

Российская Федерация
Пензенская область
Муниципальное бюджетное образовательное учреждение
образования
Средняя общеобразовательная школа №5

Секция «Химия»

Установка для анодирования алюминия

Удалов Алексей Андреевич

02.10.2003

Руководитель проекта

Москалева Лариса Анатольевна

город Кузнецк

2020 год

Оглавление.

Введение.....	3
Основная часть.....	6
Заключение.....	17
Литература.....	17-18

Введение

Цель работы:

На основе имеющегося оборудования изготовить установку для анодирования алюминия.

Актуальность:

Как известно алюминий самый распространённый металл на земле, а кроме того ещё и самый востребованный. Химические и физические свойства алюминия позволяют испытывать практически повсеместно: в машиностроении, авиации, космической промышленности, электро - теплотехнике и т.п.

Алюминий на открытом воздухе быстро окисляется и образует на поверхности защитную микропленку, которая делает металлоизделия из алюминия химически более инертным. Однако, эта естественная защитная пленка мала, поэтому алюминий и его сплавов не вечны: со временем они легко подвергаются коррозии.

Защитить изделия из алюминия, сделать их более долговечными можно с помощью анодирования. Не тратя при этом огромных денег на организацию процесса.

Задачи:

1. Изучить закономерности процесса анодирования в кислотном электролите, а так же процесс окрашивания изделия.
2. Исследовать влияние режимов анодирования на макропараметры и свойства анодирования.
3. Рассмотреть требования к технике безопасности и качеству анодирования.

Предмет исследования:

Процесс анодирования в сернокислотном электролите, свойства анодных пленок, поверхности анодных пленок, процесс окрашивания.

Методы исследования:

1. Изучение специальной литературы, интернет – источников.
2. Эксперимент

Практическая значимость:

1. Главная цель анодирования деталей, при изготовлении из алюминия – повышение срока эксплуатации в условиях воздействия различных агрессивных сред.

2. Способность анодной пленки отлично впитывать красители различного химического состава, делают обработанный алюминий отличным декоративным материалом. Он широко применяется для внешней и внутренней отделки интерьеров зданий и сооружений.

3. В процессе работы я собрал установку для анодирования алюминия. Изучил особенности процесса. Обработал детали данным способом.

История:

Возможность формирования на поверхности алюминия оксидных покрытий при анодной поляризации алюминиевого сплава, находящегося в растворе электролита, и перспективность применения таких покрытий открыл в 1879 году Н.П.Смугинов.

Что такое анодирование?

Анодирование — это процесс создания оксидной плёнки на поверхности некоторых металлов и сплавов путём их анодной поляризации в проводящей среде. Существуют различные виды анодирования, в том числе электрохимическое анодирование — процесс получения оксидного покрытия на поверхности различных металлов (Al, Mg, Ti, Ta, Zr, Hf и др.) и сплавов (алюминиевых, магниевых, титановых) в среде электролита, водного или неводного. Также анодированием называют ещё и оксидирование — создание оксидной плёнки на поверхности изделия или заготовки в результате окислительно-восстановительной реакции.

При анодировании алюминиевых сплавов деталь погружают в электролит (водный раствор серной кислоты (H_2SO_4)) и соединяют с положительным полюсом источника тока (анодом). Однако, сильно упрощённые представления о том, что выделяющийся при этом кислород взаимодействует с алюминием, образуя на его поверхности оксидную плёнку – мало соответствуют реальному механизму электрохимического анодирования (Рис. 1).

В настоящее время алюминий, благодаря своим характеристикам, самый доступный конструкционный металл. Он очень легко поддается обработке, и при высокой прочности имеет сравнительно небольшой вес. Но у него есть существенный минус – легкое окисление, из-за чего металл теряет свою внешнюю привлекательность. Для избавления от этого недостатка используется технология анодирования.

Существует два распространённых вида электрохимического анодирования – «теплое» и «холодное».

Одним из наиболее простых в исполнении процессов считается «теплое» анодирование. С его помощью можно окрасить поверхность металла. Но при простоте исполнения, у такой технологии есть существенный недостаток – получаемое покрытие достаточно хрупкое и плохо сопротивляется внешним воздействием. Более того, при ошибках в работе полученное покрытие может легко стираться даже при проведении по образцу рукой. Поэтому «теплое» анодирование чаще всего используют как предварительный этап обработки изделия, например, покрытие его прочной эпоксидной краской.

А вот «холодное» анодирование наиболее трудно реализуемое в домашних условиях. Отличительной чертой данной технологии является необходимость поддержания низкой температуры процесса. Покрытие, получаемое в результате «холодного» анодирования, твёрдое. Также есть недостаток – это отсутствие возможности использования органических красителей.

