

УДК 621.43.004.18

ДВИГАТЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ, РАБОТАЮЩИЙ НА ВОДОРОДЕ

Холод И.М., ассистент,

Холод А.П., ассистент

Таврический государственный агротехнологический университет

Тел. (0619) 42-04-42

Аннотация – в статье рассматривается возможность использования альтернативного топлива – водорода в двигателях внутреннего сгорания. Анализируются возможные ресурсы получения водорода, его основные свойства, а также способы подготовки и использование в ДВС, показатели двигателей при работе на этом топливе.

Ключевые слова – водовод, «гремучий газ», гидриды, кристаллическая решетка, метанол, синтезгаз, мембрана, электроны, эксперименты.

Перспективы в автомобилестроении. Топливный кризис 70-х годов заставил многие автомобильные компании по-новому взглянуть на альтернативные виды горючего. Тогда-то и был отмечен первый всплеск интереса к водороду. Однако вскоре кризис пошел на убыль, нефтепроводы заработали на полную мощность, а водородные проблемы были, на первый взгляд, отодвинуты в дальние углы академических лабораторий. Однако прошло двадцать лет, и теперь эти исследования, похоже, обрели второе дыхание – они оказались созвучны современным "экологическим" настроениям. Действительно: сжигаем водород – получаем воду. Как ни взгляни – вполне нейтральный и безвредный продукт.

Как всегда, в новом и перспективном деле множество вариантов. Самое простое – вместо бензобака разместить на автомобиле баллоны со сжатым водородом. Подходящая аппаратура уже существует – ведь в мире немало автомобилей работает на сжатом газе. Правда, природном, но приспособить эти устройства относительно легко. Такой путь, хотя и кажется простым, все-таки маловероятен. Трудно представить водителя, который добровольно согласится возить емкости со сжатым до 200 кгс/см² водородом, к тому же способным коварно проникать через мельчайшие неплотности топливной аппаратуры. В чем намного превосходит

природный газ, состоящий из более "тяжелых и неповоротливых" молекул и потому менее склонный к утечкам. А еще каждый, безусловно, припомнит "гремучий газ" – взрывоопасную смесь водорода с кислородом в объемном соотношении 2:1. Не более перспективным выглядит и сжиженный водород. Кому захочется иметь дело с топливом, которое нужно хранить при -253°C ? И на какие технические ухищрения придется идти конструкторам, чтобы поддерживать такой холод длительное время? Итак, этот вариант пока тоже отпадает.

К счастью, есть еще одна возможность – гидриды. Атомы металлов располагаются в определенном порядке, их "построение" называют кристаллической решеткой. Так вот, некоторые металлы и сплавы способны "разместить" между своими атомами и атомы водорода. Такие "сообщества" и называют гидридами. Так размещаются атомы водорода в кристаллической решетке металла (рис. 1.1).

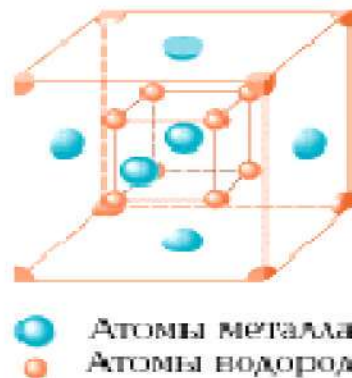


Рисунок 1.1. Кристаллическая решетка гидрида

Не вдаваясь в подробности, заметим, что емкость подобного "хранилища" (при равном объеме устройства) впятеро выше, чем у баллона со сжатым газом, и почти вдвое – чем у Дьюара со сжиженным. Исследователи настойчиво ищут наиболее подходящие сплавы, но уже известно, что наилучшей основой для них является титан. Гидридные накопители штука довольно сложная, и, естественно, они не состоят из цельного куска металла, а больше напоминают губку со множеством каналов – для скорейшего поглощения и выделения водорода. Последнее происходит при нагреве гидридов, а уж источник тепла на автомобиле долго искать не нужно – скажем, для этой цели вполне подойдут горячие выхлопные газы. Еще одна важная черта гидридов – они стократ безопаснее других способов хранения водорода. Правда, для автомобильного транспорта емкость и у них маловата, а вес и сложность устройства, напротив, велики. Резонно задать вопрос:

если хранение вызывает такие трудности, нельзя ли получать водород непосредственно на автомобиле? Оказывается, можно. Самым перспективным считается способ, при котором сырьем служит метанол, или, по старой российской классификации, метиловый спирт. Применяется довольно широко – даже входит в состав большинства автомобильных жидкостей для мытья стекол.

