

Научно-исследовательская работа

Химия

Изготовление электролизной установки

Выполнил(а):

Шаронин Никита Александрович

Обучающийся 11 «Б» класса

МБОУ Школы №124 г.о.Самары

Руководитель:

Букина Татьяна Викторовна

Учитель химии высшей категории

МБОУ Школы №124 г.о.Самара

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ПРИНЦИПА РАБОТЫ ЭЛЕКТРОЛИЗНОЙ УСТАНОВКИ.....	4
1.1.ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРОЛИЗЕРА.....	4
1.2.ВОДОРОДНЫЕ ТОПЛИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ.....	8
1.3.ПРОБЛЕМЫ ДОБЫЧИ.....	9
1.4.БУДУЩЕЕ ЭНЕРГЕТИКИ.....	10
1.5.ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ ОБ ЭЛЕКТРОЛИЗЕРАХ.....	13
ГЛАВА 2. РАБОТА НАД ПРОДУКТОМ.....	23
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	25
СПИСОК ИСТОЧНИКОВ.....	26

ВВЕДЕНИЕ

Мы ежедневно используем автомобили, для которых требуется химическое вещество, вредное для окружающего нас мира, но что если мы будем использовать экологическое вещество — водородное топливо (газ Брауна, молекула НН_О) для того, чтобы добраться из пункта А в пункт Б. *Проблема* моего проекта заключается в том, чтобы добыть то самое экологически чистое водородное топливо.

Цель проекта – сделать электролизную установку, перерабатывающую воду в газ Брауна и изучить основные сведения о водородной энергетике и окружающих ее аспектах.

Задачи:

1. Изучить и провести анализ информации об устройстве и принципе работы электролизных установок и водородной энергетике.
2. Провести необходимые расчеты и составить схему устройства.
3. Изготовить реактор в качестве продукта, исходя из изученной информации.

План работы. 3 этапа.

1 этап – подготовительный (сентябрь 2021–октябрь 2021) сформулировал тему, проблему, цели и задачи проекта.

2 этап – теоретический (ноябрь 2021 – февраль 2022) поиск информации.

3 этап – основной (январь 2022 – февраль 2022). Проверял и дополнял сделанное. Сделал продукт.

ГЛАВА 1

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ПРИНЦИПА РАБОТЫ ЭЛЕКТРОЛИЗНОЙ УСТАНОВКИ

1.1. История создания электролизера

Электролиз – открытие Фарадея подтолкнувшее прогресс. Процесс электролиза — разложения веществ под действием электрического тока — был открыт английским физиком-экспериментатором Майклом Фарадеем (1791—1867). Летом 1832 г. Фарадей провел эксперимент, целью которого было узнать: оказывает ли электрический ток химическое воздействие. Смочив куркумовую бумажку раствором сульфата натрия, ученый поместил ее одним краем против кончика разрядного провода, собирающего отрицательный заряд электрической машины, а другим соединил со вторым проводом. Затем сделал около 50 оборотов машинного диска, который генерировал ток путем трения о специальные подушки, — и «конец бумажки, обращенный к кончику разрядного провода, окрасился благодаря присутствию свободной щелочи». Но вызван ли данный эффект только действием тока? Видоизменив объект исследования, Фарадей поставил опыт, где «не допускалось контакта металла с разлагаемым веществом». Смочив в растворе сульфата натрия и куркумовую бумажку, и лакмусовую, ученый сложил их вместе и на некотором расстоянии от краев закрепил электроды, один из которых был связан с кондуктором машины, собирающим положительный заряд, а другой — с разрядным проводом. Через какое-то время в процессе вращения машины «сделалось очевидным разложение: край лакмусовой бумажки покраснел от выделившейся кислоты, а край куркумовой окрасился от одновременного выделения щелочи». Более того, кислота собралась около отрицательного края, а щелочь — возле положительного.

11 июля Фарадей установил, что бумага, смоченная раствором йодистого калия и крахмала, весьма чувствительна к направлению электрического тока от вольтова столба — устройства в виде вертикального цилиндра, состоящего из соединенных между собой колец цинка, меди и сукна, пропитанных кислотой. 8 сентября Фарадей заметил, что площадь окрашенных участков на бумажках зависит от времени пропускания тока, и решил выяснить количественные соотношения в процессах воздействия электричества на растворы. 22 октября был проведен решающий эксперимент. Фарадей изготовил электролитическую ячейку и расположил у электродов влажные индикаторные бумажки. Между ними чередовались пласты геля, образованного при свертывании коллоидного раствора, содержащего соль (сульфат калия), чистого геля, который проводит ток как обыкновенный раствор, и те же бумажки. Пропуская ток через ячейку, Фарадей наблюдал, что индикаторы окрашиваются только у электродов, причем лакмусовая бумажка показывала кислоту, а куркумовая — щелочь. Все остальные бумажки не окрашивались, и это означало, что электрохимическое действие происходит только у электродов. Проанализировав свои наблюдения, Фарадей сформулировал теорию электролиза. Жидкости, поддающиеся этому процессу, состоят из частиц с противоположными зарядами. Под действием тока одна частица, связанная в молекулу с другой частицей, испытывает действие иных противоположно заряженных частиц, вступает с ними в соединение и продвигается вперед. Это повторяется до тех пор, пока впереди есть

противоположно заряженные частицы, с которыми можно соединиться. Однако у электродов частицу уже не будут окружать другие частицы и, оказавшись под воздействием неуравновешенных сил, она вылетит наружу, «где и выделится».

