



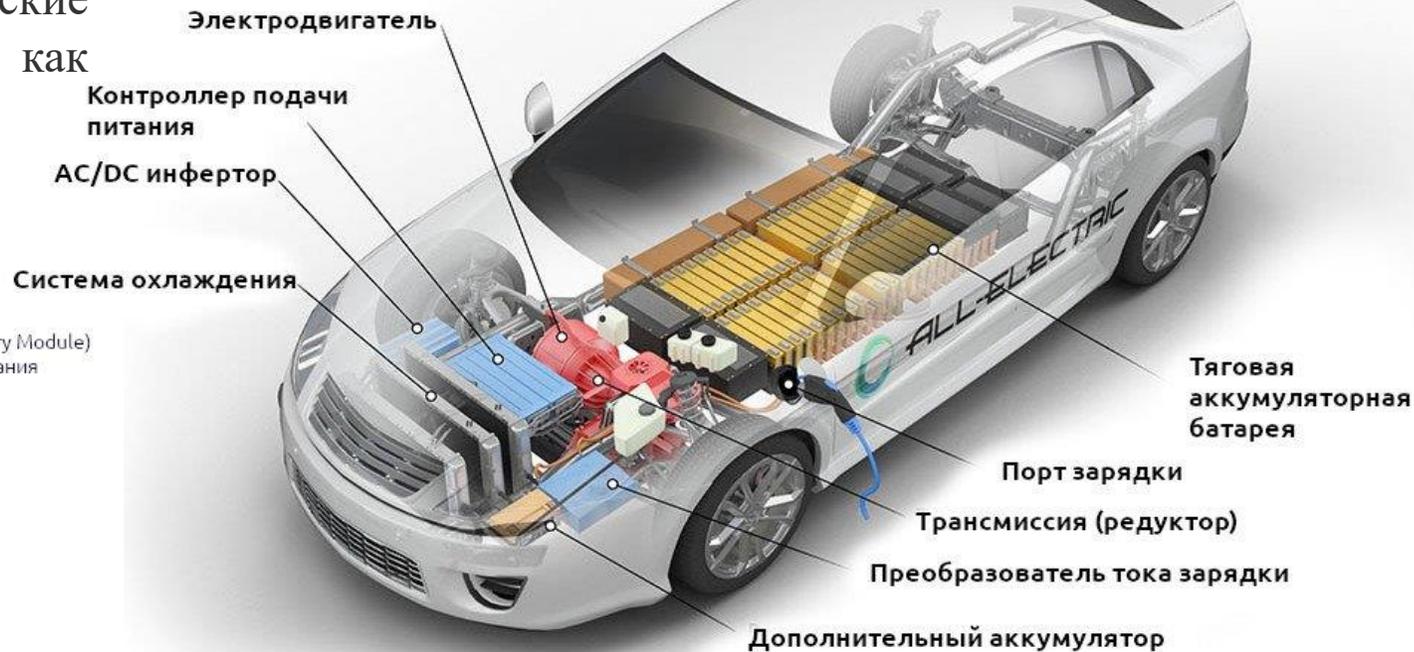
Перспективы использования водорода в качестве топлива в автомобилях

Разакова Регина Иршатовна
Аспирант кафедры «Химия и водородная энергетика» ФГБОУ ВО «КГЭУ»

Транспортное средство на электрической тяге

Применение:

коммерческие электромобили (электрогрузовики, складские машины, такие как погрузчики, штабелеры)



Двигатель электрический, благодаря простоте и почти полному отсутствию трущихся частей, в отличие от ДВС, ресурс его намного превышает ресурс классического бензинового или дизельного двигателя.

Электромобили с аккумуляторной батареей дорого стоят, а подзарядка занимает много времени. Кроме того, несмотря на то, что электромобили могут не генерировать выбросы выхлопных газов, производство, переработка и утилизация аккумуляторов способствуют выбросам CO₂.

Легкость
аккумуляторы компактные, отсутствует множество тяжелых деталей



Нулевые выбросы



Зарядка занимает часы



Высокая эффективность двигателя



Низкая стоимость эксплуатации
— зарядка от электросети



Запас хода
— 330–550 км (в среднем)

