

13.01.2018: ВОДОРОД ДЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ

Одним из актуальных направлений развития транспорта в настоящее время является водород. Он может применяться собственно в качестве горючего в двигателях внутреннего сгорания (H_2 ICE vehicles - hydrogen internal combustion engine), в качестве носителя энергии, например, в гибридных схемах для водородных топливных элементов - H_2 ТЭ (FCV's – fuel cell vehicles) или в качестве добавки к другим видам моторного топлива, например, к природному газу (метано-водородные смеси - Hythane[®]).

Водород – наиболее насыщенный энергией вид топлива. Этим, вероятно, и объясняется растущий интерес к нему.

Энергетическая плотность	кВт ч/кг	кВт ч/л
Водород, газообразный GH_2 (@ 300 атм)	33,0	0,7
Водород, сжиженный LH_2 (@ -250°C)	33,0	2,4
КПГ (@ 300 атм)	14,0	3,4
СПГ (-160°C)	14,0	5,8
Бензин	13,0	8,7
Дизельное топливо	11,9	6,4
СУГ	11,5	7,0
CH_3OH - метанол	5,6	4,4

Когда наступит эра водородной энергетики и наступит ли вообще – вопрос открытый. А пока продолжается поиск.

ИНФРАСТРУКТУРА

Информация о локальных водородных проектах поступает из различных частей света всё чаще. А вот с достоверной статистикой дело пока обстоит плохо. По информации российского Некоммерческого партнерства «Национальная ассоциация водородной энергетики» (НАВЭ), дальше всех по водородному пути продвинулись японцы. У них в стране уже работают 90 заправок. В США на середину 2017 года, по американским данным, таких заправок было всего 22, девятнадцать из которых в Калифорнии. В Германии, сообщают немецкие источники, сейчас работают 42 заправки и еще 37 находятся в различной стадии строительства.



К 2020 году в Скандинавии планируют иметь 150 станций, в Германии – 120, в Великобритании – 65, в Нидерландах – 50 во Франции – 23.

В России, по данным «НАВЭ», пока нет ни одной водородной заправки и ни одного водородного автомобиля.

Германия, как одна из ведущих автомобильных держав Европы, имеет достаточно амбициозные планы в области водородной мобильности. Так, на первом этапе (2018/2019 годы) предполагается построить 100 заправок. Эта цифра не привязана к фактическому парку машин на этом виде топлива, а является инфраструктурной целью, достижение которой является

центральным условием для развития локальных проектов, а потом региональных рынков в основных территориально-экономических агломерациях страны. Они поэтапно будут связаны транспортными коридорами, что к 2023 году, по мнению экспертов международной ассоциации H2 Mobility (основные участники: Air Liquide, Daimler, Linde, OMV, Shell Deutschland и TOTAL), приведет к формированию в Германии национального рынка, включающего 400 водородных заправок.

Развитие водородной мобильности в Германии поддержано на федеральном уровне. В рамках Национальной инновационной программы (National Innovation Programme - NIP) на 2016 – 2026 Министерство транспорта и цифровой инфраструктуры Германии выделило только на первый этап (до 2019 года) 250 миллионов евро. Финансирование в объеме 25 миллионов евро в год также осуществляется по линии Министерства экономики и энергетики.

Над развитием заправочной сети H₂ работают не только в Германии: собственные проекты реализуют Франция, Великобритания, Нидерланды, Дания, Швеция, Норвегия. В водородный клуб стремятся Эстония и Латвия.

Водородные программы поддержаны и на наднациональном уровне. В 2014 году Еврокомиссия, например, приняла решение о со-финансировании проекта по развитию инфраструктуры водородных АЗС. В частности было решено выделить из бюджета ЕС до конца 2018 года €14,503,000



**Водородная заправка производства
компании Nel ASA**

*площадь – 10 м²; аккумуляторы H₂:
200 кг для легковых или 500 кг для
грузовых а/м; производительность
компрессора – тах 35 кгч при P=700
атм; питание 200А 3х400V N 50Hz TN-S.*

автобус тратит 3 кг водорода в час, что эквивалентно стоимости пробега в 1,3 € на километр пробега. При работе автобуса на дизельном топливе затраты на энергию составляют 0,5 €/км.

Троллейбусы смогут пройти на одной заправке на участках маршрута без контактной сети около 200 км. У традиционного троллейбуса цена пробега по электроэнергии составляет 0,22 €/км.