14 сентября Фарадей доказал, что количество электричества не зависит от напряжения. Несколько раз он повторял опыты с батареей, состоящей то из 7, то из 15 лейденских банок (приборов, запасующих электрический заряд), каждую из которых заряжал 30 оборотами машины, а затем подключал батарею к электрометру. Стрелка электрометра всегда отклонялась на пять с половиной делений, из чего следовало, что «отклоняющая сила электрического тока прямо пропорциональна прошедшему количеству электричества независимо от напряжения последнего».

На другой день Фарадей собрал маленький вольтов столб. Отрегулировав диаметр платиновой и цинковой пластин, глубину их погружения в раствор и концентрацию серной кислоты в растворе, ученый начал работу с батареей и обнаружил, что при ее разряде стрелка электрометра отклоняется на пять с половиной делений за восемь равных промежутков времени. Это показало, что количество электричества не зависит от источника.

Далее Фарадей обратил внимание, что величина пятна на фильтровальной бумаге, пропитанной раствором йодистого калия, вокруг прижатой к ней платиновой пластины одинакова, если пропускать одно и то же количество тока от разных источников. А значит, размер пятна (то есть величина химического действия тока) прямо пропорционален времени пропускания тока, иначе говоря, количеству электричества.

Наконец, 10 декабря Фарадей записал первый закон электролиза: «Химическая сила прямо пропорциональна абсолютному количеству прошедшего электричества». Говоря современным языком, масса вещества, образующегося на электроде, прямо пропорциональна количеству электричества, прошедшего через расплав (электролит).

Весной 1833 г. Фарадей разработал более десятка различных модификаций нового прибора, названного им вольтаметром. Такой прибор позволял измерять количество газа, выделяющегося при электрохимической реакции, а также потерю или увеличение массы электрода. Самый простой и удачный вариант представлял собой стеклянную проградуированную трубку, в которую был впаян платиновый электрод, а в верхней части собирался весь выделившийся газ. Фарадей опускал в чашку два таких вольтметра и проводил электролиз воды, собирая в одной трубке кислород, а в другой водород. В итоге было установлено, что если раствором служит кислота или азотнокислая соль натрия, то на аноде (положительном электроде) почти всегда выделяется кислород, а на катоде (отрицательном электроде) — водород. Когда же в раствор входят азотнокислые соли других металлов, например ртути, меди или серебра, то на аноде тоже образуется кислород, а на катоде — соответственно ртуть, медь либо серебро. Чтобы определить количество образующегося на катоде вещества, Фарадей создал вольтметр в виде сосуда, куда помещался предварительно взвешенный металлический электрод или чашечка. В качестве анода брался тот же «газовый» вольтметр, который заполнялся раствором и погружался в сосуд.

Выполнив более 300 опытов, Фарадей изучил электрохимическое поведение и продукты разложения при электролизе 130 различных веществ. И все же необходимо было выяснить, влияют ли размеры электрода на процесс электрохимического разложения. Весной 1833 г. ученый последовательно соединил два вольтметра с

разными по площади электродами. Количество продуктов разложения в обоих сосудах оказалось одинаковым. «Напряжение не оказывает влияния на результаты, — сделал вывод он, — если количество электричества остается одинаковым».

Затем Фарадей занялся количественным изучением продуктов электролиза воды, различных кислот, растворов солей и расплавов. Оказалось, что одно и то же количество электричества выделяет в 8 раз больше кислорода (по массе), чем водорода — такая пропорция соответствует соотношению химических эквивалентов водорода и кислорода. То же самое получалось и с другими соединениями и элементами. Весовой состав продуктов реакции Фарадей проверял в самых разных условиях, изменяя концентрацию растворов, полярность, материал электродов. Результаты оставались неизменными.

23 сентября 1833 г. Фарадей наконец записал: «Числа, соответствующие весовым количествам выделяемого вещества, надо назвать электрохимическими эквивалентами...» Они «совпадают с обычными химическими эквивалентами и тождественны им». Так, для ионов водорода, кислорода, хлора, олова, свинца, йода Фарадей установил электрохимические эквиваленты 1; 8; 36; 58; 104; 125, а чуть позже составил таблицу для 18 анионов и 36 катионов.