Итак, бак автомобиля, по сути, вполне обычный, наполняют легкой жидкостью с резким спиртовым запахом. Отсюда она попадает в реактор, испаряется и в присутствии катализатора реагирует с водяным паром, выделяя водород и двуокись углерода.

Кстати, можно провести реакцию другим способом, тогда вторым из продуктов окажется не CO_2 , а CO (тот самый, с которым борются экологи); смесь последнего с водородом получила название синтез-газ. Поскольку H_2 и CO горючи, их можно вместе непосредственно сжигать в цилиндрах двигателя внутреннего сгорания (рис.1.2.). Подобные эксперименты проводились во множестве лабораторий.

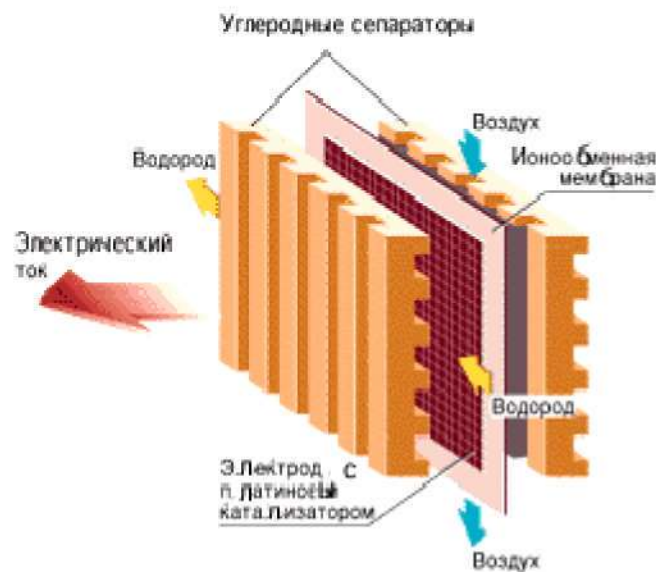


Рисунок 1.2. Структура топливного элемента

Более чем столетняя традиция транспортных средств с моторами внутреннего сгорания практически однозначно решает этот вопрос. Такой путь сулит определенные выгоды – повышается эффективный КПД двигателя, единственным прямым продуктом реакции является водяной пар, и даже оксидов азота (они образуются при высокой температуре из кислорода и азота воздуха) выбрасывается в атмосферу в 4–5 раз меньше, чем при езде на бензине (рис. 1.3.).

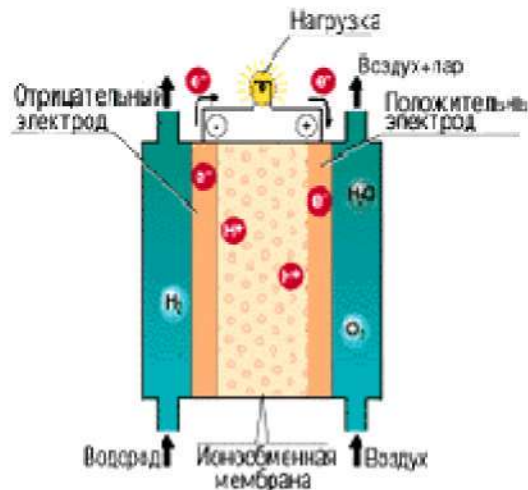


Рисунок 1.3. Схема топливного элемента.

Определенную опасность представляют вспышки "гремучего газа" в коллекторе в момент открытия впускного клапана. Чтобы избежать этого, инженеры в 70-е годы предполагали подавать водород непосредственно в камеру сгорания. На чертежах тех лет нетрудно заметить дополнительный канал в головке блока цилиндров и маленький клапан, управляющий поступлением водорода. Позднее выяснилось, что проблему можно решить по-другому – скажем, впрыскивать в рабочую смесь воду или обеспечить рециркуляцию отработавших газов (тоже, по сути, водяного пара). К преимуществам водорода как моторного топлива следует отнести его высокую детонационную стойкость, что позволяет заметно увеличить степень сжатия и давление наддува. Эти меры поднимут эффективную мощность двигателя (при "бензиновых" степенях сжатия из-за меньшего коэффициента наполнения мощность двигателя на водороде оказывается меньше) (рис. 1.4.) Проводились эксперименты и по использованию водорода в дизеле.