Есть планы опробовать также и легковые автомобили. Время их заправки составит 3 – 5 минут, а пробег - до 600 км.

К настоящему времени разработана и производится вся цепочка водородной заправочной техники. В зависимости от химико-физических свойств, технико-экономических показателей и, главное, потребностей покупателя рынок предлагает различное оборудование практически таких же типов, что и для природного газа.

Водород заправляют в компримированном (при давлении в сосуде 350 или 700 атм) и сжиженном (от минус 259 °С до минус 253 °С) состоянии. При

(50% стоимости проекта) на строительство трех заправок H₂ в Эстонии (Пярну), Латвии (Рига) и Нидерландах.

Возможно, первоначальные планы несколько изменились. В декабре 2017 года прошло сообщение, что норвежская группа of Nel ASA получила контракт стоимостью 7,71 млн. евро на строительство трех новых заправок: одной в Пярну, Эстония и двух в районе Осло, Норвегия.

Также в 2017 году в СМИ прошло сообщение о начале строительства в столице Латвии первой водородной заправки для автобусов и троллейбусов на водородных топливных элементах. Время заправки автобуса составит 7-10 мин, а дальность пробега – около 300 - 400 км. Пока, правда, вызывает сомнение экономическая целесообразность проекта. Было подсчитано, что

сжижении объем природного газа сокращается в 600 раз, а водорода - в 850. Малая объемная плотность водорода объясняет необходимость повышения рабочего давления сосудов с компримированным водородом до 700 атм.

Тип станции и её комплектация также зависят от специфики конкретного проекта. Как и для природного газа, для водорода созданы заправки различных типов: стационарные, мобильные (самоходные или буксируемые) и передвижные (контейнерные, рамные).



АВТОМОБИЛИ НА H₂ТЭ

Технологии электрической и водородной мобильности постоянно совершенствуются. Автомобили на H₂ТЭ становятся более удобными, дешевыми и коммерчески привлекательными. Мощность топливных элементов растет, а их массогабаритные показатели снижаются. Сокращается стоимость топливных элементов за счет резкого уменьшения количества платины, используемой при их производстве. Повышается эффективность основных рабочих режимов: гибрид, топливные элементы, аккумулятор, зарядка. Время полной зарядки АКБ сокращено до 90 минут.

Полимерные материалы позволяют изготавливать сосуды для компримированного водорода сверхвысокого давления (700 атмосфер). Компрессорные технологии позволяют заправить автомобиль за 3-5 минут. Максимальная скорость автомобиля (с учетом ограничений электронной системы управления) доведена до приемлемого значения 160 км * час.

Производство машин, в той или иной форме использующих водород, развивается. Хотя и в ограниченном масштабе, но всё же фирмы Honda, Toyota, Hyundai начали коммерческий серийный выпуск автомобилей на H_2 ТЭ. В настоящее время можно приобрести следующие модели машин: Honda Clarity, Hyundai Tucson, Toyota Mirai.



Honda Clarity

Начало продаж в Японии – март 2016 года. Особенности: блок топливных элементов (меньших чем ранее габаритов, мощностью 173 лс /105 кВт/), система привода двигателей расположена под капотом; в салоне пять пассажирских мест; запас водорода в баллоне- 5 кг; запас хода на одной заправке 750 км (460 миль); цена в Японии для юридических лиц – примерно 57 тыс. евро; в Великобритании – 68 тыс. евро; в США – 50 тыс. евро.

Hyundai Tucson (ix35)

Кроссовер появился в продаже и аренде в 2014 году. Его разрабатывали в течение 14 лет. В США автомобиль более известен под именем Tucson, хотя японская версия ix35 – более новая. На старте проекта предполагалось, что к 2017 году будут проданы 1000 машин этой модели. Этим планам угрожает отсутствие водородной заправочной сети.



Размеры автомобиля: длина- 4410 мм; ширина - 1820 мм; высота - 1655 мм; автономный пробег - 594 км; максимальная скорость – 160 кмч; разгон от 0 до 100 кмч - 12,5 секунды; производительность топливных элементов - 100 kW; аккумуляторные батареи (АКБ) 24 kW – литиево-полимерные; расход водорода – 0,95 кг H_2 /100 км (27,8 км/л); запас водорода – 5,6 кг при давлении 700 атм; состав отработавших газов – водяной пар.

Компания Hyundai получила несколько контрактов на поставку автомобиля для муниципальных предприятий в Швеции и Дании. О приобретении машины задумываются в Южной Корее.

