

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
«Средняя общеобразовательная школа № 1»  
НОУ «Шанс»

## ***Изготовление водородного генератора***

*Выполнили:*

*Герман Александрович Дамер, 11в класс*

*Никита Сергеевич Захаров, 11в класс*

*Алексей Викторович Томишев, 11 в класс*

*Руководитель:*

*Наталья Алексеевна Тихонова, учитель  
химии*

Ленинск-Кузнецкий  
2013

## Содержание

Введение	3
<b>Глава 1. Альтернативный вид топлива - водород</b>	
1.1. Процесс сгорания топлива в ДВС	6
1.2. Электролиз воды	7
<b>Глава 2. Создание ННО-генератора</b>	
2.1. Изготовление электролизера	9
2.2. Принцип работы и назначение устройства	10
2.3. Условия испытаний и методы измерений	10
Заключение	13
Литература	14
Приложения	15

## *Введение*

**Актуальность.** Транспорт стал основным источником загрязнения воздуха в крупных городах. Один автомобиль ежегодно поглощает из атмосферы в среднем более 4 т кислорода, выбрасывая при этом с отработанными газами 800 кг угарного газа, 40 кг оксидов азота и почти 200 кг различных углеродов. Необходимо отметить, что относительно наносимого экологического ущерба автотранспорт лидирует во всех видах негативного воздействия: загрязнение воздуха -95 %, шум - 49,5 %, воздействие на климат - 68 % [3].

Возможность отказа от нефтяного автомобильного топлива обсуждается уже не первый год и даже не первое десятилетие.

Во многих странах интенсифицируются работы по исследованию возможного использования альтернативных моторных топлив – низших спиртов (метанол, биоэтанол, бутанол), природного и попутного нефтяного газов, растительных масел специально выращиваемых сельскохозяйственных культур (биодизель), водорода. В первую очередь эти исследования ведутся с целью замены вида топлива на выпускаемых автомобилях без внесения в двигатель существенных конструктивных изменений. В результате исследований определяется, какую долю традиционного топлива можно заменить и насколько это рентабельно с учетом стоимости дооснащения транспортного средства (в том числе и регистрации этого), изменением схемы его эксплуатации и необходимостью создания соответствующей инфраструктуры (заправки и сервисные центры). Одновременно оценивается и влияние такой замены на состояние окружающей среды – оно как минимум не должно ухудшаться в большей степени, чем при использовании традиционного топлива.

Наиболее перспективным заменителем бензина считается водород, многие ученые называют его «топливом XXI века». Резонно признать за ним первенство в перспективных разработках по полной замене традиционных углеводородных энергоносителей. Однако, судя по темпу этих разработок - это

дело относительно далекого будущего, в том числе и в нашей стране. Таким образом, в ближайшее время речь может идти в лучшем случае лишь о добавках водорода в моторное топливо. Даже в очень малых концентрациях водород, будучи добавлен в топливно-воздушную смесь, способен значительно увеличить КПД двигателя.

**ГИПОТЕЗА:** малая добавка водорода к нефтяному топливу катализирует сгорание топлива – в присутствии водорода топливо сгорает быстрее, полнее, что приводит к повышению КПД двигателя и уменьшает количество вредных выбросов.

**Целью работы** является улучшение характеристик процесса сгорания в бензиновых двигателях за счет изменения свойств топливно-воздушной смеси при добавке водорода.

Достижение поставленной цели обеспечивается решением следующих задач:

1. Проанализировать отечественный и зарубежный опыт по созданию ННО-генераторов.
2. Собрать электролизер.
3. Подобрать электролит для максимальной выработки газа при минимальных токах.
4. Сравнить работу автомобиля с установкой и без установки водородного генератора.

**ОБЪЕКТ исследования** – автомобильное топливо

**ПРЕДМЕТ исследования** - процесс сгорания углеводородных топлив в двигателях с искровым зажиганием при добавке водорода в ТВС.

**Новизна работы и практическая значимость.** В литературных источниках описано использование установки между газогенератором и карбюратором предохранительного водяного клапана (барботера). ННО-газ проходит через барботер и выходит на поверхность, газ скапливается на поверхности воды и затем поступает в двигатель через выпускную трубу,

находящуюся над поверхностью воды. Если в двигателе возникло возгорание, барботер препятствует распространению огня обратно через трубку и возгоранию газа в генераторе. Если генератор сделан с плотно закрытой, а не закручивающейся крышкой, то когда произойдёт возгорание газа и огонь пойдёт обратно в генератор, тогда он только выбьет крышку барборера и пламя остановится. Мы своей работе барботер не использовали. Учитывая, что водород-кислородная смесь – взрывоопасная, мы разделили катод и анод пластиковыми перегородками, что позволяет получать газы отдельно. Газы смешиваются непосредственно только в карбюраторе.

