

Александр Коняев

Электролизеры: теория, нюансы, изготовление

6+

Александр Сергеевич Коняев
Электролизеры: теория,
нюансы, изготовление

http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=68318302

SelfPub; 2022

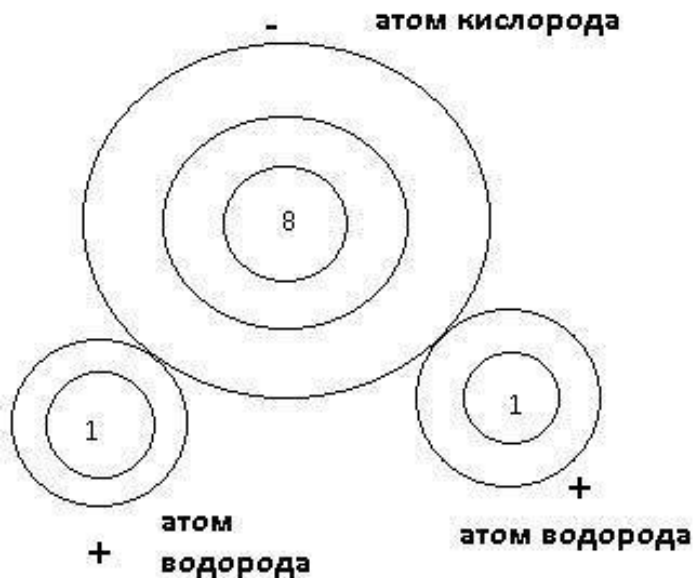
Аннотация

С помощью этой книги вы изучите теорию электролиза, сможете правильно рассчитывать параметры электролиза воды и в последующем соберете свои модели электролизеров.

Александр Коняев

Электролизеры: теория, нюансы, изготовление

Глава 1.

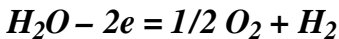
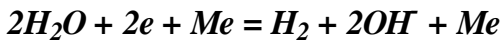
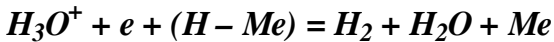
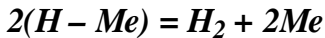
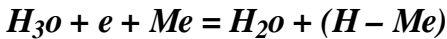
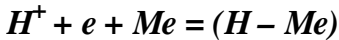


Что такое электролиз.

Электролиз – это электрохимический процесс, во время которого молекулы электролита диссоциируют под действием электрического тока на ионы.

Во время электролиза молекулы электролита распадаются на свои составляющие. Например, молекула *серной кислоты* (H_2SO_4) распадается на *водород* (H_2), *кислород* (O_2) и *серный ангидрид* (SO_3). Чаще всего под электролизом принимают электролиз воды. Вода под действием электролиза распадается на водород и кислород.

Формула распада воды:



Следовательно, при электролизе воды из одной молекулы получается 2 атома водорода и 1 атом кислорода. Таким образом, объем водорода будет в 2 раза больше, чем объем кислорода.

Анодное и Катодное напряжение разложения воды равно 1.23 В.

Получившаяся смесь газов (если они собирались вместе) зовется газом Брауна, или гремучим газом. Он обозначается ННО.

Он взрывоопасен!

Его можно использовать в различных двигателях как основное топливо или как добавочную присадку, можно и как топливо для газовой сварки и газового резака.

Глава 2.

Электролит.

При электролизе воды очень важно правильно подобрать электролит, так как от него зависит скорость и качество реакции. Вода сама по себе не проводит электрический ток. Чаще всего в качестве электролита используют водный раствор соли или щелочи металлов. Главное, чтобы электролитический потенциал металла, из которого состоит электролит, был меньше, чем у водорода. Вот металлы, которые используют:

$$H_2 \text{ (водород)} = 0,00$$

$$Na \text{ (натрий)} = -2,71$$

$$K \text{ (калий)} = -2,91$$

$$Ca \text{ (кальций)} = -2,87$$

$\% \backslash C$	15%	17.5%	20%	22.5%	25%
50	1.575	1.527	1.508	1.520	1.583
55	1.460	1.408	1.381	1.385	1.428
60	1.333	1.300	1.272	1.266	1.290
65	1.250	1.209	1.170	1.16	1.180
70	1.172	1.130	1.088	1.087	1.088
75	1.162	1.062	1.018	1.007	1.010
80	1.046	1.000	0.956	0.943	0.941

Чаще всего используют гидроксиды калия (едкий кали – KOH) и натрия (едкий натр – NaOH).