Toyota Mirai



Начало серийного выпуска: декабрь 2014 года. Первоначальная производственная программа: 700 машин, включая 200 для рынка США (по

цене примерно 57,5 тыс. долларов). В Европе целевыми рынками для этого автомобиля на H₂ТЭ считаются Великобритания, Дания, Германия. С 2018 года география продаж Toyota Mirai («Мечта» - яп.) должно расшириться.

Рабочее давление в баллонах типа IV - 700 атм; вместимость - 5 кг; дальность пробега автомобиля на одной заправке водородом – 500 км (312 миль); время заправки водородом – 3-5 минут; разгон от 0 до 100 кмч за 9,0 секунды; производительность топливных элементов – 153 лс; мощность электромотора - 152 лс; аккумуляторы - никель-металл-гидридные.

О растущем интересе к водородному топливу говорит хотя бы тот факт, что в течение последних двух десятилетий работы по внедрения водорода велись на большом количестве машин различного класса у всех мировых производителей на большинстве континентах. Даже неполный список выглядит внушительно: Aston Martin, Audi, BMW, Cadillac, Chevrolets, Chrysler, Daihatsu, Fiat, Ford, Giugiaro Vadho, GM, Honda, Hyundai, Hyundai, Kia, Lexus LF-FC, Mazda, Mercedes-Benz, Mitsubishi, Morgan, Nissan, Niva, Peugeot, Pininfarina, Renault, RIOT, Scania, Suzuki, Tata, Think, Toyota, Toyota, VW. Не смотря на разнообразие перечисленных производителей, общее количество машин на водороде в мире насчитывает пока всего несколько тысяч. Предположительно – не более пяти.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

И всё же, не смотря на государственную поддержку, совершенствование технологий заправки, создание новых моделей автомобилей и развитие инфраструктуры, применение водорода на транспорте находится в самом начале пути.

По мнению специалистов ресурса Hydrogen Mobility Europe, до 2020 года будет продолжаться ознакомительная фаза освоения технологии. Возможно, к 2025 году рынок выйдет на этап устойчивого развития. Для этого в каждой стране Евросоюза должны быть построены минимум по сто точек заправки водородом.

Водород, безусловно, найдет свою нишу на транспорте. Вероятно, прежде всего, в качестве энергоносителя для топливных элементов. Говорить о том, что он станет доминантой в топливном балансе автомобилей в ближайшие годы - слишком оптимистично. Скорее всего, он станет одной из альтернатив нефтяному топливу. Во всяком случае в России.

Для этого глобально нужно решить ещё массу вопросов.

Прежде всего в области нормативно-правовой базы. Кстати, в России на сей раз есть положительное развитие. Российская «Национальная ассоциация водородной энергетики» (НАВЭ) работает на опережение: она

подготовила и обеспечила принятие ряда нормативных документов, включая стандарты на заправку и водородные сосуды.

Предстоит серьезная борьба за снижение цен на оборудование, услуги и сам водород. Возникает вопрос: смогут ли водород, электричество и биометан превратиться из научных и политических видов топлива в коммерческие, как природный газ и СУГ? Т.е. стать привлекательными альтернативами нефтяным видам топлива без государственной финансовой поддержки?

Заключительное соображение. Безопасность при работе с открытым в 1766 году английским ученым Генри Кавендишем веществом – водородом – продолжает оставаться вопросом № 1, что бы избавиться от комплекса дирижабля "Гинденбург"

Е.Н. Пронин

Sources:

<http://www.alfar.ru/smart/1/937/>

<http://www.antonio-merloni.ru/>

<http://www.baltic-course.com>,

<http://www.bloomberg.com/>,

<http://www.businesswire.com/>,

<http://www.cleanenergypartnership.de/>,

<http://www.ec.europa.eu/>,

<http://www.fuelcell.no/>,

<http://www.h2.live/>,

<http://www.h2logic.com/>

<http://www.h2me.eu/>,

<http://www.h2-mobility.de/>,

<http://www.hydrogencarsnow.com/>,

<http://www.nelhydrogen.com/>,

<http://www.ngvjournal.com/>,

<http://www.now-gmbh.de/>,

<http://www.radio.mediametrics.ru/kiber-teh/544>. А.Ю. Раменский. Водородная экономика:

вопросы технического регулирования, Радио «Медиаметрикс»

<http://www.rigassatiksme.lv90/>.