После сотен опытов ученый сделал расчеты и обнаружил, что в одном грамме (66,4 мл) воды «содержится» столько электричества, сколько нужно, чтобы 800 000 раз зарядить его лейденскую батарею из 15 банок 30 оборотами машины, и это количество равносильно «весьма мощной вспышке молнии». На таком основании был сформулирован второй закон электролиза: «Для выделения на электроде одного моля вещества, которое в процессе электрохимической реакции приобретает либо теряет один электрон, необходимо пропустить через ячейку 96 485 кулонов электричества». Иными словами, электрохимические эквиваленты различных веществ пропорциональны их молярным массам и обратно пропорциональны числам, выражающим их химическую валентность (способность атома соединяться с определенным числом других атомов).

Работа Фарадея поражает воображение. Возможность окисления и восстановления веществ электрическим током открыла широкие перспективы как для научных исследований, так и для химической и металлургической технологии. Еще при жизни ученого началось использование гальванопластики, создан первый топливный элемент и изобретен свинцовый аккумулятор.

1.2. Водородные топливные элементы

Первый водородный топливный элемент был сконструирован английским ученым Уильямом Гроувом в 30-х годах XIX века. Гроув пытался осадить медь из водного раствора сульфата меди на железную поверхность и заметил, что под действием электрического тока вода распадается на водород и кислород. После этого открытия Гроув и работавший параллельно с ним Кристиан Шенбейн продемонстрировали возможность производства энергии в водородно-кислородном топливном элементе с использованием кислотного электролита. Позже, в 1959 году, Фрэнсис Т. Бэкон из Кембриджа добавил в водородный топливный элемент ионообменную мембрану для облегчения транспорта гидроксид-ионов. Изобретением Бэкона сразу заинтересовалось правительство США и NASA, обновленный топливный элемент стал использоваться на

космических аппаратах «Аполлон» в качестве главного источника энергии во время их полетов.

Водородный топливный элемент из сервисного модуля «Аполлонов», вырабатывающий электричество, тепло и воду для астронавтов.

Сейчас топливный элемент на водороде напоминает традиционный гальванический элемент с одной лишь разницей: вещество для реакции не хранится в элементе, а постоянно поставляется извне. Просачиваясь через пористый анод, водород теряет электроны, которые уходят в электрическую цепь, а сквозь мембрану проходят катионы водорода. Далее на катоде кислород ловит протон и внешний электрон, в результате чего образуется вода.

С одной топливной ячейки снимается напряжение порядка 0,7 В, поэтому ячейки объединяют в массивные топливные элементы с приемлемым выходным напряжением и током. Теоретическое напряжение с водородного элемента может достигать 1,23 В, но часть энергии уходит в тепло.

С точки зрения «зеленой» энергетики у водородных топливных элементов крайне высокий КПД — 60%. Для сравнения: КПД лучших двигателей внутреннего сгорания составляет 35-40%. Для солнечных электростанций коэффициент составляет всего 15-20%, но сильно зависит от погодных условий. КПД лучших крыльчатых ветряных электростанций доходит до 40%, что сравнимо с парогенераторами, но ветряки также требуют подходящих погодных условий и дорогого обслуживания.

Как мы видим, по этому параметру водородная энергетика является наиболее привлекательным источником энергии, но все же существует ряд проблем, мешающих ее массовому применению. Самая главная из них — процесс добычи водорода.

1.3. Проблемы добычи

Водородная энергетика экологична, но не автономна. Для работы топливному элементу нужен водород, который не встречается на Земле в чистом виде. Водород нужно получать, но все существующие сейчас способы либо очень затратны, либо малоэффективны.

Самым эффективным с точки зрения объема полученного водорода на единицу затраченной энергии считается метод паровой конверсии природного газа. Метан соединяют с водяным паром при давлении 2 МПа (около 19 атмосфер, т. е. давление на глубине около 190 м) и температуре около 800 градусов, в результате чего получается конвертированный газ с содержанием водорода 55-75%. Для паровой конверсии необходимы огромные установки, которые могут быть применимы лишь на производстве.

Трубчатая печь для паровой конверсии метана — не самый эргономичный способ добычи водорода.

Более удобный и простой метод — электролиз воды. При прохождении электрического тока через обрабатываемую воду происходит серия электрохимических реакций, в результате которых образуется водород. Существенный недостаток этого способа — большие энергозатраты, необходимые для проведения реакции. На первый

взгляд, водород — идеальное топливо. Во-первых, он является самым распространенным элементом во Вселенной, во-вторых, при его сгорании высвобождается большое количество энергии и образуется вода без выделения каких-либо вредных газов. Преимущества водородной энергетики человечество осознало уже давно, однако применять ее в больших промышленных масштабах пока не спешит.

1.4. Водородное будущее

Сейчас водородные топливные элементы обеспечивают энергией и портативные пауэр-банки, и городские автобусы с автомобилями, и железнодорожный транспорт. Водородные топливные элементы неожиданно оказались отличным решением для квадрокоптеров — при аналогичной с аккумулятором массе запас водорода обеспечивает до пяти раз большее время полета. При этом мороз никак не влияет на эффективность. Экспериментальные дроны на топливных элементах производства российской компании AT Energy применялись для съемок на Олимпиаде в Сочи.