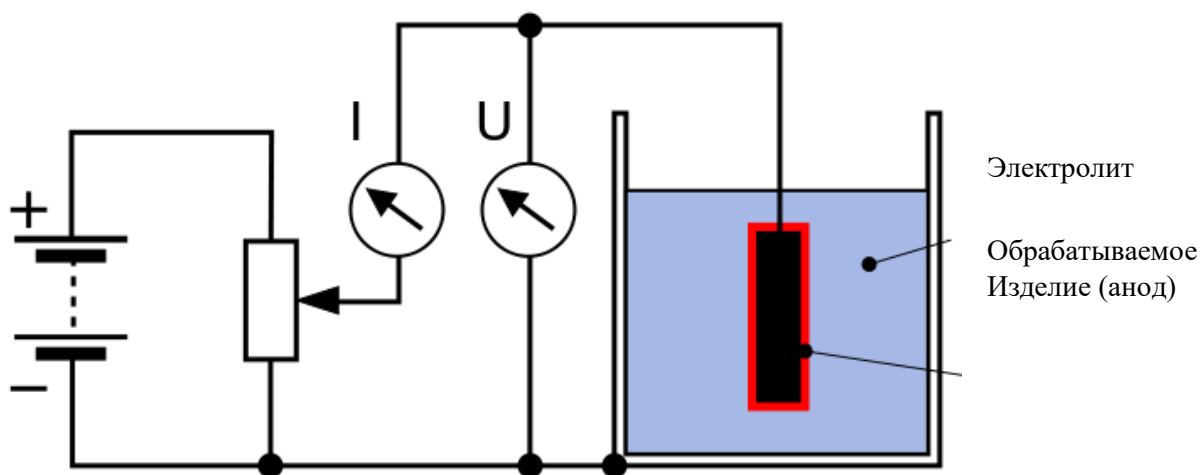


Рис. 1

Основная часть

За основу установки был взят охладитель для газированных напитков. Сам охладитель состоял из двух частей – это змеевик, с расположенным на нём устройством размешивания антифриза (Рис.2), и охлаждающий резервуар, в котором находится змеевик с охлаждающей жидкостью. В холодильнике также находится компрессор и радиатор (Рис.3 и Рис.4).



Рис 2.



Рис 3.



Рис 4.

Для самой установки используется только охлаждающая часть, так как для «холодного» анодирования необходимо поддерживать отрицательную температуру, подбирая её значение в зависимости от условий анодирования. Для контроля температуры и для отсчета времени был собран блок управления на базе Arduino Nano, а для вывода температуры и значения таймера был выбран LCD дисплей 1602 (Рис.5).



Рис 5.

Для установки времени используются две кнопки, расположенные на передней панели блока управления. В блоке установлен зумер, который оповещает об окончании процесса анодирования. Самый подходящий, на мой взгляд, датчик для измерения температуры ds18b20 (Рис.6). Так как нам надо измерять температуру агрессивной среды, датчик помещён в герметичную стеклянную пробирку, с засыпанным внутрь песком (Рис.7). Блок управления питается от зарядного устройства для мобильного телефона на 5V 2A.