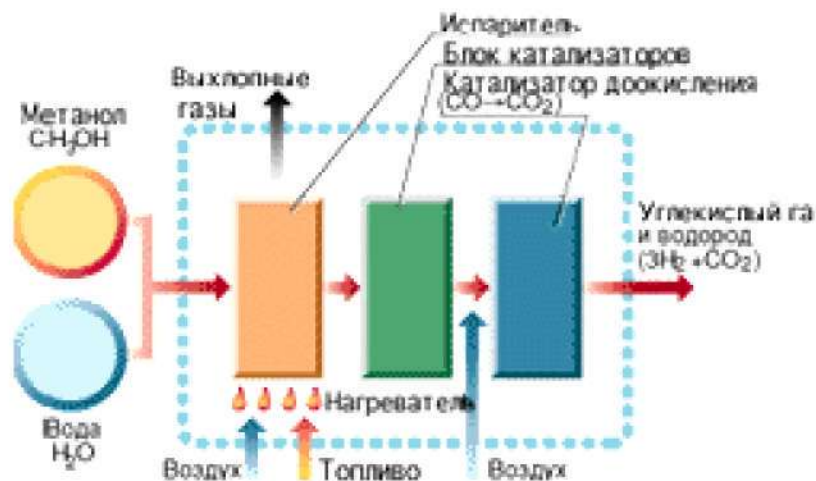


Рисунок 1.4. Схема реактора

Правда, в газодизельном цикле небольшая порция жидкого топлива подавалась в цилиндр, чтобы инициировать начало горения. Дизелю водород тоже пошел бы на пользу – с ним выбросы сажи и твердых частиц сводятся почти к нулю.

На первый взгляд, добавить к тому, что сказано, вроде бы нечего, если не погружаться в рассуждения о том, что лучше сжигать: чистый водород, синтез-газ или их всевозможные смеси с бензином, метанолом, соляркой... Но, оказывается, не все специалисты мыслят столь прямолинейно. Некоторые, раз ступив на путь исследований в области химии водорода, уже и слышать, не хотят о двигателях внутреннего сгорания. И вот, благодаря усилиям конструкторов на сцене появляется новое удивительное устройство, позволяющее при реакции водорода с кислородом получить электрическую энергию непосредственно.

Многие, вероятно, помнят школьные опыты по электролизу: в воду опускают два электрода, подводят определенное напряжение, и на одном из них начинает выделяться водород, а на другом – кислород. Здесь же все происходит с точностью до наоборот. Водород в чем-то сродни металлам, и его атом легко теряет свой единственный электрон. В устройстве, получившем название водородный топливный элемент, реакция водорода с кислородом происходит в несколько стадий. Сперва водород вынужден пройти через ионообменную мембрану, которая свободно пропускает лишь протоны – лишенные электрона атомы водорода (H^+), а вовсе не его молекулы H_2 . Электроны при этом остаются на отрицательном электроде (он же – платиновый катализатор). Пройдя через мембрану, водород вновь получает свой электрон – в момент реакции с кислородом воздуха, на положительном (и тоже платиновом) электроде. Электроны же вынуждены идти "круглым путем", через электрическую цепь, производя при этом полезную работу.

Ну вот, осталось подключить электродвигатель, блок управления и... батарею аккумуляторов. Последняя, естественно, меньше, чем в электромобилях, и служит для приведения всего устройства в рабочее состояние, а также сглаживает пиковые нагрузки на топливный элемент и сохраняет энергию при торможении. Опытные экземпляры транспортных средств с такой чудовищной по сложности силовой установкой уже бегают по полигонам многих зарубежных автомобильных концернов.

Первые автомобили с водородным двигателем. Автомобиль ВАЗ 2131. АВТОВАЗ, будучи крупнейшим отечественным автопроизводителем, не остается в стороне от мировых тенденций. В этом году в Московском международном автосалоне ВАЗ представил

принципиально новую разработку электромобиля на топливных элементах, концепт, затрагивающий не внешнюю сторону, а меняющий саму суть автомобиля в будущем.



