

Секция: ФИЗИКА

ЭНЕРГИЯ ВОДОРОДА



Сведения об авторе (авторах):

Галкин Артем Димитриевич,
Лицей №2 Чебоксары, 10 класс

Научный руководитель:

Лаврентьев Анатолий Генрихович,
учитель физики, Лицей №2. Чебоксары

Чебоксары 2017

Аннотация: В работе исследовалась возможность получения водорода из воды и дальнейшее использование водорода в качестве топлива. Разложения воды на водород и кислород производилось с помощью установки «SCIENCE-IN-BOX». В ходе эксперимента мы установили, что коэффициент полезного действия нашей установки по получению водорода составил 73 %. Использование разных видов воды не повлияло на КПД. При нагревании жидкости до 50 °С КПД повысилось до 76%. Коэффициент полезного действия можно увеличить, если в качестве источника использовать солнечные элементы. Энергию от солнца можно накапливать не внутри аккумуляторов, а в виде полученного водорода. Дальнейшее его увеличение ведет только к нагреву жидкости. Коэффициент полезного действия топливного элемента – 43%.

Ключевые слова: энергия, водород, вода, ячейка Майера, электролиз воды.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	стр.4-5
Основная часть.....	стр.6-11
1. Изучение механизма разложения воды на водород и кислород	
2. Сборка установки для разложения воды на водород и кислород	
3. Теоретический расчет выделяемого водорода и кислорода	
4. Расход энергии для получения водорода	
5. Теоретический расчет энергии, выделяемой при сгорании водорода с объемом 20 мл	
6. Исследование возможности использования водорода в качестве топлива	
7. Расчет КПД водородного двигателя	
Заключение.....	стр.12
Список литературы.....	стр.13

Введение.

Начиная с начала XX в. человечество переживает стремительный технический прогресс. Люди изобретают новые средства передвижения, новые средства коммуникации, новую бытовую технику. Сегодня подавляющая часть всего, чем мы пользуемся, работает от электрической энергии. Существует огромное количество способов ее добычи. Из дня в день человечество ломает себе голову, пытаясь создать вечный источник энергии, или хотя бы почти вечный, ведь сейчас это один из самых волнующих мировых вопросов. Природные ресурсы рано или поздно закончатся, значит, следует найти альтернативный способ добычи энергии.

Итак, **актуальность нашего исследования** обусловлена целым рядом факторов:

- запасы водорода на Земле практически неисчерпаемы, так как его легко выделить из обыкновенной воды, хранение и транспортировка этого газа хоть и связаны с определенными сложностями, но осуществимы;

- водородное топливо является экологически чистым топливом, так как снижает вредные выбросы в атмосферу;

- продуктом реакции является образование воды, которую можно снова использовать как источник водорода;

Анализ литературы показал, что работы в данной области энергетики ведутся. Вместе с тем проблема водородного двигателя является еще недостаточно изученной для воплощения в реальную жизнь.

Для меня **новизной исследования** являются первые эксперименты с повышением КПД установки для разложения воды.

Идея работы заключается в исследовании в условиях школьной лаборатории возможности использования водорода как альтернативного источника энергии.

Цель: исследовать возможность получения водорода из воды и дальнейшее использование водорода в качестве топлива.

Задачи:

- изучение механизма разложения воды на водород и кислород;
- сборка установки для разложения воды на водород и кислород;
- поиск способов использования водорода в качестве топлива;
- анализ эффективности используемой установки и поиск путей его усовершенствования.

Для решения задач использовались следующие **методы исследования:** анализ литературы по теме исследования, эксперимент, анализ, сравнение и обобщение экспериментальных данных.

Теоретической основой исследования являются идеи и положения теорий: Стэнли Мейера.

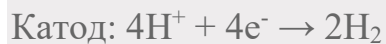
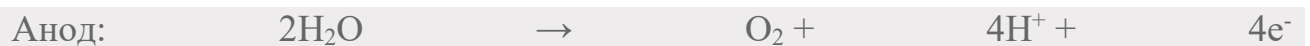
База исследования – физическая лаборатория МБОУ «Лицей №2» г. Чебоксары.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

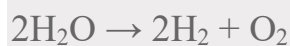
1. Изучение механизма разложения воды на водород и кислород.

Одним из способов получения водорода является разложение воды с помощью электролиза. В наших работах мы хотим использовать произвольную воду.

При электролизе воды, при прохождении через нее постоянного электрического тока, на стороне анода происходит диссоциация воды с образованием молекул кислорода O_2 и выделением положительно заряженных ионов водорода H^+ и имеющих отрицательный заряд электронов e^- . На катоде ионы водорода принимают электроны, образуя газообразный водород H_2 .