Стало известно, что на грядущих Олимпийских играх в Токио водород будет использоваться в автомобилях, при производстве электричества и тепла, а также станет главным источником энергии для олимпийской деревни. Для этого по заказу Toshiba Energy Systems & Solutions Corp. в японском городе Намиэ строится одна из крупнейших в мире станций по производству водорода. Станция будет потреблять до 10 МВт энергии, полученной из «зеленых» источников, генерируя электролизом до 900 тонн водорода в год.

Водородная энергетика — это наш «запас на будущее», когда от ископаемого топлива придется окончательно отказаться, а возобновляемые источники энергии не смогут покрывать нужды человечества. Согласно прогнозу Markets&Markets объем мирового производства водорода, который сейчас составляет \$115 млрд, к 2022 году вырастет до \$154 млрд. Но в ближайшем будущем массовое внедрение технологии вряд ли произойдет, необходимо еще решить ряд проблем, связанных с производством и эксплуатацией специальных энергоустановок, снизить их стоимость. Когда технологические барьеры будут преодолены, водородная энергетика выйдет на новый уровень и, возможно, будет так же распространена, как сегодня традиционная или гидроэнергетика.

Производить водород на Камчатке хотят уже в 2023 году. Для этого в Охотском море построят приливную электростанцию.

Правительство Камчатского края подписало с Минвостокразвития и ООО «Н2 Чистая Энергетика» (учредителем является глава ПАО «Полюс» Павел Грачев) соглашение о создании водородно-энергетического кластера. Как сообщает пресс-служба регионального правительства, стороны намерены совместно проработать проект строительства Пенжинской приливной электростанции (ПЭС), на базе которой планируется создание кластера.

Пенжинская ПЭС



В частности, будут изучены возможные технические решения, а также проведена оценка финансово-экономических показателей строительства ПЭС и необходимой инфраструктуры. Запустить производство водорода в крае планируется к 2023 году. «В Пенжинской губе, располагающейся в северо-восточной части залива Шелихова Охотского моря, 2 раза в сутки перемещается объем воды, сопоставимый с стоком реки Волги за 2 года, – свыше 500 куб. километров. Высота приливов здесь достигает 13 метров, что, по оценкам специалистов в гидроэнергетике, позволяет разместить здесь приливные станции различной мощности. Оценки исследований 1970-х годов прошлого века позволяли говорить об установленной мощности до 100 ГВт, что соответствует около 40% общей установленной мощности электростанций ЕЭС России. Полученная электроэнергия методом электролиза позволит создать производство водорода и поэтапно сформирует на Камчатке восточный кластер на базе возобновляемого источника энергии с потенциальным объемом до 5 млн тонн водорода в год», - отметил губернатор края Владимир Солодов.

Для разработки и внедрения отечественных технологий водородной энергетики еще предстоит создание научно-технологической инфраструктуры, объединяющей носителей компетенций в области водородной энергетики, и создание на их основе лучших технологий производства, хранения и транспортировки водорода. Создание приливной электростанции на Камчатке и развитие водородного кластера на Сахалине, как ожидается, к 2050 году могут обеспечить экспорт из России экологически чистых видов водорода на 100 млрд долларов в год. Напомним, в июне в правительстве Магаданской области обсуждали проект по внесению изменений в схему территориального планирования Колымы до 2040 года с выделением первоочередных мероприятий до 2030 года. В список первоочередных в числе прочих вошли направления: - производство водорода из морской воды,- строительство приливной электростанции совместно с Камчатским краем.

Электролиз – химико-физическое явление по разложению веществ на компоненты посредством электрического тока, которое широко применяется в производственных целях. На

основе этой реакции изготавливаются агрегаты для получения, например, хлора или цветных металлов.

Постоянный рост цен на энергетические ресурсы сделал популярными электролизные установки бытового назначения. Что представляют собой такие конструкции, и как их изготовить дома?

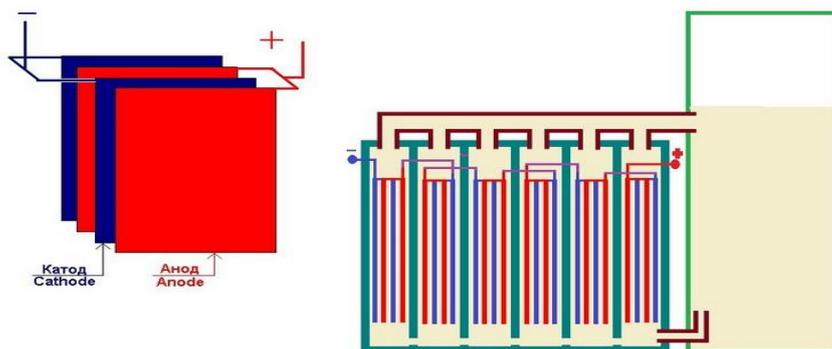
1.5.Общая информация об электролизере

Электролизная установка – устройство для электролиза, требующее внешний энергоисточник, конструктивно состоящее из нескольких электродов, которые помещены в заполненную электролитом емкость. Также такая установка может называться устройством для расщепления воды.