у каждого электролита разное сопротивление, оно зависит от концентрации вещества и от температуры нагрева электролита. Это проиллюстрировано в таблице 1.

Минимальное сопротивление имеет 25-ти % раствор NaOH при температуре 80⁰C (0.941). Но самым оптимальным выбором будет 20-ти % раствор NaOH. Он имеет минимальное удельное сопротивление при любой температуре

по сравнению с остальными.

Глава 3.

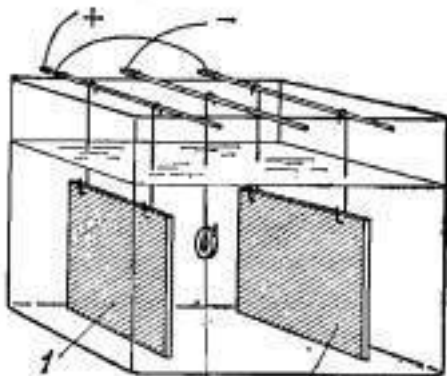
Электролизеры.

Электролизеры – устройство, внутри которых происходит электролиз.

Их подразделяют на 3 типа:

1. электролизер сырого типа.

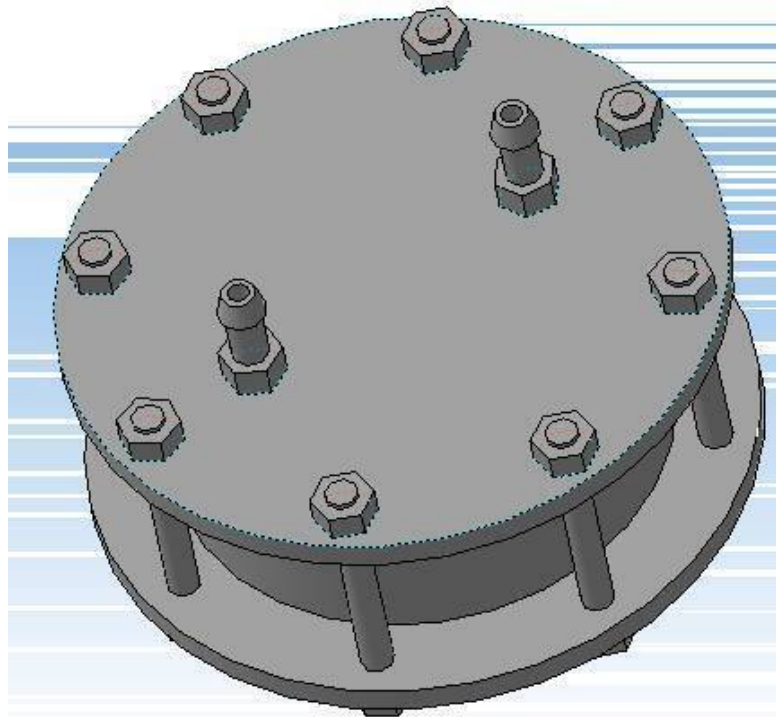
2. электролизер сухого типа.