В целом, реакцию диссоциации при электролизе воды можно записать следующим образом:

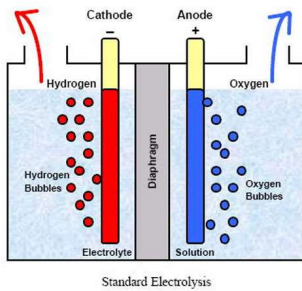


Вышеуказанный электролиз чистой воды без чрезмерных затрат проходит очень медленно или не проходит совсем. Для эффективности в нее добавляют электролит – или растворимый в воде или твердый.

Мы решили остановиться на твердом полимерном мембранном электролите. Электролит представляет собой пластину толщиной 0,25 - 0,5 мм. В таком электролите отсутствуют свободные кислоты или основания; ионная проводимость обеспечивается лишь за счет подвижности гидратированных ионов водорода. Эти ионы движутся через слой электролита, переходят от одной сульфокислотной группы к другой, поэтому концентрация кислоты в электролите остается постоянной. Вода на аноде разлагается с образованием кислорода, ионов водорода и электронов. Ионы водорода диффундируют через твердый полимерный электролит и попадают на катод. Электроны проходят через

внешний контур и достигают водородного электрода, где осуществляется рекомбинация водородных ионов и электронов с образованием молекул водорода.

2. Сборка установки для разложения воды на водород и кислород.



После рассмотрения различных вариантов сборки установки мы остановились на установке, предложенной в комплекте с «SCIENCE-IN-BOX».

Данная установка предлагается Школьной Лигой «Роснано».

Состав установки собран из

ячейки, который представляет: катод, анод и полимерная мембрана. Все это собрано в прозрачном корпусе. Катод и анод выполнены пористыми для свободного выделения водорода и кислорода. Рядом с катодом и анодом есть выводы для сбора газов.



Газы будут собираться в купола, помещенные в воду. Первоначально купол заполняем водой. По мере поступления водорода вода будет вытесняться. Объем каждого купола равен 20 мл. С помощью пипетки Пастера заполнили установку водопроводной водой. Объем воды в установке – 1 мл.

3. Теоретический расчет выделяемого водорода и кислорода.

Расчет массы одной молекулы водорода:

$$m_0 = \frac{2}{6.63 * 10^{23}} = 0.301 * 10^{-23} \text{ гр}$$

$$\text{Количество вещества в 1 моле воды: } \gamma = \frac{m}{\mu} = \frac{1\text{г}}{18\text{г/моль}} = 0,055 \text{ моль}$$

Количество водорода - 0,055 моль.

Количество кислорода – 0,025 моль.

Число молекул водорода: $N = \gamma * N_a = 0,05 * 6,63 * 10^{23} = 3,6 * 10^{22}$

Масса водорода: $m_1 = m_0 * N = 0,111 \text{ гр}$

Масса кислорода: $m_2 = 0,889 \text{ гр}$.

При нормальных условиях следует, что из 1 г воды выделится 1.31 л водорода и 0.60 л кислорода.

Объем нашего купола составляет всего 20 мл. Вывод: весь выделяемый водород не помещается в купол. Эксперимент проводим до полного заполнения водородом купола – до полного вытеснения воды.

4. Расход энергии для получения водорода.

Исследования проводили с водопроводной и дистиллированной водой при температуре 20°C и 60 °C.

Данные эксперимента с водопроводной водой:

Температура воды 60°C				Температура воды 20°C			
интервал времени, сек	Сила тока, А	U, В	A, работа Дж	интервал времени, сек	Сила тока, А	U, В	A, работа Дж
60	0,1	2	12	60	0,16	2,5	24
60	0,1	2	12	120	0,14	2,5	42
60	0,12	2	14.4	60	0,12	2.5	18
300	0,12	2	72	720	0,1	2.5	180
60	0,1	2	12	700	0,05	2.5	87.5
900	0,08	2	144				
Потрачено энергии			266	Потрачено энергии			351.5

Температура воды 60 ⁰ С			
интервал времени, сек	Сила тока,А	U, В	А, работа Дж
120	0,18	2.5	54
120	0,16	2.5	48
120	0,14	2.5	42
180	0,12	2.5	54
360	0,1	2.5	90
Потрачено энергии			288

Данные эксперимента с дистиллированной водой.

Температура воды 20 ⁰ С			
время	Сила тока,А	U, В	А, работа Дж
120	0,16	2.5	48
180	0,14	2,5	63
1200	0,08	2.5	240
Потрачено энергии			351

5. Теоретический расчет энергии, выделяемой при сгорании водорода с объемом 20 мл.