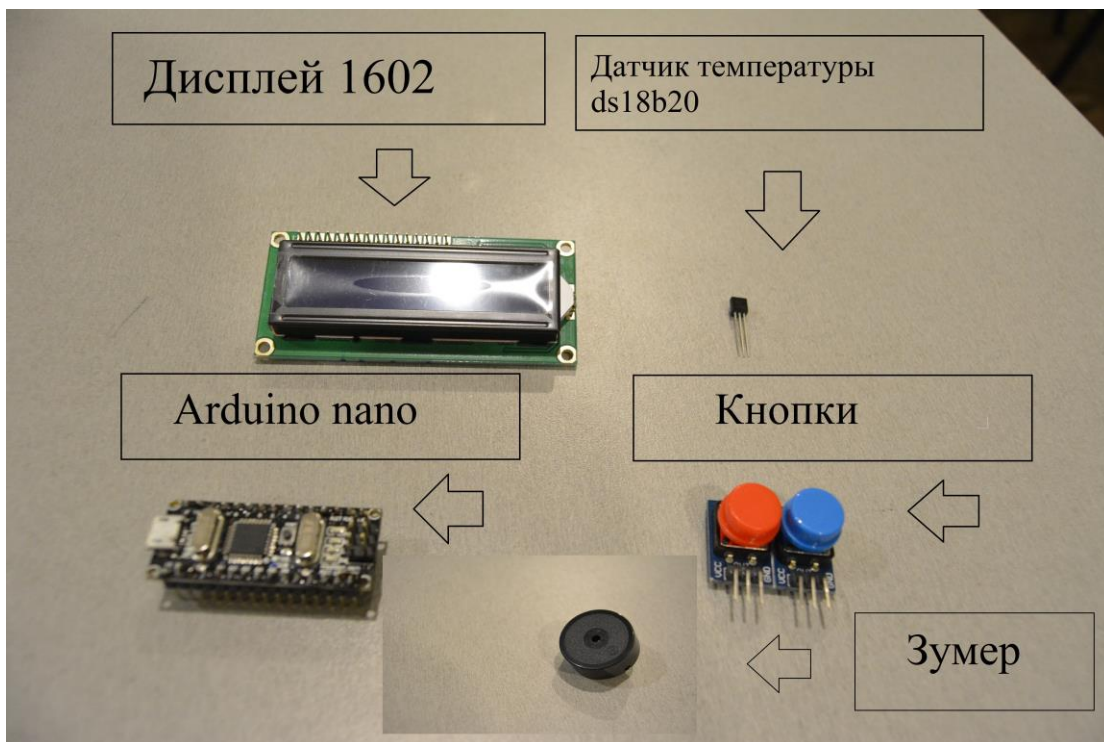


Рис. 6.



Рис. 7.

Сам процесс анодирования происходит в специально изготовленной из пластиковой канистры от антифриза ёмкости на 22 литра. Ёмкость должна соответствовать следующим требованиям: материал емкости должен быть химически устойчив к агрессивным средам (электролит, антифриз) и не

должен обладать электропроводимостью. Катод был изготовлен из свинцового листа толщиной 2 мм, так как мне надо было получить большую площадь соприкосновения электролита с катодом. Чтобы сам процесс происходил более быстрее и качественнее, пришлось разделить полосу на две равные части по длине и спаять их для увеличения площади. Уже спаянная полоса была помещена на дно ёмкости (Рис.8).

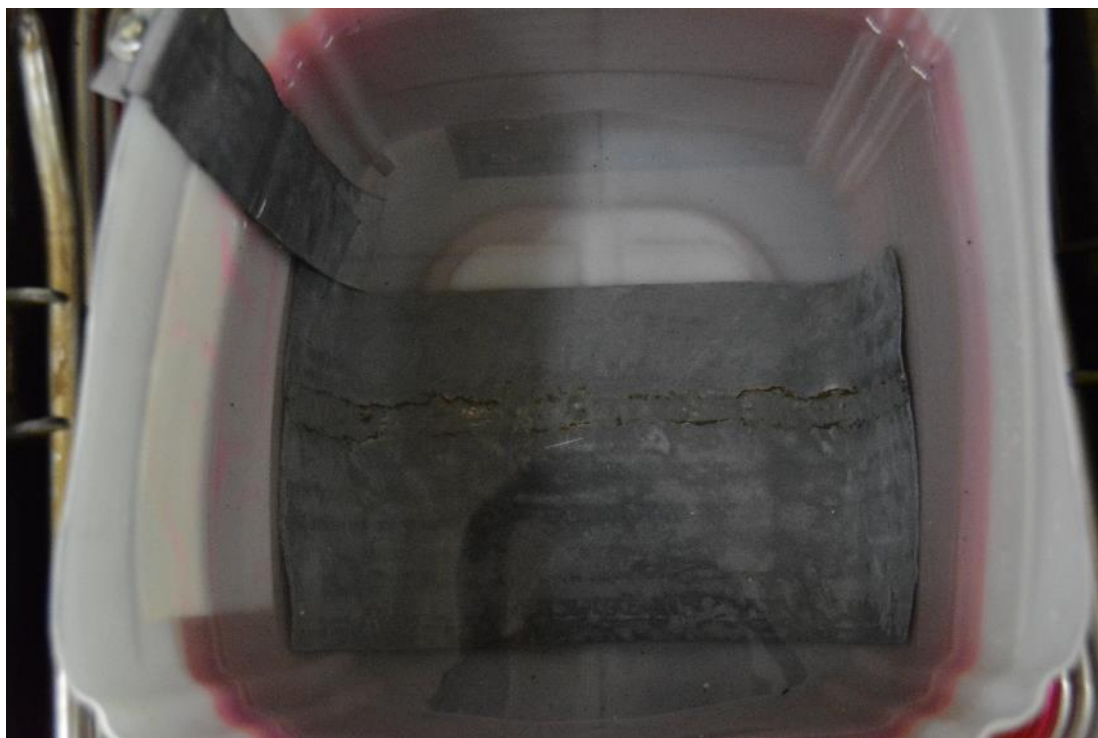


Рис 8.

Чтобы соединить катод с источником питания, мне пришлось выполнить ответвление от спаянной полосы, путём её разрезания, и загнуть её вверх канистры, где просверлил отверстие под контакт для соединения силового провода сечением 10 мм^2 (Рис. 9). Анод был изготовлен из 5 мм полосы, и закреплён на специальный узел крепления его на канистру (Рис. 10,11). Чтобы пластина не имела электрического контакта с корпусом, были изготовлены диэлектрические накладки. Также на анодной пластине было просверлено отверстие диаметром 14 мм, для соединения с силовым проводом. Так как медный провод нельзя соединять с алюминием, из-за возникновения эффекта гальванической пары, было решено выполнить соединение при помощи металлического болта с гайками и шайбами (Рис.12). Для процесса анодирования используется мощный лабораторный блок питания на 30V 30A.