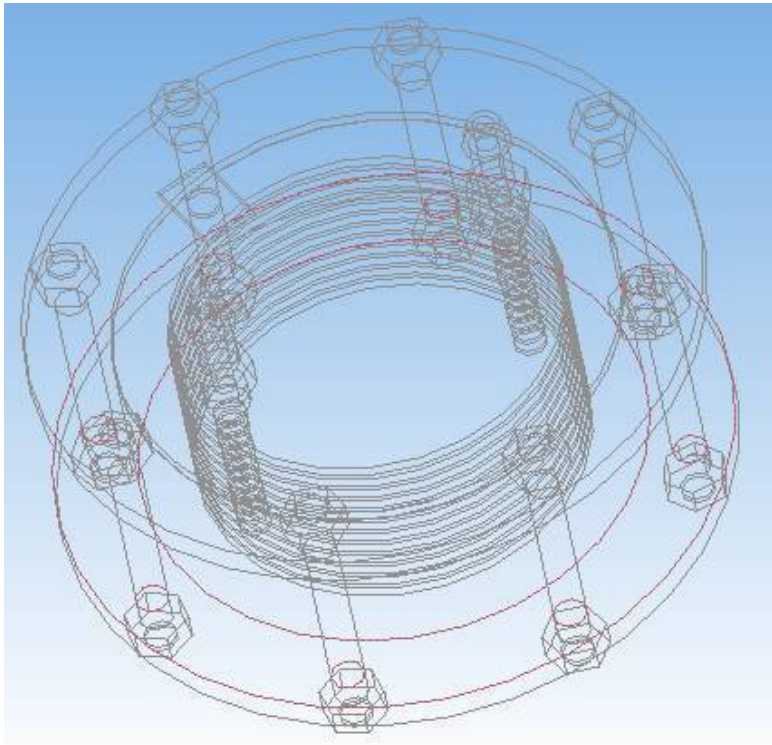


3. ячейка Стэнли Мейера.

Электролизеры сырого типа являются самыми простыми по конструкции, и менее практичными. Но это только если не разбираться. При должной настройке сырой электролизер будет обладать достаточным КПД, не уступающим электро-

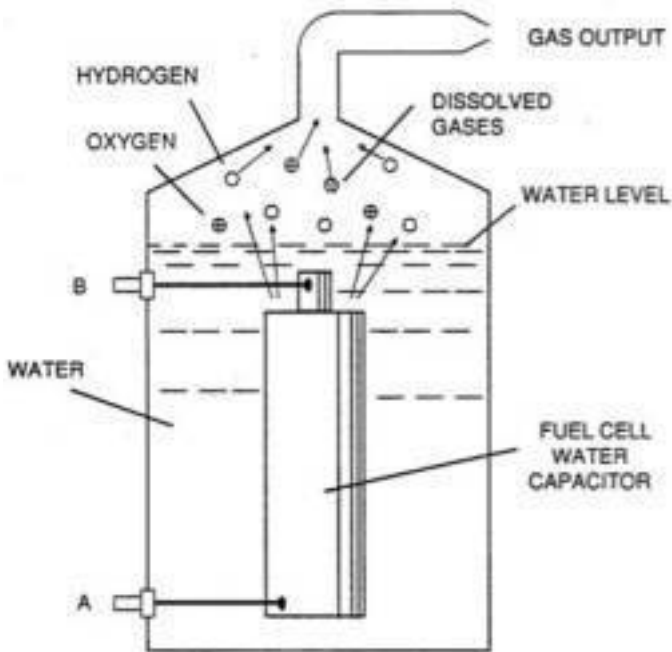
лизерам сухого типа. В основном конструкция одна: это пара пластин, или больше, помещенные в герметичную емкость с водой. Главная проблема: просадки по напряжению. Но это решается правильной подготовкой электролизера и электролита к работе.





Электролизеры сухого типа являются более совершенными, чем предыдущие, но сложны в изготовлении. Они являются набором пластин из электропроводного материала и прокладок, которые сами и составляют емкость с водой. Главная проблема этого типа электролизеров – излишнее газонаполнение.

Ячейка Стэнли Мейера является самым совершенным электролизером, но одновременно трудно изготавливаемым. Никто еще не смог воссоздать его электролизер. Он также является сырым электролизером, но главное отличие в том, что у него нет пластин, а имеется блок из двух трубок. Главная проблема – огромные просадки по напряжению. Но это решается точной подгонкой и созданием специальной схемы питания электролизе-



ра.

Глава 4.

Газозаполнение электролизера.

Одна из главных проблем электролизеров – это газозаполнение. При газозаполнении происходит уменьшение рабочей площади пластин электролизера, излишнее образование пены, которая отводится вместе с газом, нагрев электролизера и увеличение расхода электроэнергии.

Газозаполнение электролизера возрастает при увеличении плотности тока (j), высоты электродов и при уменьшении расстояния между электродами.

Чтобы уменьшить газозаполнение электролизера, необходимо уменьшить плотность тока, уменьшить нагрев электролизера (при этом будет выделяться меньше пены и водяного пара), уменьшить высоту электродов, расположить электроды на оптимальном расстоянии друг от друга, от 2 до 5 мм (если больше, то уменьшится КПД, так как увеличится сопротивление.), и увеличить размер пузырьков газа и скорость их подъема. Это достигается уменьшением концентрации щелочи и увеличением тока (главное, не превысить предел плотности тока).