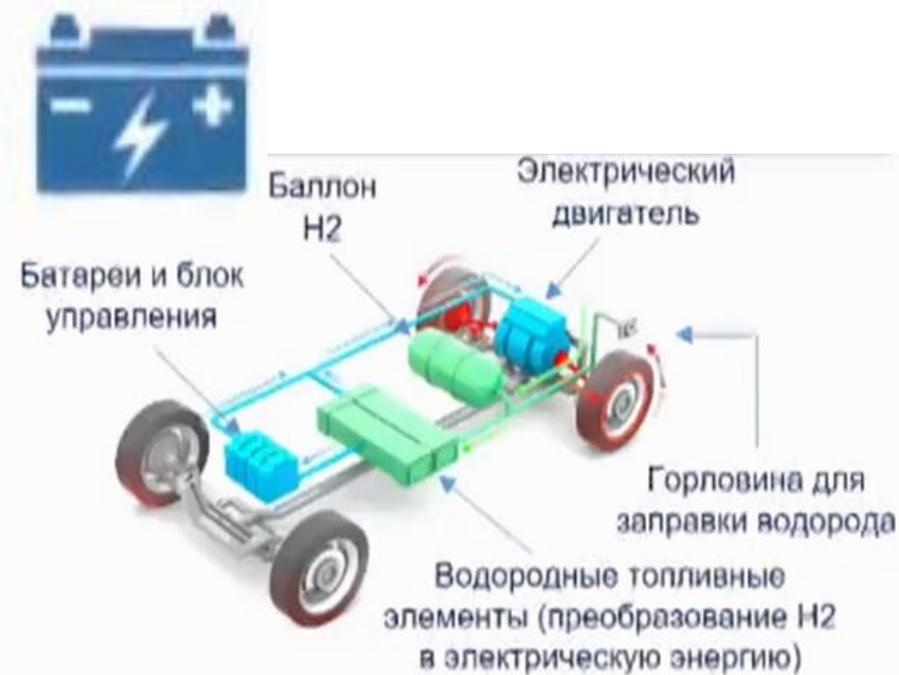
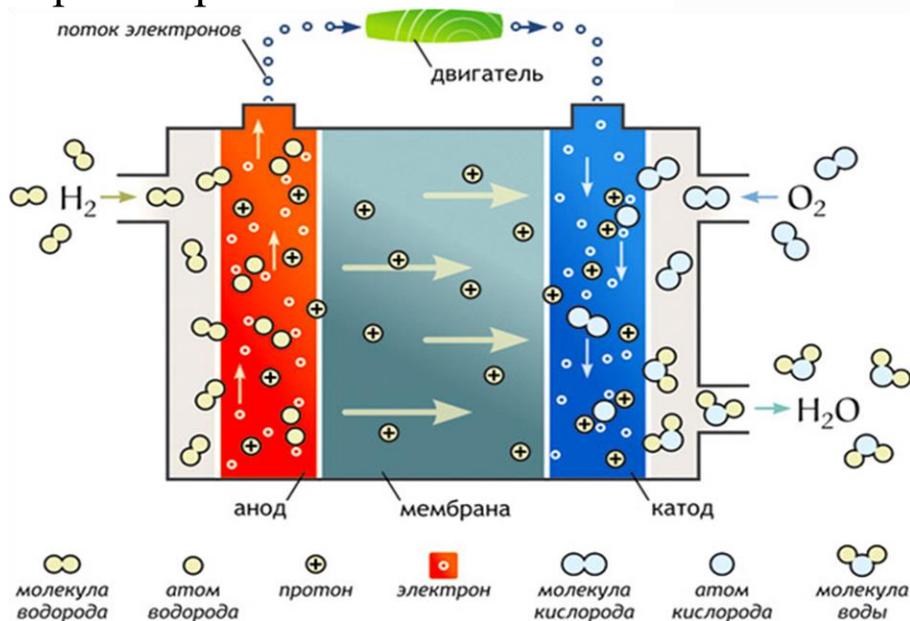


Гибридная установка с бустерными батареями и H2 топливными элементам (FCSEV)

Применение:

- Легкий коммерческий транспорт (грузовики, фургоны и автобусы)
- Городские автобусы

Планируется продвижение через автопарки, которые имеют опыт эксплуатации пассажирского и грузового электротранспорта



Силовая установка на основе ДВС, работающего на водородном топливе (Н-ICE)

Применение:

- Коммерческий транспорт (грузовики и коммерческие автобусы)
- Городские автобусы



В России разработан **водородный двигатель ЯМЗ-535 H₂** для автомобилей полной массой 8 т на базе газового.

Применение водорода в качестве топлива позволяет практически полностью исключить выбросы вредных веществ



ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

- Рабочий объем – 5,1 л
- Мощность – 170...190 л.с.
- Крутящий момент – 730...780 Нм

ПРЕИМУЩЕСТВА ДЛЯ КОММЕРЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА ПО СРАВНЕНИЮ С СИЛОВОЙ УСТАНОВКОЙ НА ВОДОРОДНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ:

- Увеличенный запас хода
- Приспособленность к сложным условиям эксплуатации
- Повышенный ресурс
- Более доступная цена

Решение экологической проблемы

Для транспортной индустрии главной задачей является сокращение выбросов парниковых газов, что играет важную роль в решении проблем экологического кризиса.