В подобных агрегатах основным техническим параметром является производительность, которая означает объем вырабатываемого водорода за час и измеряется в м³/ч. Стационарные агрегаты несут этот параметр в наименовании модели, например, мембранная установка СЭУ-40 вырабатывает за час 40 куб. м водорода.

Прочие характеристики таких устройств полностью зависят от целевого назначения и вида установок. Например, при осуществлении электролиза воды КПД агрегата зависит от нижеследующих параметров:

1. Уровень наименьшего электродного потенциала (электронапряжения). Для нормального функционирования агрегата эта характеристика должна находиться в диапазоне 1,8-2 В на одну пластину. Если источник электропитания имеет напряжение в 14 В, то емкость электролизера с электролитным раствором имеет смысл разделить листами на 7 ячеек. Подобная установка называется сухим электролизером. Меньшее значение не запустит электролиз, а большее – сильно увеличит расход энергии;1



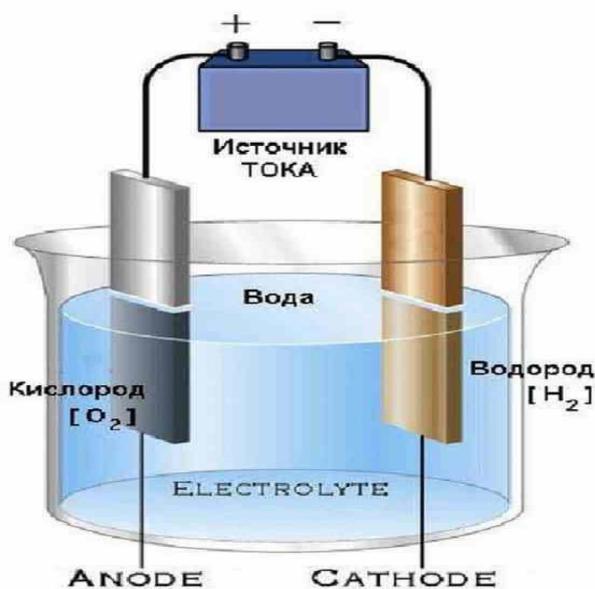
1. Чем меньше будет расстояние между пластиночными компонентами, тем меньше будет сопротивление, что при прохождении большого тока приведет к увеличению выработки газового вещества;
2. Площадь поверхности пластин напрямую оказывает влияние на производительность;
3. Тепловой баланс и степень концентрации электролита;

4. Материал электродных элементов. Золото является дорогим, но идеальным материалом для применения в электролизерах. Из-за его дороговизны часто применяют нержавеющую сталь.

Важно! В конструкциях другого типа значения будут иметь иные параметры. Установки для электролиза воды могут также использоваться для таких целей, как обеззараживание, очистка и оценка качества воды.

Принцип работы и виды электролизера

Самое простое устройство имеют электролизеры, которые расщепляют воду на кислород и водород. Они состоят из емкости с электролитом, в которую помещаются электроды, подключенные к энергоисточнику.



Принцип работы электролизной установки заключается в том, что электроток, который проходит через электролит, имеет напряжение, достаточное для разложения воды на молекулы. Результат процесса – анод выделяет одну часть кислорода, а катод производит две части водорода.

Виды электролизеров

Устройства для расщепления воды бывают нижеследующих видов:

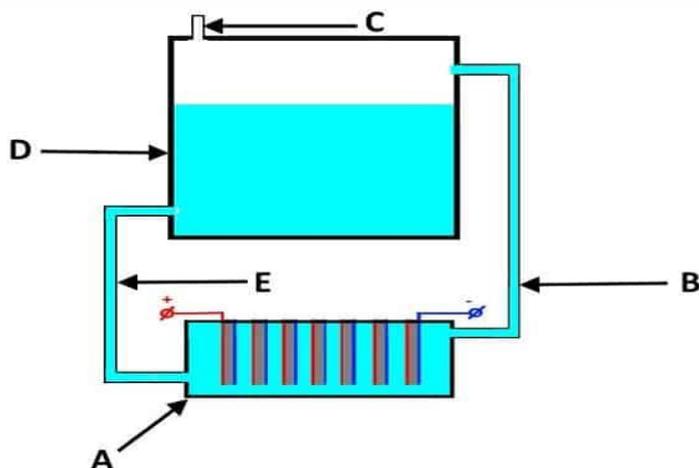
1. Сухие;
2. Проточные;
3. Мембранные;
4. Диафрагменные;
5. Щелочные.