Практическая значимость работы в том, что добавка водорода в топливно-воздушную смесь (ТВС) улучшает качество сгорания топлива в цилиндре двигателя, увеличивает мощность автомобиля, снижает количество вредных выбросов и расход топлива.

## **Глава 1. Альтернативный вид топлива – водород**

### **1.1. Процесс сгорания топливной смеси в ДВС**

Автомобильное топливо — это, как правило, смесь жидких или газообразных углеводородов и других химических веществ. Топливо в двигателе автомобиля смешивается с воздухом различными способами, в зависимости от типа двигателя и вида топлива, после чего, уже как топливо – воздушная смесь, сжигается. Сжигание топлива освобождает его химическую энергию, которая, преобразуясь в тепловую, приводит в действие двигатель внутреннего сгорания (ДВС). Процесс горения углеводородного топлива, по сути, является реакцией топлива с кислородом воздуха в результате которой, в идеальных условиях, должно происходить образование углекислого газа и воды, а так же выделение большого количества теплоты. На практике, из за того, что состав топлива сложен, смешение с воздухом не равномерно, а концентрация кислорода в потоке воздуха не постоянна, сгорание топлива происходит не полностью. Из за этого полного использования химической энергии топлива не происходит, в двигателе накапливается нагар, а в атмосферу выбрасывается копоть, сажа, угарный газ и не сгоревшие остатки топлива. Это происходит особенно активно при нестационарном режиме работы двигателя — на старте и при увеличении оборотов.

Когда сгорает водород, в двигателях внутреннего сгорания происходит образование воды. Но это только для идеальных условий. Так как в воздухе, который сгорает в двигателе, находится значительная доля азота, то во время сгорания происходит образование оксида азота, который в 2 раза превышает этот показатель по сравнению с бензиновым двигателем. И поэтому достичь 100 процентную экологическую составляющую невозможно [4]. Химическая реакция водорода и кислорода выделяет только тепло и воду, что является идеальным вариантом с точки зрения экологии, однако для установок такого рода необходимы электрические элементы, которые собраны в батарею и имеют высокую стоимость и вес.

При добавлении водорода в топливную смесь, достигается экономия бензина на 20-40%, а так же увеличивается мощность, ведь водород осуществляет полное сгорание топливной смеси в двигателе внутреннего сгорания [4].

В практике выделяют три способа применения водорода, в виде транспортного топлива:

1. Перестройка обычных автомобилей, которые ездят на бензине, для дальнейшего применения водорода в качестве топлива.
2. Химическая реакция водорода и кислорода, при которой происходит выработка электричества для силовой установки автомобиля.
3. Добавка водорода уже в топливную смесь бензинового двигателя.

Для этих трех способов есть одна общая проблема - хранение водорода.

## 1.2. Электролиз воды

**Электролиз** - это окислительно-восстановительный процесс, который протекает на электродах при прохождении постоянного электрического тока через растворы или расплавы электролитов.

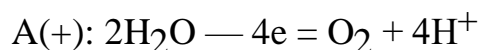
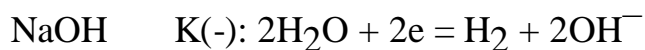
На отрицательно заряженном электроде - *катоде* происходит **электрохимическое восстановление** частиц (атомов, молекул, катионов), а на положительно заряженном электроде - *аноде* идет **электрохимическое окисление** частиц (атомов, молекул, анионов).

Способ получения водорода электролизом воды был предложен очень давно (У.Николсон и Э.Карлайль, 1800 год). Также достаточно давно известны теоретические основы электролиза вообще (М.Фарадей, 1834). Относительно давно был построен первый промышленный водно-щелочной электролизер (норвежская компания Norsk Hydro Electrolysers, 1927 год). Но только с середины 70-х годов прошлого века возникла идея получать водород таким способом на борту автомобиля. Побудительным мотивом к этому послужило резкое и значительное подорожание нефти и продуктов ее переработки.

Вода – плохой проводник электрического тока, т.е. обладает высоким электрическим сопротивлением. Поэтому электролизеры с использованием чистой воды, хотя и встречаются, но достаточно редко. Для повышения проводимости (увеличения КПД процесса) в воду добавляют различные электролиты. Поскольку требуется разложить воду на составные элементы – водород и кислород, то выбор невелик. В качестве электролита по электрохимическим причинам можно выбрать либо неорганическую кислоту с кислородсодержащим анионом, либо щелочь. Кислота оказывается неприемлемой, поскольку при относительно высоких рабочих температурах процесса (80-90°C) и относительно высоком положительном электрическом потенциале трудно подобрать подходящие конструкционные материалы. Поэтому в промышленных электролизерах в качестве электролита используют концентрированный раствор едких щелочей, который легко переносится относительно недорогими нержавеющими сталями.