Рис 9.

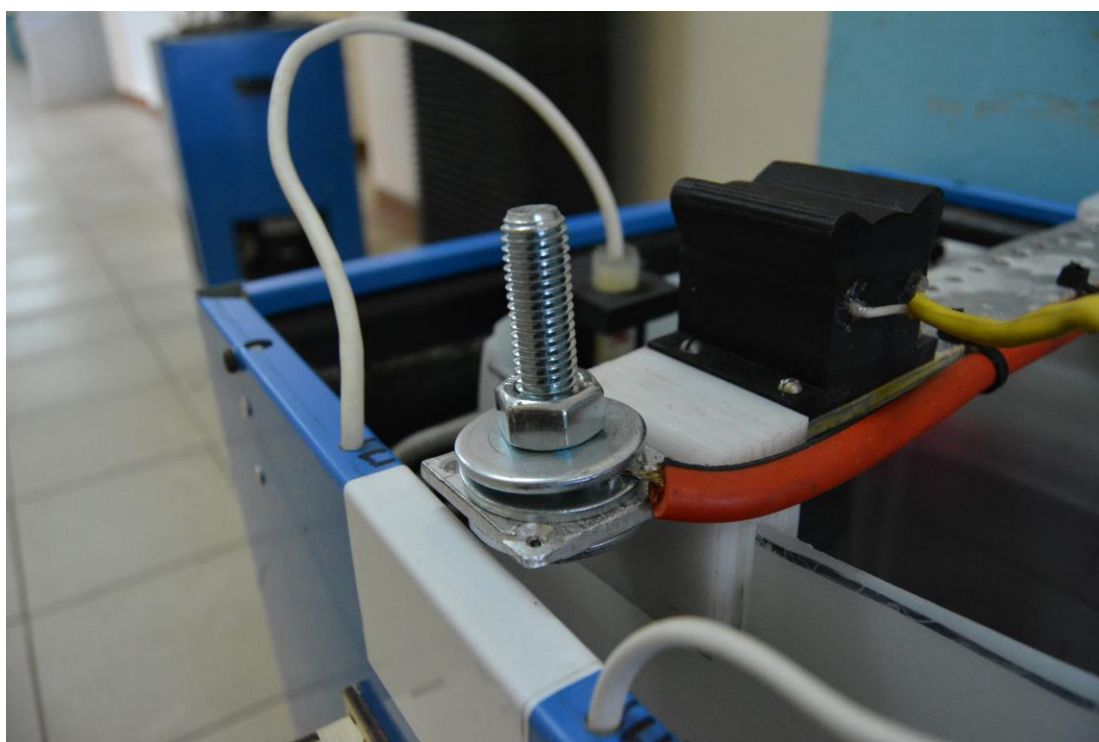


Рис 10.

