
- D+ PdNiZr, Th=300C, 400W/kg
- H+CuNiZr, 140W/kg

Mizuno T., Hydrogen Engineering Company,
- Ni-Pd, COP=5 (250/50W)
COP=10 (3000/300W)

H-N, Waseda, Univ., Japan
Nagel D., Washington Univ., USA
- PdB



Плазменные реакторы

2. Плазменные гетерогенные реакторы. Работы А.И. Климов, J.Rueur), C+OH плазма (S.Stankovic),

Наносекундные высоковольтные импульсы (ns-HV pulses)

Tanzella F., Brillouin Energy Coop., USA

- Ni/ceramic/Cu+ H₂

COP= 1,75- 3

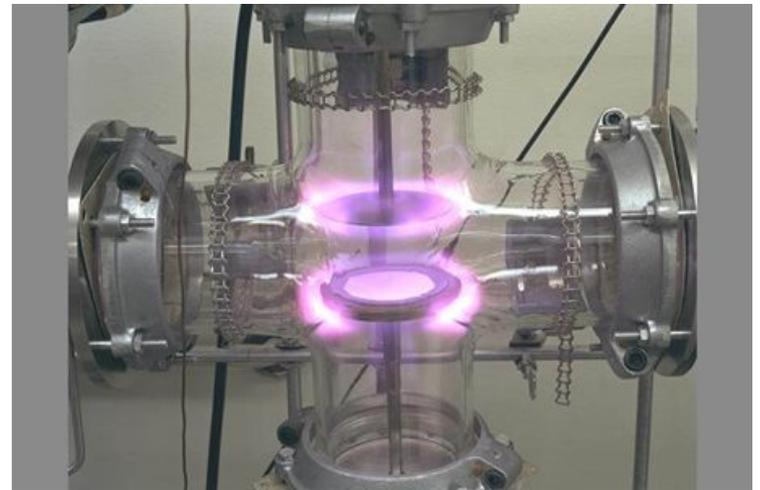
S. Stankovic+K (Swiss)

C-electrode(99,9%)+H₂O

Fe, Cr, Co, Zn

C+OH

Na, K, Al, Si, Ca



Виды воздействий для генерации избыточной энергии

1. Пучки заряженных частиц

Florbes S., MIT, USA, Русецкий А., ФИАН (Россия)

D⁺, p, Ar⁺

2. Терагерцовые радиочастотные воздействия на кристаллическую решетку, многофононные процессы, коррелированные состояния

J. Garai (Hangry), Kyoto Univ., Japan, F. Metzler MIT, USA

3. Воздействие лазерным излучением 405 нм/50 мВт + 594 нм/50 мВт + 1067 нм/импульс D-Pd. Образование ⁴He в момент плазмон-фотонного взаимодействия

4. Управление распадом радиоактивных веществ и трансмутацией элементов в биологических системах

G. Albertini (Italy), Корнилова А.А. (Россия)

Реактор КНИТУ-КАИ на основе никель-водородной системы и гидрида алюминия лития $\text{Ni} + \text{Li}(\text{AlH}_4) + \text{H}_2$

Нанопорошок никеля - 630 мг, насыщенный водородом,
алюмогидрид лития - 60 мг.



Реактор Пархомова А.Г. (ОКЛ КИТ, Москва)

Одно из успешных достижений в 2018 году:

1. Никель-водородный реактор (теплогенератор) проработал непрерывно **7 месяцев (225 суток)**.
2. Топливо – **1,2 грамма нанопорошка никеля, насыщенного водородом**.
3. Мощность тепловыделения сверх затраченной мощности от **200 до 1000 Вт**. Выделено всего **4100 МДж** избыточного тепла, что эквивалентно тепловыделению при сгорании около **100 литров нефти**.
4. КПД (тепловой коэффициент) реактора: **от 1,6 до 3,6**. Уменьшался по мере выгорания топлива в реакторе.
5. Размеры реактора **60x60x350 мм³**

Реакторы и микрореакторы на основе ХЯС для генерации тепла и электричества

- Создания реакторов тепловой и электрической мощности **4-20 кВт** с возможностью модульного наращивания для автономного отопления помещений и производства электроэнергии для автомобилей и других транспортных систем.
- Создания микрореакторов с объемом камеры **1-2 мм³** и малой тепловой и электрической мощности **1-20 Вт**
- С длительностью работы **5-10 лет** для электропитания портативных и автономных электронных устройств, ноутбуков
- КПД микрореактора - **500-600**

Цель и задачи

Цель: Разработка, исследование и создание источника тепловой энергии на основе низкоэнергетических ядерных реакций (LENR) как прорывного направления в современной энергетике

Задачи:

- 1. Развитие инновационных исследований низкоэнергетических ядерных реакций в Республике Татарстан в кооперации с ведущими российскими организациями и специалистами.**
- 2. Организация регионального «Исследовательского центра источников энергии на основе низкоэнергетических ядерных реакций» в Казани с финансированием**

Спасибо за внимание!