Рисунок. 2.1. Автомобиль ВАЗ 2131

На автомобиле находятся баллоны с водородом и кислородом. В специальном электрохимическом генераторе между водородом и кислородом происходит химическая реакция при температуре около 100 градусов, в результате чего производится электричество, а в качестве "выхлопа" образуется вода. Вот основной принцип энергоустановки. Водород, определяющий пробег автомобиля, находится под давлением 290 атмосфер, и машина может пройти 250 километров. Весь этот комплекс установлен на электромобиль, созданный на базе ВАЗ-2131(рис.2.1.) несколько лет назад. Впервые в стране такой генератор был создан для космических целей, в частности для "лунной" программы и для "Бурана". Разработка энергоустановки велась совместно с Уральским электрохимическим комбинатом и Ракетно-космической корпорацией "Энергия" г. Королев. Нужно заметить, что двигатель внутреннего сгорания имеет коэффициент полезного действия около 30 процентов, а новая энергоустановка на топливных элементах - в два раза больше. То есть если перевести на любое условное топливо, то получается, что эта энергоустановка абсолютно экологически чистая и тратит в два раза меньше топлива и не опаснее, чем содержание паров бензина с воздухом. Когда впервые появились автомобили на бензине, тоже боялись, что машины начнут взрываться. Но этого не происходит. Конечно, в дальнейшем будут переходить с кислорода на воздух.

Здесь тоже свои трудности: кислорода в воздухе содержится всего 20 процентов, и чтобы получить такой же эффект как при чистом кислороде, нужно в пять раз больше воздуха. В таком случае потребуется ставить компрессор, который будет закачивать воздух в энергоустановку. Но даже если перейти с кислорода на воздух и оставить один чистый водород на борту автомобиля, возникает другой вопрос. Где взять водород для заправки? По всей видимости, первое

время придется устанавливать прямо на борту такой генератор, который будет вырабатывать водород из бензина (рис. 2.2.).



Рисунок 2.2. Автомобиль на топливных элементах

Выводы. Переход транспорта, промышленности, быта на сжигание водорода – это путь к радикальному решению проблемы охраны воздушного бассейна от загрязнения оксидами углерода, азота, серы, углеводородами. Чтобы накопить ископаемое горючее на нашей планете, нужны миллионы лет, а чтобы в цикле получения и использования водорода из воды получить воду, нужны дни, недели, а иногда часы и минуты.

Но водород как топливо и химическое сырьё обладает и рядом других ценнейших качеств. Универсальность водорода заключается в том, что он может заменить любой вид горючего в самых разных областях энергетики, транспорта, промышленности, в быту. Он заменяет бензин в автомобильных двигателях, керосин в реактивных авиационных двигателях, ацетилен в процессах сварки и резки металлов, природный газ для бытовых и иных целей, метан в топливных элементах, кокс в металлургических процессах (прямое восстановление руд), углеводороды в ряде микробиологических процессов. Водород легко транспортируется по трубам и распределяется по мелким потребителям, его можно получать и хранить в любых количествах. В то же время водород - сырьё для ряда важнейших химических синтезов (аммиака, метанола, гидразина), для получения синтетических углеводородов.

Автопроизводители говорят, что водородные двигатели решают сразу две важнейшие задачи, во-первых, они делают автомобили и их выхлопы безвредными для окружающей среды, а во-вторых, они

снижают зависимость транспортной системы, являющейся ключевой для современного мира, от нефти и ее производных.

Литература

1. *Бондарович А.Н.* Сравнение характеристик отечественных и зарубежных автомобилей / *А.Н. Бондарович* // *Автомобильный транспорт*. -2004. – 58 с.
2. История автомобильного транспорта // Режим доступа: www.auto-book.net
3. *Непомнящий А.Л.* История автомобилей / *А.Л. Непомнящий* // Режим доступа: <http://automan.ru>
4. *Шотт А.В.* Курс лекций по истории автомобильного транспорта /*А.В. Шотт, И.С. Петров.* – Минск: Асар, 2004 – 525 с.

ДВИГУН ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ, ЩО ПРАЦЮЄ НА ВОДНІ

Холод І.М., Холод А.П.

Анотація - у статті розглядається можливість використання альтернативного палива – водню у двигунах внутрішнього згоряння. Аналізуються можливі ресурси отримання водню, його основні якості, а також показання двигунів при роботі на цьому паливі.

THE HYDROGEN-POWERED INTERNAL-COMBUSTION ENGINE

I. Holod, A. Holod

Summary

The hydrogen using possibility in the internal-combustion engines is considered in the article. Resources of hydrogen recovery, its main merit, engines' parameters by this fuel working are analysed.