При электролизе воды на аноде выделяется кислород, на катоде - водород:  
 $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$

При добавке электролита в воду, например гидроксида натрия, возле анода "+" происходит скопление отрицательных ионов  $\text{OH}^-$ , и восстановление кислорода, а возле катода "-" скапливаются ионы щелочного металла. Восстановлению ионов натрия до чистого металла  $\text{Na}$  не происходит, так как металл натрия стоит в ряду напряжений металлов левее водорода.



Электролиз воды эффективнее всего проводить на электродах, изготовленных из особо чистой платины, покрытой для увеличения площади поверхности очень мелким порошком такой же платины («платиновая чернь»).



## Глава 2 Создание ННО-генератора

### 2.1. Изготовление электролизера

Водород-кислородная смесь производится специальной системой, установленной в салоне автомобиля и закрепленной с помощью стяжек (Приложение 3 А). Принцип ее работы – электролиз воды, то есть расщепление воды на водород и кислород под действием электрического тока.

Изготовленный нами электролизер представляет собой полиэтиленовый контейнер для продуктов с герметично закрывающейся крышкой (Приложение 1Г). Через крышку вверх по трубкам выводятся газы и электроды. Крышка легко снимается, для пополнения водой. Электроды изготовлены из нержавеющей стали, которая не взаимодействует с водой, щелочью, кислородом и водородом (Приложение 1А, 1Б, 1В). Так как смесь водорода и кислорода - взрывоопасна, катод и анод разделены пластиковыми перегородками, что позволяет получать газы отдельно. Газы смешиваются непосредственно только в карбюраторе.

Электролизер присоединен к бортовой сети автомобиля через прикуриватель (Приложение 3Б). Водород и кислород производятся, только когда двигатель запущен. При отключении зажигания электролизер обесточивается.

Чтобы электролиз шел при достаточно низком напряжении, в составе электролита должны быть сильно диссоциированные соединения. Мы использовали щелочной электролит. Для этого наполнив электролизер дистиллированной водой, постепенно в небольших количествах добавляем гидроксид калия. Добиваясь максимального выделения газов при минимальной силе тока. Силу тока измеряли с помощью мультиметра, который был включен последовательно в цепь электролизера (Приложение 2). Приблизительное количество гидроксида калия - четыре полные чайные ложки. Вместо гидроксида калия возможно использование пищевой соды.

При использовании водопроводной воды в системе выпадает осадок,

который препятствует электролизу, осаждаясь на электродах, уменьшая площадь соприкосновения электродов с электролитом. Это связано с примесями, которые присутствуют в ней.

## **2.2. Принцип работы и назначение устройства**

**Водородный генератор** - это вид оборудования, который может снизить расхода топлива автомобиля, а также сократить количество вредных выбросов в атмосферу.

Изготовленное нами устройство обогащает воздух, поступающий в двигатель, кислородом и водородом, получаемыми разложением воды. Кислород, количество которого увеличивается по сравнению содержанием кислорода в воздухе, более полно окисляет топливо, что приводит к увеличению количества теплоты, выделяемой в двигателе при сгорании топлива, а значит, увеличению КПД и мощности двигателя. Взаимодействуя между собой остатки кислорода и водорода реагируют с выделением дополнительной теплоты, что так же увеличивает мощность и КПД двигателя. Экономия топлива возможна за счет того, что при более полном сгорании топлива из меньшего его количества возможно получение такого же количества энергии как и из обычно используемого, а значит топливо – воздушную смесь можно обеднять без потерь мощности двигателя.

## **2.3. Условия испытаний и методы измерений.**

Испытания проводились в середине января при температуре окружающей среды от  $-15^{\circ}\text{C}$  до  $-20^{\circ}\text{C}$ . Режим движения – городской (средняя скорость – 40 - 60 км/час) в отсутствие значительных пробок (для испытаний всегда выбирался временной интервал между 10.00 и 14.00) и загородный (средняя скорость 70 – 90 км/час).

В ходе испытания мы пробовали зажечь газ, который выделяется из емкости-реактора. Хлопок был, значит, гремучий газ выделяется.

