

Городская конференция
учебно-исследовательских работ учащихся
«Свободный выбор»

Государственное учреждение образования
«Средняя школа № 38 г.Гомеля»

Учебно-исследовательская работа
«Водородный генератор»

Выполнили
Богомаз Дмитрий,
Чигвинцев Кирилл,
учащиеся 6 класса

Руководитель
Шейбут Сергей Валентинович,
учитель физики

Гомель, 2014

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1 Исследование способов добычи водорода.....	4
1.1 Химический способ.....	4
1.2 Электролиз воды.....	6
2 Описание установки водородного генератора.....	8
3 Исследование характеристик водородного генератора.....	10
3.1 Зависимость производительности от количества пластин.....	10
3.2 Зависимость производительности от уровня жидкости.....	12
3.3 Исследование пламени водородной горелки.....	13
Заключение.....	15
Список литературы.....	16

Введение

Будем надеяться на это, – сказал журналист. – Ведь без угля останятся машины, а без машин не будет ни пароходов, ни железных дорог, ни заводов, и прогресс человечества остановится.

– Что же будут сжигать вместо угля?

– Воду, – ответил Сайрес Смит.

– Воду!?! – вскричал Пенкроф. – Водой будут топить котлы пароходов и паровозов!?! Водой станут кипятить воду!?!

– Да, но водой, разложенной на свои составные элементы, и разложенной, несомненно, при помощи электричества, которое к тому времени превратится в мощную и легко используемую силу. Ведь все великие открытия, по какому-то непонятному закону, совпадают и дополняют друг друга. Да, друзья мои, я думаю, что воду когда-нибудь будут употреблять как топливо, что водород и кислород, которые входят в ее состав, будут использованы вместе или поодиночке и явятся неисчерпаемым источником света и тепла, значительно более интенсивным, чем уголь. Придет день, когда котлы паровозов, пароходов и тендеры локомотивов будут вместо угля нагружены сжатыми газами, и они станут гореть в топках с огромной энергией. Итак, нам нечего опасаться. Пока на Земле живут люди, они будут обеспечены всем, и им не придется терпеть недостатка в свете, тепле и продуктах животного, растительного или минерального царства. Повторяю, я думаю, что, когда истощатся залежи каменного угля, человечество будет отапливаться и греться водой. Вода – уголь будущего.

Жюль Верн. «Таинственный остров». 1874 г.

Во многих странах мира исследования в области водородной энергетики являются приоритетным направлением развития науки и техники. В Европе на водороде ездят автобусы, действуют водородные заправки, разрабатывают водородные двигатели для автомобилей. Почему водород?

Использование водорода в качестве топлива обусловлено рядом преимуществ, главные из которых: экологическая безопасность водорода, поскольку продуктом его сгорания является вода; энергия, которая выделяется при сгорании водорода, очень высока; практически неограниченные запасы сырья, если в качестве исходного сырья для получения водорода рассматривать воду.

Однако в нашей стране о внедрении водородного топлива никто не говорит. Источники нефти в скором времени истощатся. И человечество уже сейчас ищет замену бензину. Мы тоже решили не остаться в стороне и рассмотреть возможность использования на практике такого привлекательного вида топлива как водород. И воплотить фантазии Жюль Верна в жизнь своими руками.

Цель работы заключалась в том, чтобы исследовать способы добычи водорода в школьной лаборатории, создать действующую модель водородного генератора и исследовать его характеристики.

Задачи, которые мы перед собой поставили, следующие:

1) Добыть водород различными способами и выявить лучший из них.

2) Создать модель водородной горелки.

3) Снять видеоролики, наглядно демонстрирующие способы добычи водорода и его использование на практике.

1 Исследование способов добычи водорода

Цель: получить водород в условиях школьной лаборатории различными способами и выявить наиболее приемлемый для нас способ его получения.

Гипотеза: добыть водород можно при помощи химической реакции из вещества, которое его содержит.

Гипотеза: водород можно добыть из воды.

Способ 1. Химический способ.

Мы изучили несколько способов получения водорода при помощи химической реакции. При выборе мы исходили из наличия доступных реактивов и безопасности. И самый простой способ получить водород для нас стала реакция алюминия, медного купороса и пищевой соли в воде ($Al + CuSO_4 + NaCl + H_2O$).