Глава 5.

Перенапряжение пластин электролизера.

величины	результаты		
$j, \text{A} \cdot \text{м}^2$	100	1000	2000
$V, \text{мВ}$	250	490	560

Перенапряжение пластин является острой проблемой в изготовлении электролизеров.

Перенапряжение происходит от увеличения плотности тока, от увеличения удельного сопротивления электролита, увеличению расстояния между электродами, и увеличения газозаполнения. Зависимость перенапряжения электродов из железа, покрытого никелем, представлена в таблице 2.

$j, \text{A} \cdot \text{м}^2$	100	500	1000	2000
$V, \text{мВ}$	160	240	260	300

зависимость перенапряжения раствора электролита NaOH при 80

о

С от плотности тока иллюстрированн
а таблицей 3.

Также на перенапряжение влияет увеличение удельно-го сопротивления электролита. Зависимость удельного со-противления и коэффициента удельного сопротивления от плотности тока показана в таблице 4

$j, \text{A} \cdot \text{m}^2$	$\rho, \text{ом} \cdot \text{см}$	k
0	1.1	1.00
100	1.2	1.09
200	1.24	1.126
300	1.27	1.155
400	1.30	1.18
500	1.32	1.20

перенапряжение в основном решается уменьшением

плотности тока. Как видно, перенапряжение зависит от газозаполнения. Следовательно, при газозаполнении происходит перенапряжение пластин электролизера. чтобы решить перенапряжение, надо уменьшить газозаполнение, и наоборот.

Глава 6.

Электролиз под давлением и при нагревании.

При электролизе воды из молекул воды образуются молекулы газов: водорода и кислорода. При этом объем газов больше первоначального объема жидкости в 1868 раз. Это означает, что электролизер способен выдержать давление, причем любое, которое может выдержать.

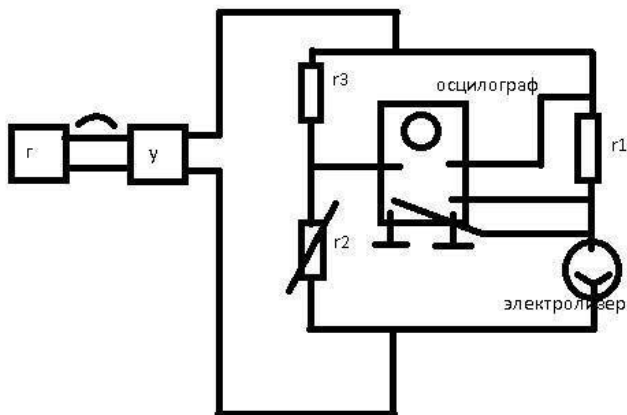
давление	10	100	200
экономиа, кВт*ч/м3	0.11	0.21	0.23
снижение напряжения, вольт	0.075	0.142	0.156

При этом происходит экономия энергии, так как электролиз под высоким давлением протекает с большим КПД. Это иллюстрирует таблица 5.

Также при электролизе электролит нагревается. При этом уменьшается удельное сопротивление электролита, уменьшается перенапряжение, увеличивается КПД и уменьшается расход энергии. Зависимость удельного сопротивления от температуры иллюстрирует таблица 1, которая упоминалась ранее.

Глава 7.

Импульсный электролиз.



При импульсном электролизе постоянный ток подается поляризованными импульсами с заданной частотой и амплитудой. Исследованиями ученых доказано, что при определенных частотах происходит частичный или полный распад воды на кислород и водород. Это 620, 630, 1200, 42800 Гц.

Идеально для распада воды подходят импульсы с частотой 42712,12 Гц.