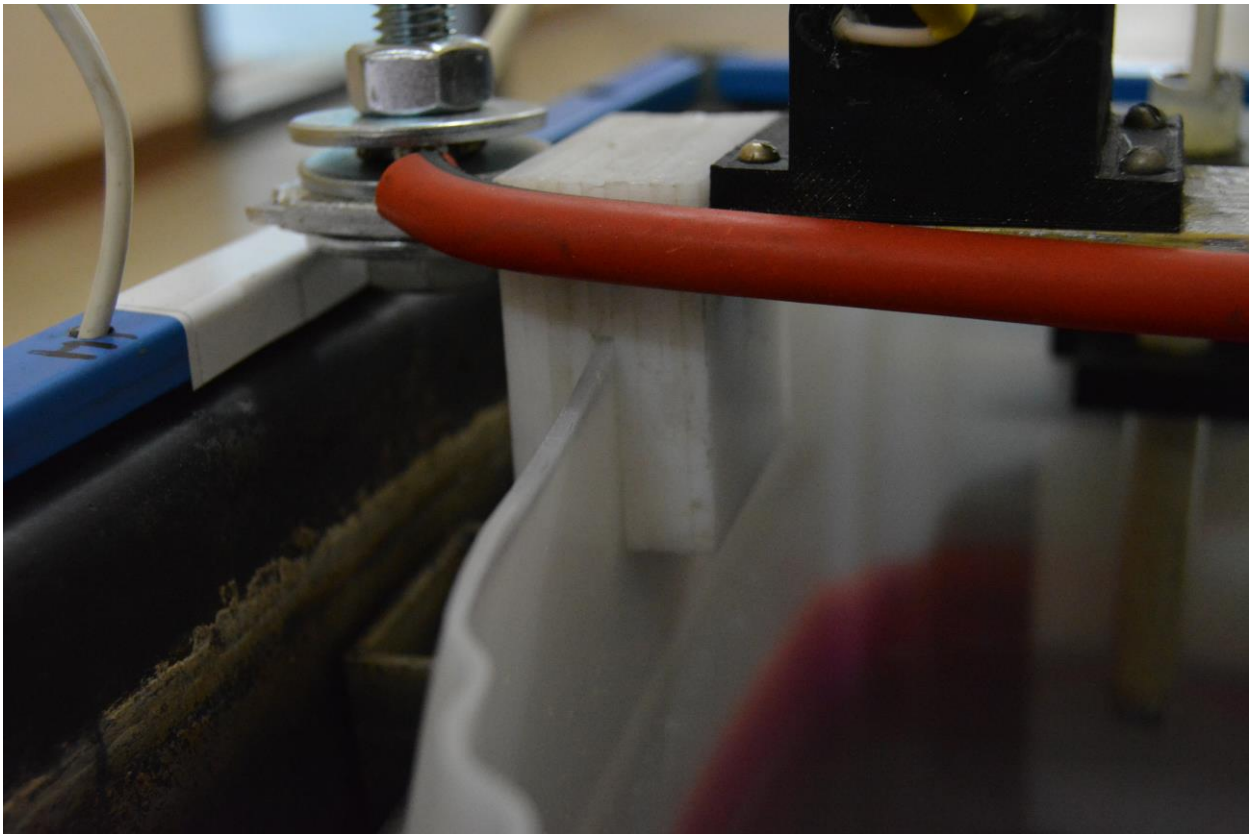


Рис 11.

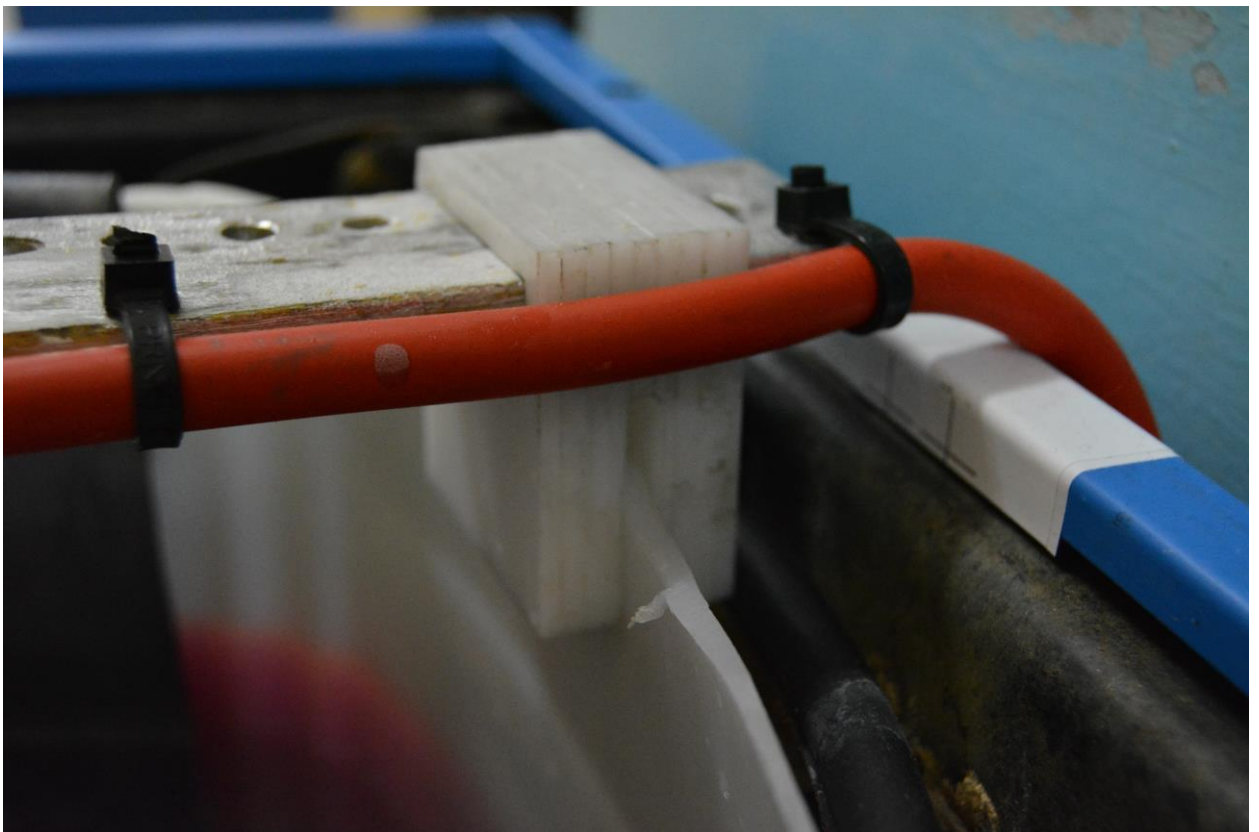


Рис 12.