Для эксперимента нам понадобилось следующее **оборудование:** бутылка пластиковая, трубка от капельницы, медный купорос, пищевая соль, алюминиевая пищевая фольга, емкость с мыльной водой.



Рисунок 1. Оборудование для добычи водорода химическим способом

Ход эксперимента.

В бутылку насыпали равное количество (100 г) медного купороса и пищевой соли.

Затем залили водой и перемешали до полного растворения.

Раствор окрасился в ярко зеленый цвет.

Кусочки алюминиевой фольги мы скомкали и добавили в раствор. Началась реакция.

Мы наблюдали, как образовывались множество пузырьков водорода с поверхности алюминия. При реакции начало выделяться большое количество тепла и наша бутылка сильно нагревалась. Поэтому мы опустили бутылку в емкость с водой для охлаждения. Цвет раствора стал меняться на более темный, а затем и вовсе стал черным.

В пробке бутылки мы проделали трубку от капельницы. Через эту трубку водород поступал в воздушный шарик. Таким способом мы смогли добыть достаточно водорода, чтобы наполнить шарик. Мы проверили подъемную силу шарика с водородом и измерили его объем. При объеме шарика 5,8 л. он смог поднять кроме собственного веса еще и груз массой 3,9 г.



Рисунок 2. Шарик с водородом

Вывод: мы выяснили, что такой способ получения водорода довольно затратный. Для того чтобы надуть один шарик нужно потратить в среднем 25 тыс. руб. (медный купорос дорогой, а реакция с выделением водорода длится не долго). Кроме того мы не могли регулировать скорость выделения водорода в нашей установке.

Способ 2. Электролиз воды.

Подготовительные работы:

Мы подготовили два электрода: один из медной проволоки, скрученной в спираль; другой – из боковой стенки алюминиевой банки от газированного напитка. Алюминиевую пластину мы предварительно зачистили наждачной бумагой, а к медной проволоке прикрепили крокодильчик для более простого подключения. В банке с водой растворили соль.

Ход эксперимента

В банку с подсоленной водой мы опустили два электрода. Подключили к электродам постоянный ток напряжением 12 В. На двух электродах начал образовываться газ. На одном электроде образовывался кислород, а на втором водород. Для того чтобы газы не смешивались, внутренний электрод мы отделили от внешнего при помощи пластикового цилиндра от шприца. Водород собирался внутри шприца и поступал по трубке в стакан с мыльной водой.



Рисунок 3. Установка по добычи водорода электролизом

Наблюдения:

- 1) Чем ближе располагались электроды друг от друга, тем интенсивнее выделялся газ.
- 2) Со временем вода в банке темнела и на поверхности воды образовывалась темно-серая пена.
- 3) Алюминиевый электрод разрушался (становился хрупким, образовывались дырки).
- 4) При повышении напряжения на электродах быстрее выделялся газ.

5) Вода в банке нагревалась.



Рисунок 4. Коррозия алюминиевого электрода после проведения эксперимента

Вывод:

Скорость выделения водорода можно было регулировать (напряжением и дальностью расположения электродов), что дает преимущество перед химическим способом, который мы рассматривали выше. Также плюсы такого способа в отсутствии необходимости закупки дорогостоящих реактивов. Для длительного использования в качестве водородного генератора такая установка не подходит, т.к. очень быстро выходили из строя электроды. Следует заменить алюминиевый и медный электроды на другой металл более устойчивый к коррозии.

2 Создание модели генератора водорода

Цель: создать конструкцию долговечного водородного генератора, способного вырабатывать достаточное количество газа для практического применения.

Задачи:

подобрать устойчивые к коррозии материалы для электродов генератора;
собрать конструкцию, позволяющую создавать большее давление газа;
подобрать жидкость для электролита;
увеличить скорость выделения водорода;
сделать конструкцию безопасной для постоянного использования.