Вот схема питания двухэлектродного электролизера:

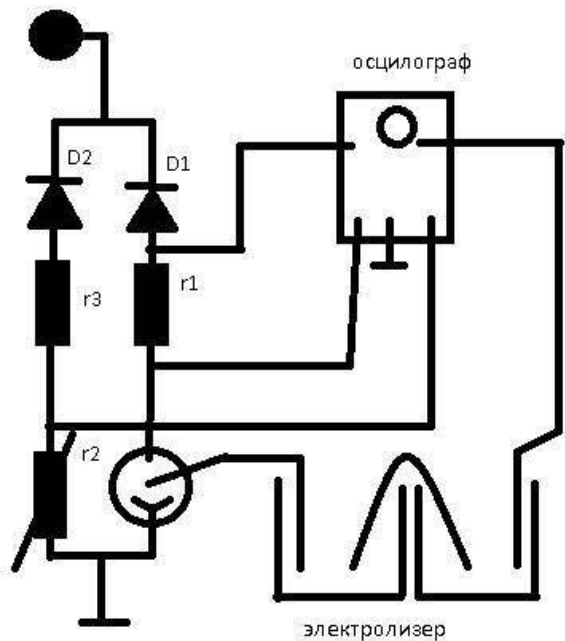
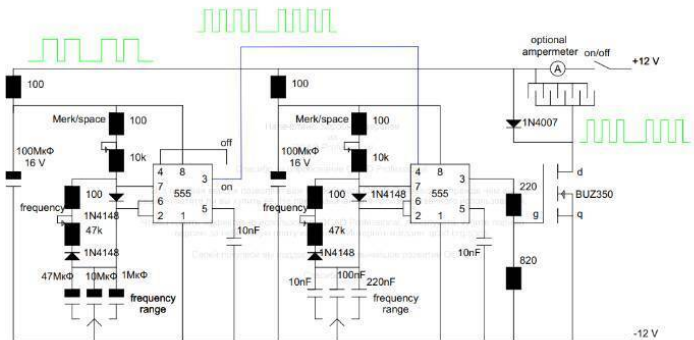
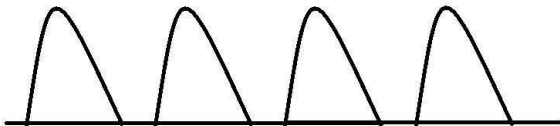


Схема импульсного питания электролизера с 3-мя и более пластинами:

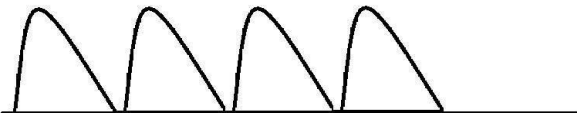


Но чаще всего используют высоковольтную импульсную схему Стэнли Мейера или низковольтную схему Дэйва Лутона:

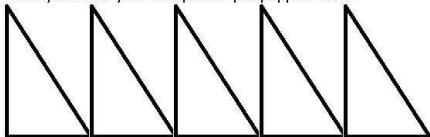
импульсный реверсивный ток малой частоты



импульсный реверсивный ток большой частоты



импульсный униполярный. разряд емкости



типы импульсов постоянного тока, использующихся при электролизе:

Глава 8.

Расчет параметров электролизеров.

Электролизе, как и любое другое устройство, необходимо изготавливать с определенными правилами.

Пластины могут быть любой формы, но в сухом электролизере желательно использовать круглые пластины, так как они выдерживают большее давление. Но в электролизерах сырого типа этим можно пренебречь. Главное, чтобы они бы-

ли не очень большими по площади, чтобы электрический ток проходил на всю площадь пластин и был там равномерно. Также они должны быть низкими, чтобы уменьшить газозаполнение. идеальная форма: квадрат или прямоугольник с широкой стороной. но в некоторых случаях можно сделать пластины высокими, если известно, что их часть будет под изолятором. например, как здесь:

Эта пластина по активной площади в 2 раза меньше, чем по той площади, которая есть. Размеры ее активной части 90x100 мм. Так что образования из-за пластины газозаполнения не будет.

Также надо электролизер делать под необходимую скорость генерации газа. Здесь все зависит от площади. Если площадь меньше, электролизер будет перегревается и будет сильное газозаполнение. Если площадь велика, то он будет долго запускается.

Вот основные закономерности в размерах и мощности. чтобы получить скорость генерации газа в 1 л/мин необходима мощность электролизера в 100 Вт. А для этого необходима активная площадь 0.1 м^2 . от этого следует отталкиваться при изготовлении электролизера. также у электролизеров сухого типа, и у электролизеров сырого типа, где пластина соединены последовательно, происходит деление напряжения на каждую ячейку. Надо помнить, что на каждую ячейку необходимо 1.69 В. Учитывая падение напряжения,

лучше брать 2 В на 1 ячейку (то есть на 2 пластины). Зависимость количества пластин от напряжения распространенных источников тока показана на таблице 6.