Водород с объемом 20 мл при нормальных условиях будет иметь массу 1,6 мг.

Теоретический выход энергии при полном сгорании водорода.

$$Q = qm$$

$q=120 \cdot 10^6$ Дж/кг – удельная теплота сгорания водорода

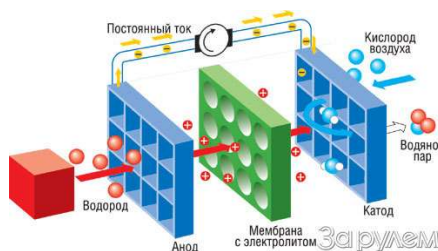
$$Q = 120 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} \cdot 16 \cdot 10^{-7} \text{ кг} = 192 \text{ Дж}$$

Вывод: при получении водорода при температуре 60 потрачено в среднем 252 Дж энергии, а возможная выделяемая энергия –192 Дж. КПД нашей установки при разной температуре и напряжении.

Температура С	Напряжение, В	КПД %
20	2.5	55
60	2	72
60	2.5	67

6. Исследование возможности использования водорода в качестве топлива.

Водород в качестве топлива можно в основном использовать двумя способами: непосредственно сжигая водород в цилиндре двигателя и подавая его в топливные элементы.

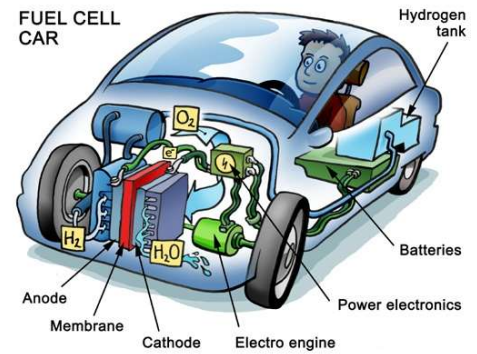


Наше устройство для получения водорода можно использовать как водородный двигатель.

Принцип работы:

1. Молекулы водорода сквозь каналы в пластине поступают на анод, где происходит разложение молекул на отдельные атомы.
2. В результате хемосорбции в присутствии катализатора атомы водорода превращаются в протоны.
3. Положительно заряженные ионы водорода через мембрану диффундируют к катоду, а поток электронов направляется к катоду через внешнюю электрическую цепь, к которой подключена нагрузка.

4. Кислород, подаваемый на катод, в присутствии катализатора вступает в химическую реакцию с ионами водорода из протонообменной мембраны и электронами из внешней электрической цепи. В результате химической реакции образуется вода.



Поток электронов во внешней цепи представляет собой постоянный ток, который используется для совершения работы. Топливный элемент можно подключить к электродвигателю. Размыкание внешней цепи или прекращение движения ионов водорода останавливает химическую реакцию.

7. Расчет КПД водородного двигателя.

Вместо источника тока к разъемам нашего устройства подсоединяем электродвигатель. Измеряем силу тока и напряжение. Рассчитаем потребление энергии электродвигателем.

Время работы, с	Сила тока, А	Напряжение, В	Энергия
150	0,2	1	30
300	0,19	1	28.5
450	0,16	0,9	24
Потребленная энергия			82
КПД установки			43%

Заключение.

В ходе исследования мы пришли к следующим выводам:

- Использование водорода в качестве топлива является экологически выгодным, так как не происходит загрязнение окружающей среды продуктами сгорания.
- Образовавшуюся воду можно снова использовать как топливо.
- Коэффициент полезного действия нашей установки по получению водорода - 73 %. Использование разных видов воды не повлияло на КПД. При нагревании жидкости до 50 °С КПД повысилось до 76%. Коэффициент полезного действия можно увеличить, если в качестве источника использовать солнечные элементы. Энергию от солнца можно накапливать не внутри аккумуляторов, а в виде полученного водорода. Дальнейшее его увеличение ведет только к нагреву жидкости.
- Коэффициент полезного действия топливного элемента – 43%.
- Анализ литературы показал, что КПД водородных двигателей можно увеличить, подавая ток в импульсном режиме с нужной частотой.
- В настоящее время ведущие автомобильные компании ведут разработки по использованию энергии водорода.
- Трудности в настоящее время заключаются в том, что водород взрывоопасен, для хранения водорода требуется жидкость большого объема, а также специальные системы препятствующие улетучиванию H₂ и обеспечивающие защиту от механической деформации.

Библиографический список.

http://polly.phys.msu.ru/~glm/FC_online.pdf

<http://altenergiya.ru/vodorod/vodorod-vmesto->

[benzina.htmlhttp://wiki.zr.ru/Топливные_элементы](http://wiki.zr.ru/Топливные_элементы)

https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=2340