Ход работы:

- 1) Алюминиевый и медный электроды решено заменить на нержавеющую сталь.
- 2) Для повышения давления емкость, в которой выделяется водород, нужно было герметизировать.
- 3) В итоге мы собрали модель водородного генератора (см. рис), которая состоит из:
 - 1) Шести пластин нержавеющей стали;
 - 2) Двух пластин орг. стекла;
 - 3) 7 резиновых колец;
 - 4) крепежных винтов с гайками;
 - 5) трубок для вывода газа и для подачи в генератор электролита;

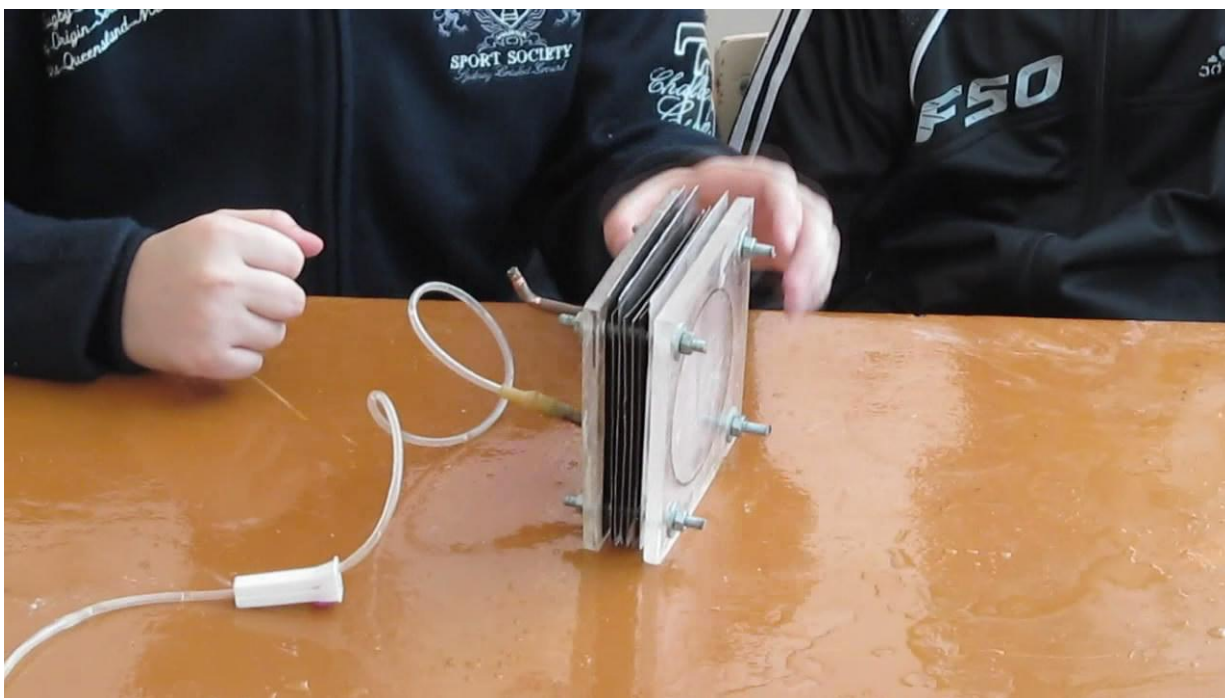
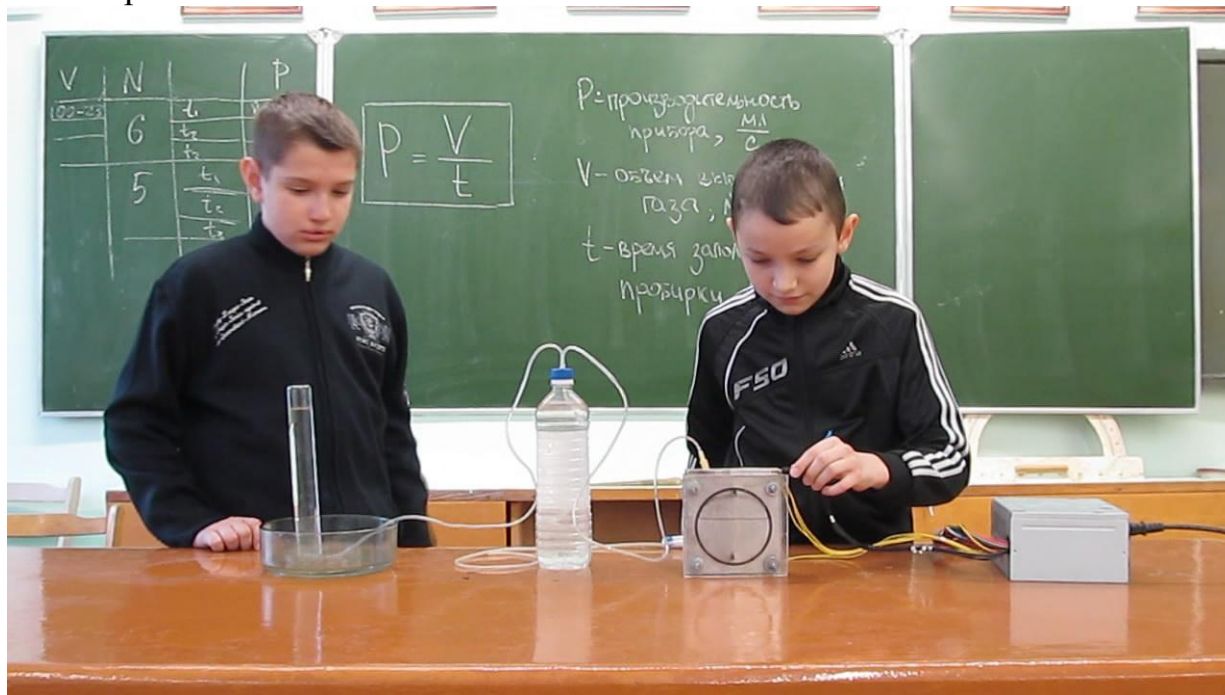