количество ячеек (пластин)	напряжение
6(7)	12
18(19)	36
55(56)	110
110(111)	220

скорость генерации газа	диаметр отверстий
1 л/мин	4 мм
2 л/мин	5 мм
3 л/мин	6 мм
20 л/мин	16 мм

Также при разработке электролизера следует учитывать, что диаметры отверстий для отвода газа зависят от скорости генерации газа. Это продемонстрировано таблицей 7.

Для теоретического расчета количества выделившегося вещества используют формулу Фарадея:

$$m = kQ = kIt$$

где k – электрохимический эквивалент.

$$k(H_2) = 0.01044 \text{ мг/кл}$$

$$k(O_2) = 0.0829 \text{ мг/кл}$$

Для расчета объема получившегося газа используют следующую формулу:

для кислорода:

$$V(O_2) = 0.205 * (I * n * t) / 1000 \text{ м}^3$$

для водорода:

$$V(H_2) = 0.41 * (I * n * t) / 1000 \text{ м}^3$$

При прохождении через электролит разного тока выделяется разное количество газа. Зависимость количества выделяемого газа от прошедшего заряда показана в таблице 8. таблица 8.

Глава 9.

Изготовление электролизера сырого типа.

Электролизеры сырого типа изготовить проще всего. Для начала выберем емкость для электролита. Это может быть как стеклянная банка, пластиковый контейнер или любая другая герметичная емкость с крышкой. Емкость можно сделать и самому из канализационных труб и заглушек. Когда определились с емкостью, изготавливаем рабочее тело электролизера. Это блок из пластин. Пластины изготавливаем из нержавеющей стали марки AISI-304, AISI-316 и их отечественных аналогов.

В максимально простом электролизере можно использо-

вать 2 пластины: 1 к плюсу (+) другую к минусу (-). Если пластин больше, то между ними надо расположить резиновые прокладки толщиной от 2 до 5 мм. Резину используем сорта ТМКЩ. Она устойчива к щелочам, что нам и надо. Потом все соединяем. Рабочее тело присоединяем к крышке через изоляционные прокладки, также к крышке подключаем газоотводный штуцер. После этого надеваем крышку на емкость с электролитом, подключаем провода, включаем блок питания и наблюдаем за работой нового электролизера.

Глава 10.

Изготовление электролизера сухого типа.

Для начала подготавливаем все детали. Выпиливаем 2 боковые пластины из оргстекла, толстой фанеры, металла. В них сверлим отверстия под стяжные винты и в задней пластине – под 2 штуцера: 1 для отвода газа, другой для циркуляции воды. Потом выпиливаем металлические пластины и резиновые прокладки.

Сколько надо пластин, зависит от источника питания. Это представлено в таблице 6. Резиновых прокладок надо на 1 больше, чем пластин. После собираем пластины в следующем порядке: боковая пластина – резина – металл...-резина боковая пластина. Потом начинаем стягивать электролизер. Для этого сначала вкручиваем угловые винты, потом серединные, потом остальные. Главное, чтобы электролизер

не перекосило в одну из сторон. От этого зависит герметичность. Усадка по толщине должна быть примерно 10 % от первоначальной толщины. После этого электролизер можно залить эпоксидной смолой – после этого он сможет выдерживать большее давление. Потом вкручиваем штуцера, подключаем провода, шланги и запускаем источник тока, наблюдая при этом генерацию газа.

Глава 11

Изготовление ячейки Мейера.

Изготовление ячейки Стэнли Мейера ничем особым не отличается от изготовления электролизера сырого типа. Единственное, что рабочее тело не блок из пластин, а пара трубок, вставленных одна в другую.

Количество таких ячеек зависит от необходимой мощности. Обычно делают 4-6 ячеек.

Для работы такому электролизеру необходима специальная импульсная схема питания. Пока воссоздать Ячейку Стэнли Мейера никому не удалось.

Глава 12.

Изготовление обвязки.

Обвязка – важный, но не необходимый элемент для электролизера. Она просто делает обращение с электролизером

удобнее. Это: бак циркуляции, накопительный бак, гидрозатвор.