Сухой тип

Такие электролизеры имеют самую простую конструкцию (картинка выше). Им присуща особенность, которая заключается в том, что манипуляция с числом ячеек дает возможность запитать агрегат от источника с любым напряжением.

Проточный тип

Эти установки имеют в своей конструкции полностью залитую электролитом ванну с электродными элементами и баком.



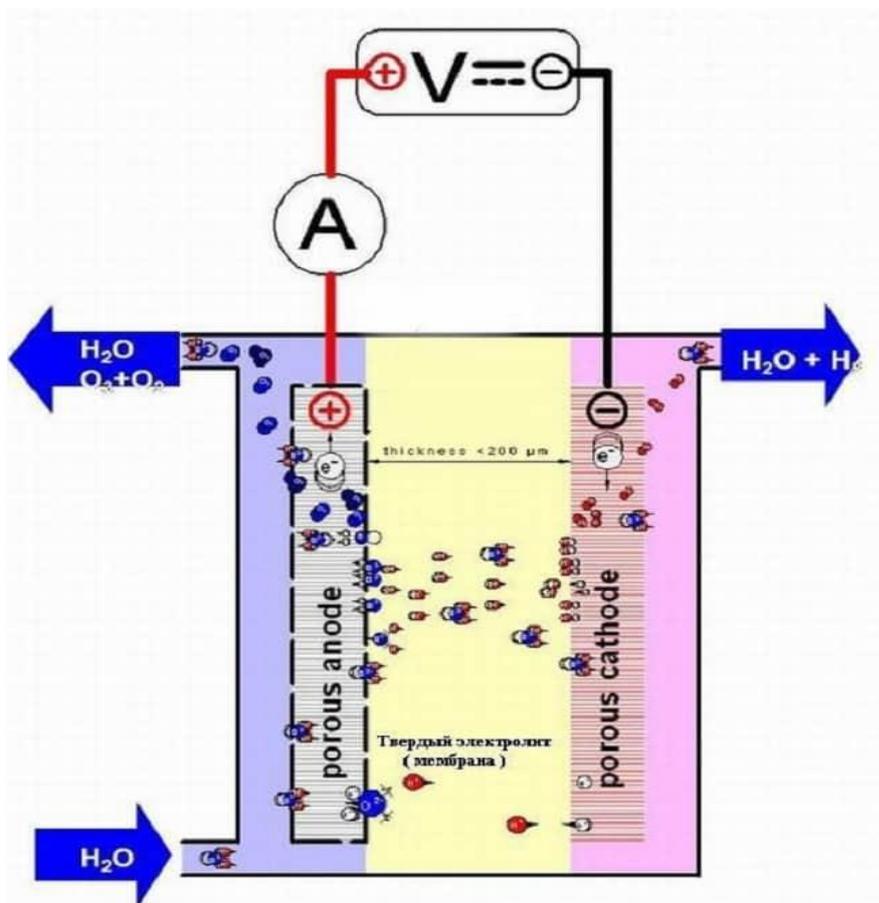
Принцип работы проточной электролизной установки нижеследующий (по картинке выше):

- при протекании электролиза электролит вместе с газом через трубу «В» выдавливается в бак «D»;
- в емкости «D» протекает процесс по отделению газа от электролита;
- газ выходит через клапан «С»;
- электролитный раствор возвращается через трубку «Е» в ванну «А».

Интересно знать. Такой принцип работы настроен в некоторых сварочных аппаратах – горение выделяемого газа позволяет сваривать элементы.

Мембранный тип

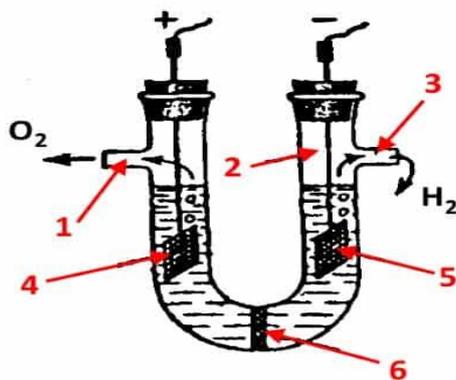
Электролизная установка мембранного типа имеет схожую конструкцию с другими электролизерами, однако в качестве электролита выступает твердое вещество на полимерной основе, которое именуется мембраной.



Мембрана в таких агрегатах имеет двойное назначение – перенос ионов и протонов, разделение электродов и продуктов электролиза.

Диафрагменный тип

Когда одно вещество не может проникать и влиять на другое, применяют пористую диафрагму, которая может изготавливаться из стекла, полимерных волокон, керамики либо асбестового материала.



Щелочной тип

Протекать электролиз в дистиллированной воде не может. В таких случаях необходимо использовать катализаторы, которыми выступают щелочные растворы

высокой концентрации. Соответственно, основную часть электролизных устройств можно назвать щелочными.