Рисунок5. Устройство нашего электролизера

Как он работает:



Рисунокб. Установка водородного генератора

Мы подключаем электрический ток от блока питания ПК к нашему генератору.

В генераторе вода разлагается на водород и кислород и выходит из трубки. Далее газ поступает в водяной затвор, а оттуда в стакан с водой или в пробирку как показано на рисунке выше.

Водяной затвор мы сделали для безопасности, чтобы пламя горения водорода случайно не прошло назад в наш генератор.

3 Исследование характеристик водородного генератора

3.1 Исследование зависимость производительности от количества пластин.

Цель: проверить опытным путем как зависит производительность генератора от количества металлических пластин, включенных в цепь.

Гипотеза: Чем больше пластин включить в цепь, тем больше газа будет выделяться.

Ход работы.

1. Для замера производительности прибора мы взяли прозрачную миску и мензурку.
2. В мензурку наливали воду и переворачивали ее вверх дном. Снизу в мензурку вводили выходную трубку нашего генератора газа.
3. При включении генератора, газ выделялся внутрь мензурки и вытеснял воду. Таким образом, мы могли вычислить объем выделившегося газа, который был равен объему вытесненной воды.
4. Засекали время, за которое газ вытеснит воду из пробирки.
5. Количество выделившегося газа и время записывали в таблицу.
6. Подавали напряжение на разное количество пластин генератора, делая для каждого случая по три измерения.
7. Вычисляли производительность генератора по формуле:

$$P = \frac{V}{t}$$

P – производительность прибора (или скорость выработки газа), мл/с;
V – объем, выделившегося газа, мл; t – время выработки газа, с.

8. Данные заносили в таблицу.

Наблюдения:

- 1) При количестве пластин N=3 в электролизере выделялось огромное количество пены и сильно нагревались провода и пластины.
- 2) При подаче электричества на две пластины происходило короткое замыкание в цепи, и блок питания автоматически отключался.

Вывод: наша гипотеза оказалась неверной. При уменьшении количества подключенных пластин, газ выделялся все быстрее и быстрее, и пластины нагревались также быстрее. Мы решили использовать для работы нашего генератора подключение на 5 пластин, т.к. при данном подключении выработка газа была достаточной, и не происходило быстрого нагрева прибора. Выделение пены при таком подключении также было мало.

Таблица 1.

Количество пластин	Объем выделившегося газа ННО	Время выработки газа ННО	Производительность (скорость выработки газа)	Среднее значение
N, шт	V, мл	t, с	P, мл/с	<P>, мл/с
6	88	49	1,8	1,73
	76	47	1,62	
	87	49	1,78	
5	76	42	1,81	1,91
	87	45	1,93	
	90	45	2	
4	82	22	3,73	4,01
	85	20	4,25	
	81	20	4,05	
3	84	13	6,46	6,42
	89	14	6,36	
	90	14	6,43	
2	-	-	-	-
	-	-	-	
	-	-	-	

3.2 Исследование зависимости производительности от уровня жидкости

Цель: проверить опытным путем как зависит производительность генератора от уровня заполнения его жидкостью.