***Определение расхода топлива.*** Автомобиль заправлялся на одной и той

же заправочной колонке. С заводскими установками (без добавки водорода) расход топлива составил 6,1 л на 100 км пути. Это меньше ориентировочных данных заводского регламента и убедительно свидетельствует о хорошем техническом состоянии транспортного средства.

В ходе испытаний суммарный пробег автомобиля, оборудованного изучаемым устройством, составил около 400 км. За все время испытаний не замечено каких-либо механических дефектов конструкции – нет протечек электролита, устройства внутри корпуса закреплены надежно, корпус защитил узлы от попадания пыли и влаги. Поскольку проблем с самим устройством обнаружено не было, были проведены исследования на предмет возможности экономии топлива и увеличения мощности двигателя с помощью данного устройства.

Расход топлива с установкой составил 5,4 л на 100 км. Таким образом, экономия составила 0,7 л (11,5%).

Сравнивая полученные данные с литературными, в которых говорится об экономии бензина на 20-40%, мы объясняем малую производительность нашей конструкции неправильным подбором электролита.

**Определение мощностных характеристик двигателя.** Аппаратного измерения мощности двигателя не проводилось. Поскольку эксперименты носили весьма предварительный характер, существовала лишь субъективная оценка мощности по динамике разгона.

Сравнивая работу двигателя с установкой и без установки было отмечено, что при введении водород-кислородной смеси наблюдается:

- снижение шума работы двигателя. Звук работы двигателя стал заметно тише – в салоне он прослушивался меньше. При движении накатом по городским улицам поначалу казалось, что мотор просто глохнет. Во время езды по шоссе на относительно высокой скорости (90–100 км/ч) в машине стали более отчетливо слышны шумы, ранее надежно заглушаемые звуком работы силового агрегата.

- увеличение динамики разгона, т.е. автомобиль стал разгоняться умеренно, без рывков. Полученный результат был отчасти прогнозируем – как было установлено ранее, при многочисленных исследованиях работы двигателей на бензиноводородных смесях водород выполняет каталитическую функцию в процессе горения топлив. Вследствие добавок топливо сгорает полнее. Более полное сгорание топлива при отсутствии вмешательства в процессы регулировки работы двигателя дает прибавку его мощности, что и было отмечено по динамике разгона.

- выравнивание работы на холостом ходу с небольшим увеличением частоты (с 700 до 900 об/мин, в отсутствие тахометра - субъективно).

**Определение концентрации угарного газа.** Было замечено отсутствие характерного запаха выхлопа – даже в замкнутом пространстве (гараж); образование капелек воды в выхлопных газах. Уровень СО измеряли на шахтовом газоанализаторе марки СММ-1 на прогретом двигателе. До подключения установки концентрация газа составила 1.5% , с установкой менее 1% (Приложение 5).

## Заключение

В нашей работе представлена технология, которая берет свое начало в 70х годах прошлого века: создание генератора водорода на борту автомобиля. Суть этой технологии заключается в том, что водород-кислородная смесь вырабатывается на борту автомобиля при запуске двигателя и только в необходимом количестве. В системе не происходит накопления газовой смеси. После выключения двигателя, выработка газовой смеси прекращается. В плане безопасности данная технология отличается от использования водорода в баллонах.

Преимущества установки:

1. Сокращение затрат на бензин
2. Увеличение ресурса двигателя
3. Увеличение мощности двигателя
4. Сокращение выбросов СО в выхлопных газах

Двигатель работает мягче, снижается уровень вибраций, и становится более отзывчивым на малых скоростях и низких оборотах. Благодаря топливу из воды в двигателе процесс сгорания происходит равномерно без микровзрывов и топливо сгорает полностью, уменьшается количество выбросов в окружающую среду.

Все обслуживание сводится к своевременной доливке воды. Однако, так как основным «топливом» для генератора является вода, существует незначительная проблема с эксплуатацией системы в зимний период времени при отрицательных температурах. Проблему можно решить приготовлением специального незамерзающего электролита на спиртовой основе.

## Литература

1. Альтернативная энергия человечеству - электролиз воды ua-hho.do.am›index/gidroehlektroliz/0-6
2. Водородный генератор своими руками vodorod-na-avto.com›art\_own\_hands.html
3. Водородное топливо- топливо будущего.  
<http://www.techros.ru/text/2708>
4. [Топливо FederalMarket.ru›sfera/221](http://FederalMarket.ru/sfera/221)

# ПРИЛОЖЕНИЯ

Изготовление электролизера

А.



Б.



В.



Г.





Подбор электролита



Установка электролизера в автомобиле

А.



Б.



Подсоединение электролизера к карбюратору



**Измерение концентрации угарного газа CO**

**А) без установки генератора**



**Б) с установкой**