Важно! Стоит отметить, что использование соли в качестве катализатора вредно, так как при протекании реакции выделяется газообразный хлор. Идеальным катализатором может выступать гидроксид натрия, который не разъедает железные электроды и не способствует выделению вредных веществ.

Самостоятельное изготовление электролизера

Изготовить электролизер своими руками может каждый человек. Для процесса сборки самой простой конструкции потребуются нижеследующие материалы:

- лист нержавеющей стали (идеальные варианты – зарубежная AISI 316L или отечественная 03Х16Н15М3);
- болты М6х150;
- шайбы и гайки;
- прозрачная трубка – можно применять водяной уровень, который используется в строительных целях;
- несколько штуцеров типа «елочка» с внешним диаметром 8 мм;
- контейнер из пластика объемом 1,5 л;
- небольшой фильтрующий проточную воду фильтр, например, фильтр для стиральных машин;
- обратный водный клапан.

Процесс сборки

Собирать электролизер своими руками следует по следующей инструкции:

1. Первым делом необходимо осуществить разметку и дальнейшую распилку листа нержавеющей стали на равные квадраты. Распилка может осуществляться угловой шлифовальной машинкой (болгаркой). Один из уголков в таких квадратах должен быть спилен под углом для верного скрепления пластин;
2. Далее потребуется просверлить отверстие для болта на противоположной от углового спила стороне пластины;
3. Соединение пластин необходимо производить поочередно: одна пластина на «+», следующая на «-» и так далее;
4. Между разно заряженными пластинами должен находиться изолятор, которым выступает трубка от водяного уровня. Ее необходимо разрезать на кольца, какие следует разрезать вдоль для получения полосок толщиной 1 мм. Такого расстояния между пластин достаточно для эффективного выделения газа при электролизе;

5. Скрепление пластин вместе осуществляется посредством шайб следующим образом: на болт насаживается шайба, потом – пластина, далее – три шайбы, после – пластина и так далее. Пластины, положительно заряженные, располагаются зеркально отрицательно заряженных листов. Это позволяет не допустить задевание электродов спиленными краями;

1.Собирая пластины, следует сразу выполнять их изоляцию и затяжку гаек; 2. Также каждую пластину нужно прозвонить для того, чтобы убедиться в отсутствии короткого замыкания; 3.Далее всю сборку требуется поместить в бокс из пластика; 4.После этого надо отметить места касания болтов о стенки контейнера, где и просверлить два отверстия. Если болты не влезают в емкость, то их необходимо подрезать ножовкой; 5.Далее болты затягиваются гайками и шайбами для герметичности конструкции; 6.После проделанных манипуляций потребуются сделать отверстия в крышке контейнера и вставить в них штуцера. Герметичность в данном случае можно обеспечить посредством промазки швов герметиками на основе силикона; 7.Защитный клапан и фильтр в конструкции располагаются на выходе газа и служат средством контроля чрезмерного его скопления, которое может привести к плачевным последствиям; 8. Электролизная установка собрана.

Заключительный этап – тестирование, которое осуществляется таким образом:

- заполнение водой емкости до уровня крепежных болтов;
- подключение питания к прибору;
- подключение к штуцеру трубки, противоположный конец которой опускается в воду.

Если будет подан на установку слабый ток, то выпускание газа через трубку будет почти незаметно, однако внутри электролизера его можно будет наблюдать. Повышая электрический ток, добавляя щелочной катализатор в воду, можно существенно увеличить выход газового вещества.

Изготовленный электролизер может выступать составной частью многих устройств, например, водородной горелки. Зная типы, основные характеристики, устройство и принцип работы электролизных установок, можно осуществить правильную сборку самодельной конструкции, которые будет являться незаменимым помощником в различных бытовых ситуациях: от сварки и экономии расхода топлива автотранспорта до работы систем отопления.

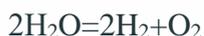
Это окислительно-восстановительная реакция, которая протекает только под действием электричества. В для получения водорода и кислорода проводят электролиз воды. Для протекания реакции необходимо поместить в электролит два электрода, подключенных к источнику питания постоянного тока:

- Анод - электрод к которому подключен положительный проводник;
- Катод - электрод к которому подключен отрицательный проводник.

Ниже представлена принципиальная схема промышленного щелочного электролизера.

Под действием электрического тока вода разделяется на составляющие ее молекулы: водород и кислород. Отрицательно заряженный катод притягивает катионы водорода а положительно заряженный анод - анионы OH^- .