Задача: определить оптимальный уровень заполнения жидкостью генератора.

Гипотеза: Чем больше будет жидкости, тем больше газа из нее выделиться.

Ход работы

1. Для замера производительности прибора мы пользовались методом описанным выше.
2. Изменяли уровень жидкости в генераторе. Для каждого уровня делали по три измерения производительности.
3. Данные заносили в таблицу

Таблица 2.

Уровень заполнения электролизера водой от всего объема электролизера	Объем, выделившегося газа ННО V, мл	Время t, с	Количество пластин N, шт	Производительность (скорость выработки газа) P, мл/с	Среднее значение <P>, мл/с
1/4	29	64	5	0,45	0,39
	21	60		0,35	
	22	60		0,37	
1/2	51	60	5	0,85	0,88
	51	60		0,85	
	56	60		0,93	
3/4	70	49	5	1,43	1,50
	84	54		1,56	
	83	55		1,51	
4/5	80	46	5	1,74	1,74
	72	42		1,73	
	78	45		1,75	

Примечание:

1) При полном заполнении ячейки жидкостью, часть ее сразу выливалась. Она вытеснялась образованными пузырьками газа ННО. Таким образом, максимально возможный уровень воды в генераторе, который мы получили опытным путем, составил 4/5 от всей вместимости генератора.

Вывод: чем больше жидкости в электролизере, тем больше производится газа за одно и то же время. Т.о. производительность прибора напрямую зависит от общей площади пластин погруженных в воду. Заполнять генератор следует на 4/5 часть от всего объема, т.к. при таком заполнении (в нашем случае) наблюдается наибольшая производительность генератора.

3.3 Исследование пламени горелки

Цель: Изучить характеристики пламени нашей водородной горелки

Гипотеза: температура пламени горелки получится намного больше температуры пламени спички.

Гипотеза: при помощи данной горелки можно расплавить многие виды металлов.

Задачи:

получить стабильное пламя;

расплавить различные материалы (медь, никром, сталь, стекло);

приблизительно оценить температуру пламени;

придумать практическое применение горелке.

Ход работы

1. При производительности прибора 1,9 мл/сек мы присоединили к трубке, из которой выходил газ, иглу от одноразового медицинского шприца диаметром 0,6 мм.

2. Опустили иглу в стакан с водой и наблюдали пузырьки газа, которые равномерно выходили из отверстия иглы.

3. Подожгли струю газа.

Примечание: При использовании более толстой иглы (диаметром 0,9 мм), давления было недостаточно, чтобы пламя горело снаружи иглы. При поджигании, газ горел внутри иглы, пока она не сгорала.

4. Наблюдали пламя горения водорода.

Наблюдения:

Форма пламени: сильно удлинённая капля, конец пламени размытый (не видно четких внешних границ).

Цвет пламени: внутренний слой – бело-желтый, средний слой – ярко желтый, наружный слой – желто-оранжевый.

Толщина пламени: узкое пламя, соответствующее толщине иглы (самая толстая часть ~1 мм в диаметре).

Длина пламени: ~2 см.

Запах: нет.

Продукты горения: отсутствует дым; отсутствует копоть; при наведении пламени на металлическую пластину, на пластине образуются капельки воды.

Выводы:

1) по цвету пламени (от желтого до почти белого) можно судить о высокой температуре пламени (выше, чем у пламени спички или свечи);

2) в результате сгорания водорода выделяются пары воды, которые не имеют запаха и безвредны;

3) узкое пламя позволит использовать горелку для пайки мелких деталей, для выжигания, в ювелирном деле.

5. Плавление различных материалов.

Таблица 3.

Материал	Температура плавления, °С	Результат воздействия пламени горелки
Нихромовая проволока	1100-1400	плавится
Медная проволока	1083	плавится, иногда заметно зеленое свечение пламени
Стальная игла	1500	плавится, сопровождается ярким белым свечением
Стеклянная трубка	-	размягчается
Деревянная палочка	-	сгорает; даже при удалении на 5-10 см от видимого конца пламени, на древесине появляются следы обугливания; если действовать быстро, можно выжигать слова

Вывод: температура пламени горелки превышает 1500 °С (т.к. сталь расплавилась). Данной температуры горения хватает, чтобы расплавить большинство металлов и стекло. Горелку можно использовать в практических целях как сварочный аппарат, аппарат для пайки, для выжигания, для работы со стеклянными трубками.