Электрический и водородный транспорт не выделяют загрязняющих веществ из выхлопных труб во время движения. **Именно поэтому, переход к водородной энергетике в транспортной сфере обусловлен необходимостью решения данной проблемы.**

Сравнительная характеристика загрязняющих атмосферу веществ

Выбросы в атмосферу во время эксплуатации автомобиля, г/100 км	Вид топлива			
	Бензин	ДТ	Природный газ	Сжатый/сжиженный водород
Углекислый газ CO ₂	15677	13841	12935	0
Летучие органические вещества VOC	11,185	5,468	8,625	0
Угарный газ CO	101,284	50,952	101,284	0
Оксиды азота NO _x	6,089	8,078	6,089	0
Твердые частицы _{2,5–10 мкр.}	1,777	1,833	1,777	1,274
Твердые частицы _{менее 2,5 мкр.}	0,92	0,976	0,92	0,454
Оксиды серы SO _x	0,256	0,093	0,058	0



Действующие прототипы водородной техники в РФ

ГАЗель City FCEV



Параметр	Значение
Автономный ход	350 км
Мощность топливных элементов	30 кВт
Емкость тяговых батарей	24 кВт*час
Пиковая мощность двигателя	100 кВт
Тип баллонов для водорода, объем	Тип 3, 153 л
Давление и масса водорода	700 атм., 6 кг
Расположение баллонов и ТЭ	В кузове, подкапотном пространстве

ЛИАЗ 627440 FCEV



Параметр	Значение
Автономный ход	350 км
Мощность топливных элементов	50 кВт
Емкость тяговых батарей	39 кВт*час
Пиковая мощность двигателя	2x125 кВт
Тип баллонов для водорода, объем	Тип 3, 1280 л
Давление и масса водорода	350 атм., 31,2 кг
Расположение баллонов и ТЭ	На крыше

Водоробус КАМАЗ-6290



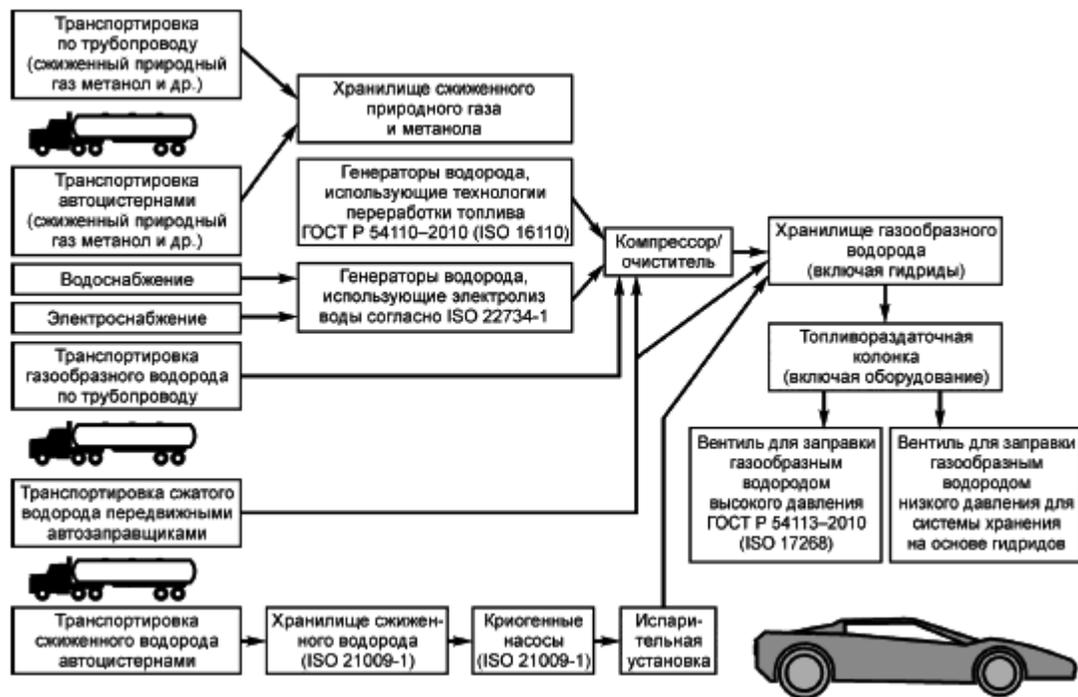
Параметр	Значение
Автономный ход	250 км
Мощность топливных элементов	Не менее 45 кВт
Емкость тяговых батарей	59 кВт*час
Пиковая мощность двигателя	2x125 кВт
Давление и масса водорода	350 атм., 26 кг
Расположение баллонов и ТЭ	На крыше,