В процессе анодирования на обрабатываемой детали появляются пузырьки кислорода, которые затрудняют доступ электролита к её поверхности и мешают химическому процессу появления оксидной плёнки. Для удаления этих пузырьков мной было придумано устройство, создающее вибрацию анодной шины, на которой закреплены детали. За основу устройства был взят электродвигатель, рассчитанный на напряжение 12В. Диаметр статора мотора 28 мм, длина 35 мм (Рис. 13).



Рис 13.

В САПР «Компас-3D» был разработан корпус вибромотора, препятствующий проникновению выделяемого в процессе анодирования водорода в электродвигатель (Рис. 14 и Рис. 15). Это условие необходимо для соблюдения техники безопасности. Корпус вибромотора был напечатан на 3D-принтере «PICASO 3D Designer» из чёрного ABS-пластика. После установки двигателя в корпус, на валу двигателя был закреплён эксцентрик – латунная шайба диаметром 15 мм и толщиной 2 мм.

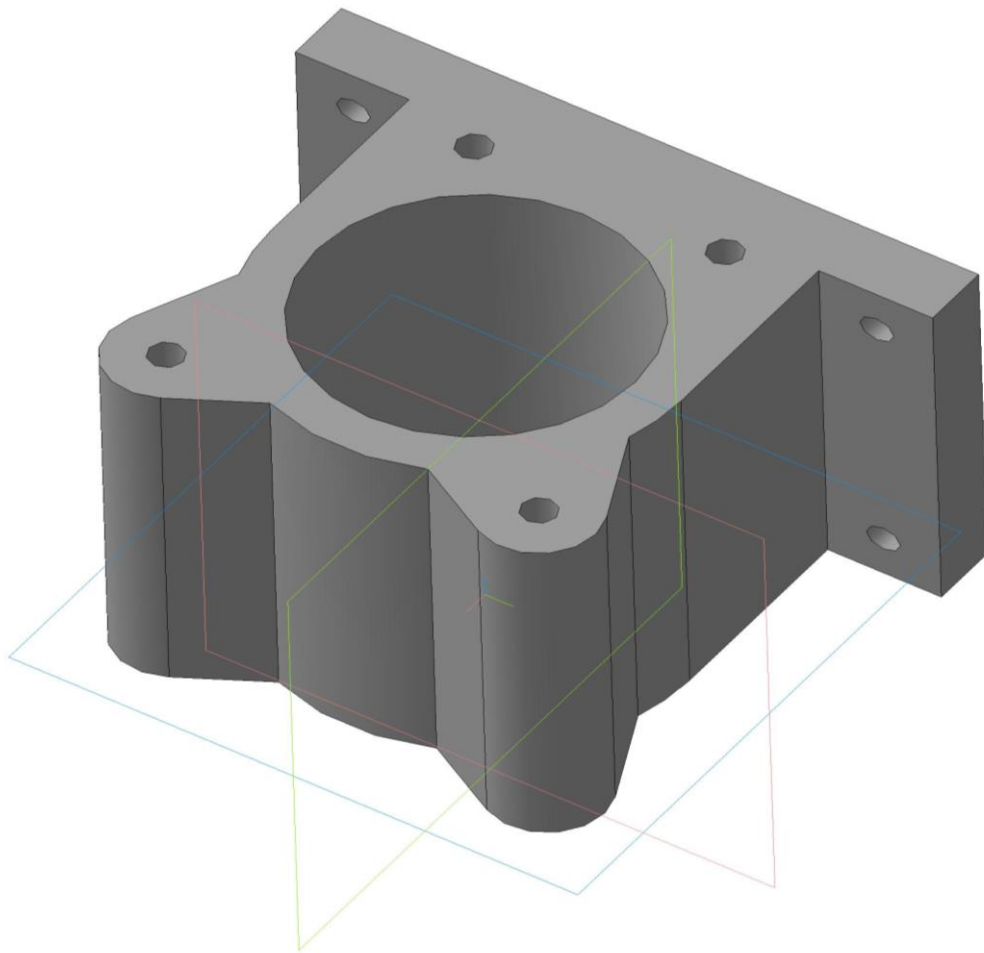


Рис 14.