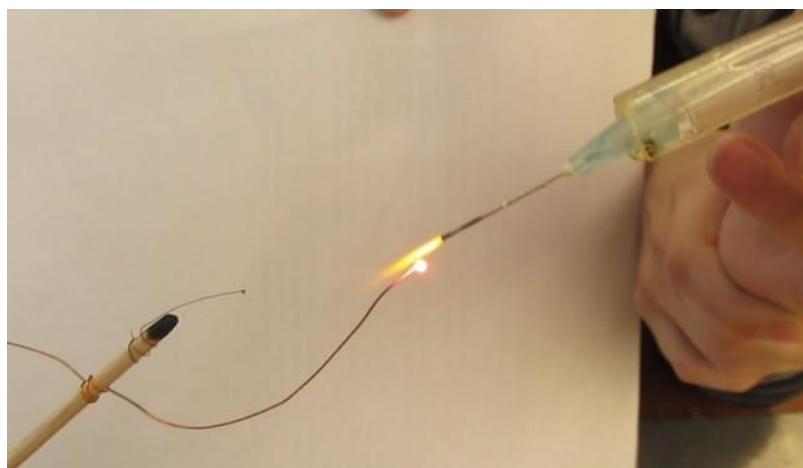


Рисунок 6. Пламя нашей водородной горелки плавит медную проволоку

Заключение

В ходе работы мы исследовали способы добычи водорода в школьной лаборатории, создали действующую модель водородного генератора и исследовали его характеристики, т.е. цель работы достигнута.

Задачи, которые мы перед собой поставили, выполнили:

1) Добыли водород различными способами и выявили, что более приемлимый для нас способ – это электролиз воды.

2) Создали действующую модель водородной горелки.

Горелку можно использовать в практических целях как сварочный аппарат, аппарат для пайки, для выжигания, для работы со стеклянными трубками.

3) Видеоролики, наглядно демонстрирующие способы добычи водорода и его использование на практике станут пособием для всех интересующихся данной тематикой. Подробное видео наших разработок мы разместили на сайте YouTube.com. Любой желающий может с ними ознакомиться.

Надеемся что данный проект поможет заинтересовать учащихся наукой физики посредством видео демонстраций, а также сможет помочь обратить внимание людей на проблему экологического и топливного кризиса в мире.

Переход транспорта, промышленности, быта на сжигание водорода - это путь к радикальному решению проблемы охраны воздуха от загрязнения.

Водород, получаемый из воды, - один из наиболее энергонасыщенных носителей энергии. Теплота сгорания водорода в 2,5 раза больше теплоты сгорания бензина, который мы сейчас используем.

К тому же водород - легковозобновляемое топливо. Чтобы накопить ископаемое горючее на нашей планете, нужны миллионы лет, а чтобы в цикле получения и использования водорода из воды получить опять воду, нужны дни, недели, а иногда часы и минуты.

Универсальность водорода заключается еще и 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.

Отметим попутно, что на наших глазах становится реальной одна из гениальных догадок великого фантаста Жюль Верна, который устами героя романа «Таинственный остров» заявляет: «Вода - это уголь будущих веков».

Мы видим перспективу развития темы «водородных технологий», чем и будем заниматься в дальнейшем. И надеемся, что в скором будущем в нашей стране всерьез займутся водородной энергетикой.

Список литературы

- 1) Жюль Верн. Таинственный остров. М.: Детская литература, 1986.
- 2) Болгар, А.Н. Водородная бомба в стакане /А.Н. Болгар // журнал «Потенциал.Математика.Физика.Информатика.» – 2010. - №6(12)
- 3) Водород_Материал из Википедии — свободной энциклопедии[Электронный ресурс]. – статья в интернете.– <http://ru.wikipedia.org/wiki/%C2%EE%E4%EE%F0%EE%E4>
- 4) Чирков Ю. Г. Любимое дитя электрохимии: научное издание.М.: Знание, 1985. - 176с.
- 5) Якименко Л.М., Модылевская И.Д., Ткачек З.А. Электролиз воды. М.:Химия, 1970. – 264с.
- 6) Водородный лейтенант: история становления водородных технологий в России [Электронный ресурс]. – статья в интернете.– http://h2center.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=8&Itemid=59