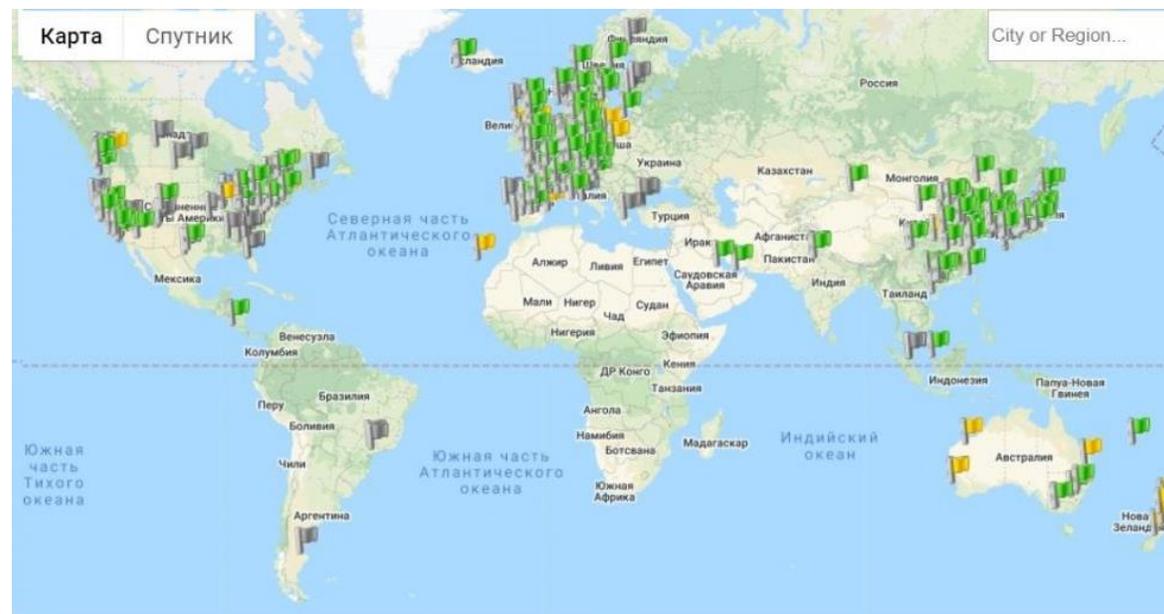
Отсутствие инфраструктуры – фактор останавливающий развитие

Одним из основных факторов, сдерживающим развитие водородного транспорта в России, пока является отсутствие заправочной инфраструктуры.

Водородная инфраструктура требует значительных инвестиций, включая строительство станций для производства, хранения и распределения водорода. Это создает финансовые барьеры для широкого внедрения водородных транспортных систем.