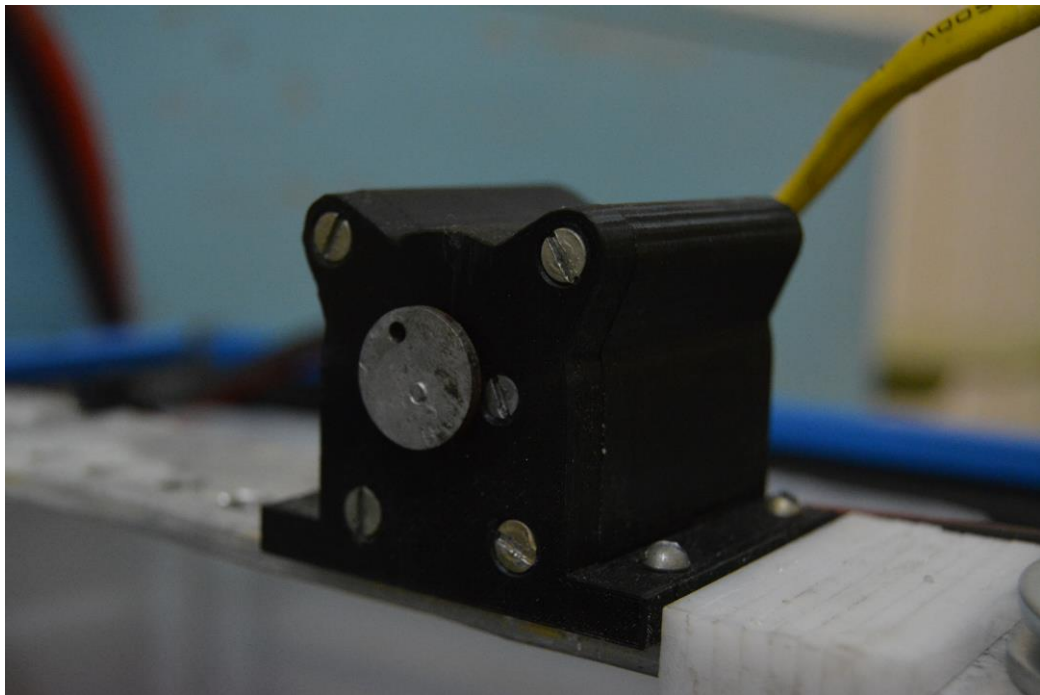
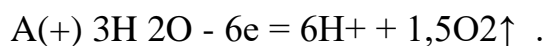


Рис 15.

Химизм

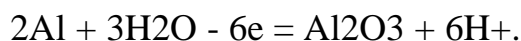
При электрохимическом анодировании применяется процесс электролиза в растворе серной кислоты с нерастворимым алюминиевым анодом. При прохождении электрического тока через электролит на алюминиевом аноде происходит электрохимическое окисление воды по реакции



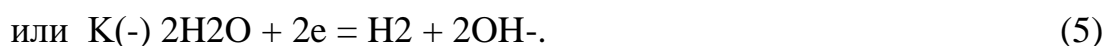
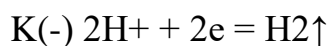
Кислород, полученный при этом, химически окисляет алюминиевую поверхность



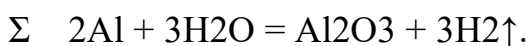
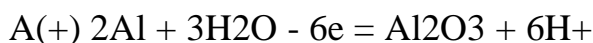
и поверхность примесей, выступающих из кристаллической решетки сплава. В общем виде процесс анодного окисления алюминия можно представить уравнением



Благодаря этому поверхность алюминиевой основы полностью покрывается утолщенной пассивной пленкой, включая и дефекты ее на границах с кристаллами – примесями. Полученная утолщенная пассивная пленка на алюминии и его сплавах обладает весьма высокой твердостью. На катоде происходит восстановление ионов водорода H^+ или молекул воды по реакции



Просуммировав анодную и катодную реакции, получим суммарное уравнение процесса оксидирования (окисления) алюминия



Важным фактором, влияющим на качество анодирования, является температура электролита. При большой температуре поры алюминия становятся больше и деталь впоследствии окрашивается лучше. А при отрицательной температуре поры, наоборот, меньше, и из-за этого деталь не получает ярко выраженный цвет окраски.

Процесс анодирования состоит из следующих этапов:

- закрепление детали на подвесе
- обезжиривание
- анодирование
- окраска
- закрепление наружного слоя

Для достижения нужной силы тока деталь должна хорошо контактировать с подвесом, а подвес с анодной пластиной. Иногда рекомендуется обматывать образец проволокой, но это ненадежно. Хороший зажим должен состоять из алюминиевой резьбовой контактной шпильки, это позволит тщательно прижать электрод к детали.

Прежде чем приступить к анодированию алюминия, необходимо тщательно очистить образец. На нем не должно быть никаких загрязнений. Поверхность обезжиривают и удаляют предыдущий слой металлического оксида, так как его наличие способно помешать равномерному образованию нового покрытия. После удаления всех загрязнений и шлифовки образец окунают в щелочной раствор для того, чтобы на поверхности образовались микропоры, которые увеличили бы плотность поверхности. Этот процесс похож на травление.

Процесс анодирования заключается в следующем. В ванну с электролитом, в качестве которого могут быть растворы как неорганических кислот, например, серной, так и органических, например, щавелевой, погружают изделие, электрически соединённое с анодом. От состояния электролита напрямую зависит качество анодирования, из-за чего следует внимательно отнестись к его выбору и подготовке. При анодировании важным фактором качественного результата является температура электролита. При большей температуре поры алюминия становятся больше и из этого следует, что покрытие будет пористое и более «рыхлое». При отрицательной температуре поры наоборот меньше и из-за этого деталь, приобретает более плотный слой анодирования.