Деминерализованная вода, используемая в промышленных электролизных установках сама по себе является слабым электролитом, поэтому в нее добавляют сильные электролиты для увеличения проводимости электрического тока. Зачастую выбирают электролиты с меньшим катионным потенциалом, чтобы исключить конкуренцию с катионами водорода: KOH или NaOH . Электрохимическая реакция протекающая на электродах выглядит следующим образом:

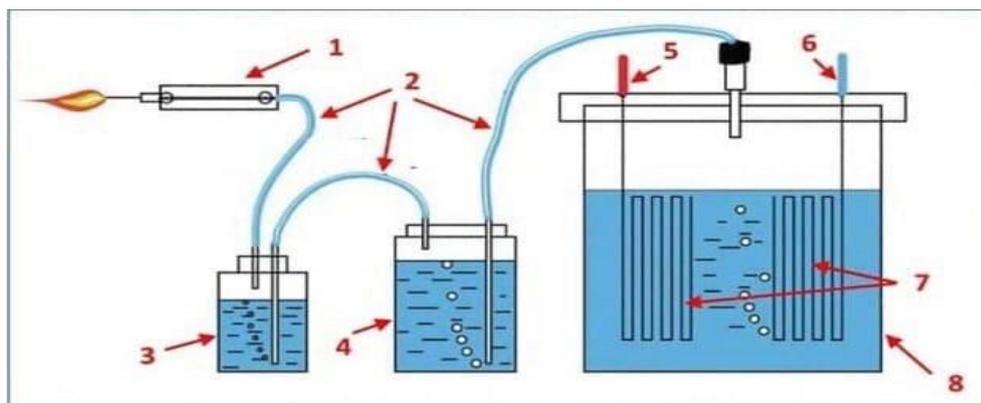


- Реакция на аноде: $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$ - выделение кислорода;
- Реакция на катоде: $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$ - выделение водорода.

Промышленный электролизер собран по биполярной схеме, где между основными электродом и катодом помещены биполярные "промежуточные" электроды имеющие разные заряды по сторонам. Со стороны основного анода, промежуточный электрод имеет катодную сторону, со стороны катода - анодную (см. рисунок). Далее, чтобы получить чистый водород и кислород, требуется разделить газы образующиеся на электродах, и для этого применяют разделительные ионно-обменные мембраны (см. рисунок). Количество получаемого водорода в два раза больше получаемого кислорода и поэтому давление в водородной полости поднимается в два раза быстрее. Для уравнивания давления в полостях применяют уравнивающую давление мембрану на выходе из электролизера, которая предотвращает передавливание водорода в полость кислорода через каналы предназначенные для циркуляции электролита. Данный метод является наиболее применяемым методом в промышленности и позволяет получать газообразный водород с КПД от 50 до 70% производительностью до 500 м³/час при удельных энергозатратах 4,5-5,5 Н² м³/кВт-ч.

ГЛАВА 2

РАБОТА НАД ПРОДУКТОМ



1. Горелка
2. Шланги
3. Вода
4. Окислитель (Ацетон, этиловый спирт, бензин)
5. Плюс (Анод)
6. Минус (Катод)
7. Электроды
8. Реакционная емкость

Характеристики моего реактора

Мин скорость добычи: 100 мл/мин при 2 VDC на ячейку

Макс. скорость добычи: 750 мл/мин при 2,35 VDC на ячейку

Соотношение газов водорода и кислорода в смеси соответственно равно 2 к 1

Высота активной зоны установки: 23 см

Ширина АЗУ: 13 см

Глубина АЗУ: 6 см

Объем АЗУ – 350 мл

Материалы для изготовления

Оргстекло глубиной 8 мм

Нержавейка аустенитного класса AISI 304

Резиновые прокладки глубиной 1 и 4 мм

Болты из нержавеющей стали 80 * 6 мм

Гидроксид калия (KOH) – 25 % / Гидроксид натрия (NaOH) – 15 %

Блок питания LRS-350-12 12 VDC

Шланги 6, 8, 10 мм по внешнему диаметру

Расширительный бачок от АвтоВАЗа

Два шприца 5 мл

Медная проволока для огнепреградительного клапана

Огнепреградительный клапана ПТК К-ГОР

Этанол 95%

Крестовина для обратного удара (баблер)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В течение работы я постепенно узнавал новую для меня информацию и понемногу добавлял ее в проект, а также изготавливал продукт. Основную часть работы я сделал в январе и начале февраля. Самым сложным, как я думаю, было собрать установку, потому что у меня не было надлежащего рабочего места, но в ходе работы я научился правильно сверлить металл даже не имея рабочего места. Я считаю, что справился с поставленной задачей, сделал и узнал все что хотел, раскрыл соответствующую задачам информацию во всех возможных направлениях. Продукт полностью готов к практическому использованию.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Введение в водородную энергетику /Э. Э. Шпильрайн, С. П. Малышенко, Г. Г. Кулешов, под ред. В. А. Легасова. – М.: Энергоатомиздат, 1984.–264 с., ил.
2. Прикладная электрохимия [Текст] : [Учеб. пособие для хим.-технол. специальностей вузов] / Н. П. Федотьев, А. Ф. Алабышев, А. Л. Ротинян и др. ; Под ред. проф. Н. П. Федотьева. - 2-е изд., испр. и доп. - Ленинград : Химия. Ленингр. отд-ние, 1967. - 600 с. : ил.; 22 см.