Виды и исполнение ВЗС по способу производства /транспортировки водорода



Работают Планируются Закрытые станции

Расположение водородных заправочные станции в мире



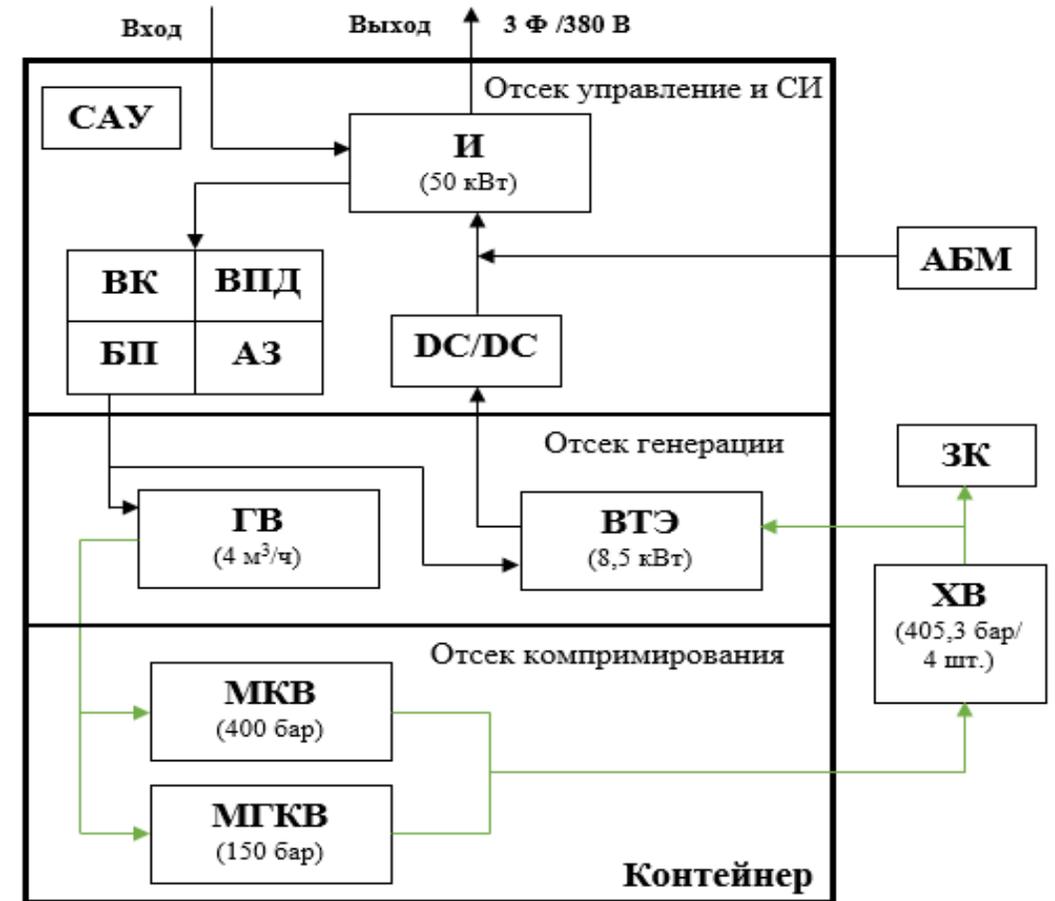
Водородная заправочная станция на базе КГЭУ

Внешний вид ВЗС



Производительность 8 кг H₂ /сут

Блок схема прототипа ВЗС контейнерного типа



САУ – система автоматического управления; И – инверторная подсистема преобразователей; ВК – воздушный компрессор; ВПД – блок водоподготовки; БП – блок питания; АЗ – система продувки азотом; DC/DC – преобразователи; ГВ – генератор водорода на основе электролизеров с твердополимерной мембраной МФ-4СК; ВТЭ – электрохимический генератор на основе низкотемпературных водородных топливных элементов с твердополимерным электролитом; МКВ – мембранный компрессор водорода; МГКВ – металлгидридный компрессор водорода; АБМ – аккумуляторная батарея; ХВ – хранилище водорода; ЗК – заправочная колонка.

Характеристики оборудования ВЗС

Компоненты ВЗС, производитель	Назначение, технические характеристики
Генератор водорода HyClever Pro-4 АО СКТБЭ, г. Москва	Устройство электролиза воды для производства водорода; производительность по водороду 4 нм ³ /ч; давление – 10 бар; максимальная потребляемая мощность на - 6,5 кВт·ч/Нм ³ ; масса генератора - 800 кг
Мембранный компрессор Ковинт КСВД-М 1-5/5-400-Н2 ООО «АРКОМ», г. Санкт- Петербург	Оборудование для повышения давления водорода до необходимого уровня для хранения или заправки транспортных средств; Q=5 нм ³ /ч; давление (вх)= 5 бар; давление (вых) =400 бар; P= 3кВт; масса -500 кг Давление на всасывании рабочее 0,4–0,6 МПа изб.; Давление на нагнетании рабочее 40 МПа изб.; Производительность компрессора при расчетном давлении на всасывании 5 Нм ³ /ч; Тип привода ременной
Хранилище водорода Актион газ. Производство, г.Энгельс	Резервуары для безопасного хранения водорода под давлением; Рабочая среда водород; Максимальное давление 40 Мпа; Объем одного композитного баллона 80 л; Количество баллонов в хранилище 4 шт; Температура эксплуатации - 40...+60°С
Диспенсер Германия	Выходное давление 350 атм.
Инверторная подсистема преобразователей	Входной коэффициент мощности 0.99, Число фаз (вход) 3; Входное напряжение 380-400-415 В~ три фазы с нейтралью; Диапазон входного напряжения 180 - 264В~ Входная частота 50 – 60, Искажение входного тока < 3 % Выходные параметры Число фаз (выход) 3, Выходное напряжение ~380-400-415 КПД до 99 %
Контейнерное исполнение	Датчики водорода, кислорода, температуры, противопожарная сигнализация, кондиционирование





Спасибо за внимание!

Разакова Регина Иршатовна
аспирант кафедры «Химия и водородная энергетика» ФГБОУ ВО «КГЭУ»