Бак циркуляции нужен для циркуляции воды и для осушения газа.

Для него идеально подойдет бак от тормозной жидкости. Главное, чтобы у него было 3 штуцера: нижний – для отвода воды, средний – для подачи газа с пеной из электролизера, верхний – для отвода газа. После того, как подобрали бак, можно его закреплять. Главное, чтобы он находился уровнем выше самого электролизера, чтобы вода могла спокойно циркулировать.

Накопительный бак необходим для накопления и хранения полученного газа.

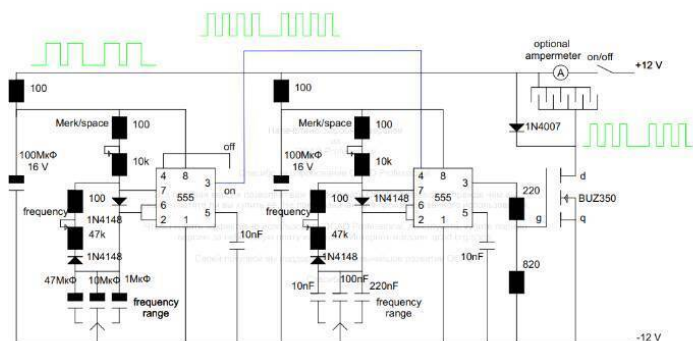
Для его изготовления необходим бак (или баллон), который может выдержать огромное давление. В нем необходимо сделать 3 отверстия: 1 для накачки газа, 2-ое – для отвода газа, 3-е – для установки манометра. Манометр здесь необходим для предотвращения создания критического давления, при котором происходит самовоспламенение газа Брауна. В отверстия для накачки и отвода газа необходимо установить электроклапаны для закрытия и открытия прохода газа.

Гидрозатвор (баблер, или пузырьковая камера) – это устройство, которое предотвращает обратный ход пламени.

Для его изготовления необходима прозрачная герметич-

ная емкость с крышкой, шланг и штуцер. В емкость наливаем воду, а в крышку вкручиваем штуцер и клеиваем трубку, чтобы она была погружена в воду. Газ будет поступать по трубке, и в виде пузырьков будет подниматься на поверхность, где будет выходить через штуцер.

Глава 13.



Изготовление схемы питания.

Для лучшей работы электролизера необходимо изготовить специальную схему питания. Схемы представлены в Главе 7. Чаще всего используют Низковольтную импульсную схему Дэйва Лоутона.

Но можно использовать любую схему генератора импульсов. Для каждого конкретного электролизера необходима точно подобранная частота и амплитуда импульсов. Это все подбирается специальными подстроечными резисторами в схеме генератора. Главное, качественно подобрать все элементы из схемы питания и четко следовать схеме. Например, для генератора Дэйва Лутона необходимо:

1. микросхема NE555 – 2x
2. транзистор BUZ-350 – 1x
3. диоды 1N4007 – 1x
1N4148 – 1x
4. резисторы 220 Ом – 1x
820 Ом – 1x
100 Ом – 1x
5. переменные резисторы 10кОм – 2x
47кОм – 2x
6. Конденсаторы 1 мкФ – 1x
10 мкФ – 1x
47 мкФ – 1x
100 мкФ 16 В – 2x
10 нФ – 3x
100 нФ – 1x
220 нФ – 1x

Все это собирается на специальной печатной плате из текстолита, которую можно заказать в специальных компаниях или же попробовать изготовить самому.

Глава 14.

Приготовление электролита.

Как уже писалось ранее, для электролиза необходим качественно подобранный электролит. Чаще всего используют раствор КОН и NaOH. Лучше всего использовать 20-ти % раствор NaOH, так как он имеет минимальное удельное сопротивление при любых температурах.

Вот рецепт

1. Дистиллированная вода – 1.5 литра.

2. NaOH (едкий натр) – 375 грамм.

Берем емкость для воды объемом 2 литра, наливаем туда 1.5 литра дистиллированной воды. После этого насыпаем 375 грамм едкого натра, и все перемешиваем до полного растворения щелочи. Все, теперь получен 20-ти % раствор щелочи.

Дистиллированная вода покупается в магазине автозапчастей, а щелочь – в хозяйственном или радиотехническом магазине.