После анодирования поры в металле ещё открыты, эту особенность используют для окрашивания детали в любой цвет, например синий. Краску я подбирал очень долго, но так и не находил нужную по качеству. Позже

оказалось, что хорошая краска у меня была перед носом, ей оказалась мелкодисперсионная краска для струйного принтера. Для испытания коррозионной устойчивости оксидной пленки на поверхность каждого образца наносят (из капельницы, глазной пипеткой) 1...2 капли раствора следующего состава:

HCl (уд. вес 1,19) 25 мл;

K₂Cr₂O₇ 3,0 мл;

H₂O 75 мл.

Реакция, проходящие при определение толщины оксидной пленки:



Толщину оксидной (пассивной) пленки на образцах определяют с помощью табл.1

Температура, 0С	11..13	14..17	18..21	22..26	27..32
Норма времени, мин	10	8	5	4	3

Таблица .1

После анодирования на образце появляются поры различного диаметра, которые необходимо закрыть, чтобы добиться прочности. Для этого необходимо опустить деталь в горячую пресную воду.

Фото готовых изделий.

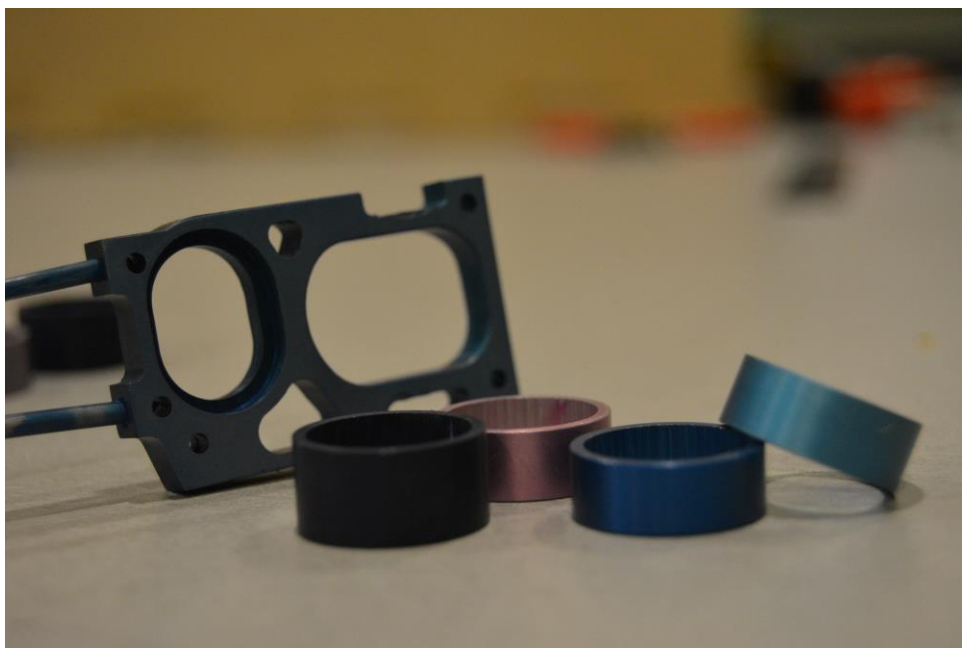


Фото готовой установки



Заключение.

В проводимых мной экспериментах мне удавалось получить довольно качественное анодированное покрытие. Я обрёл новые знания в электрохимической обработке деталей и их окрашивании. Изучил нюансы покраски, и пришёл к выводу, что при «холодном» анодировании покрытие прочнее, чем при «тёплом», но при этом окрашиваются детали при «тёплом» анодировании лучше. Эксперименты в этой области я хочу продолжить, так как много ещё на что следует обращать внимание в процессе окрашивания. При изучении процесса анодирования, я также узнал про окрашивание деталей с помощью химических солей. Этот вопрос я планирую изучить в будущем.

Все детали для изготовления установки можно приобрести через торговую сеть и в интернет-магазинах. Они доступны по своей стоимости, кроме охлаждающего устройства, которое мне, по счастливой случайности удалось приобрести почти бесплатно у местного предпринимателя.

Литература

1. Википедия, свободная энциклопедия Интернета, <http://ru.wikipedia.org>
2. Анодирование <https://oxmetall.ru/metalli/alyuminij/anodirovannyj>

3. Коровин Н.В. Общая химия. – М.: Высш. шк. 2000. – 558 с.
4. Гальванотехника: Справочник. – М.: Металлургия, 1987. – 736 с.
5. Прикладная электрохимия./ Под ред. А.П. Томилова. – М.: Химия, 1984.- 520с.