

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени АБУ РАЙХАНА БЕРУНИ

Факультет: «Электроника и автоматика»

Кафедра: «Теоретическая электротехника и электронные технологии»

Кошаев Азизжон Бахтиёрович

**РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОЛИЗА МЕДИ С
ПОМОЩЬЮ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ**

**Выпускная квалификационная работа
на соискание степени бакалавра по направлению**

Заведующий кафедрой:
Руководитель:

доц: Абидов К.Г
ст.преп Ахмеджанов М. Р

Ташкент 2013

Содержание

Введение.....	
1. Обзор литературы.....	
1.1. Электролиз	
1.2. Электрохимическое осаждение пленок.	
1.3. Метод локального нанесения металлических пленок на поверхности кремния.....	
1.4. Основные принципы работы солнечных батарей.....	
2. Экспериментальная часть.....	
2.1. Разработка установки для электролиза меди с помощью солнечного батарея.....	
2.2. Разработка механической части устройства.....	
2.3. Изготовление зондов.....	
2.4. Вычисление КПД солнечного батарея.....	
2.5. Монтаж и наладка электрической части.....	
3. Получение медных пленок на поверхности пластинки кремния.....	
4. Безопасность жизнедеятельности.....	
5. Экономическая часть.....	
6. Заключение	
.	
Список литературы.....	

ВВЕДЕНИЕ

Электрохимические процессы широко применяются в различных областях современной техники, аналитической химии, биохимии, металлургии и химической промышленности. Электролиз в гидрометаллургии является одной из стадий переработки металлосодержащего сырья, обеспечивающей получение товарных металлов. В цветной металлургии электролиз используется для извлечения металлов из руд и их очистки. Электролизом расплавленных сред получают алюминий, магний, титан, цирконий, уран, и другие. Актуальность электролиза объясняется тем, что многие вещества получают именно этим способом. Например, такие металлы как никель, натрий, чистый водород, получают только с помощью этого метода. Преимущество этого способа в относительной дешевизне и простоте.

На сегодняшний день большой популярностью пользуются различные предметы, покрытые драгоценными металлами, (позолоченные или посеребренные вещи). К тому же металлические изделия покрывают слоем другого металла электролитическим способом с целью защитить его от коррозии.

Таким образом, исследование электрохимических процессов, определение факторов, влияющих на них, установление новых способов использования процессов электролиза в промышленных условиях сохранило свою актуальность и востребованность в наши дни.

Без энергии невозможна жизнь на планете. Физический закон сохранения энергии говорит о том, энергия не может возникнуть из ничего и не исчезает бесследно. Она может быть получена из природных ресурсов, таких как уголь, природный газ или уран, и превращена в удобные для нас формы, например, в тепло или свет. В окружающем нас мире можем находить различные формы накопления энергии, но важнейшим для человека является энергия, которую дают солнечные лучи- солнечная энергия.

Солнечная энергия относится к восстанавливаемым источникам энергии, то есть восстанавливается без участия человека, естественным путем. Это один из экологически безопасных энергетических источников, который не загрязняет окружающую среду. Возможности применения солнечной энергии практически неограниченны и ученые всего мира работают над разработкой систем, которые расширяют возможности использования солнечной энергии.

Один квадратный метр Солнца излучает 62 900 кВт энергии. Это примерно соответствует мощности работы 1 миллиона электрических ламп. Впечатляет такая цифра — Солнце дает Земле каждую секунду 80 тысяч миллиардов кВт, т.е. в несколько раз больше, чем все электростанции мира. Перед современной наукой стоит задача — научиться наиболее полно и эффективно использовать энергию Солнца, как наиболее безопасную. Ученые считают, что повсеместное использование солнечной энергии — это будущее человечества. [1-2]

Цель:

Разработки установки для электролиза меди с помощью солнечной энергии, как одна из самых экологически безопасных энергетических источников, который не загрязняет окружающую среду.

Задача:

1. Назначение прибора — получение (нанесение) медных пленок на поверхности подложки кремния. Получение пленок различной конфигурации.
2. Сборка и испытания установки для получения медных пленок методом локального зондового нанесения и электролитическим методом.
3. Показать что при замене сетевой энергии на солнечной энергии можно получить такие же результаты.

1.1. Электролиз

1.1.1 Понятия электролиза

Электролизом называют окислительно-восстановительный процесс, протекающий на электродах при прохождении электрического тока через раствор или расплав электролита.

Для осуществления электролиза к отрицательному полюсу внешнего источника постоянного тока присоединяют катод, а к положительному полюсу — анод, после чего погружают их в электролизер с раствором или расплавом электролита. Electrodes, как правило, бывают металлические, но применяются и неметаллические, например графитовые (проводящие ток). На поверхности электрода, подключенного к отрицательному полюсу источника постоянного тока (катоде), ионы, молекулы или атомы присоединяют электроны, т. е. протекает реакция электрохимического восстановления. На положительном электроде (аноде) происходит отдача электронов, т. е. реакция окисления. Таким образом, сущность электролиза состоит в том, что на катоде происходит процесс восстановления, а на аноде — процесс окисления. В результате электролиза на электродах (катоде и аноде) выделяются соответствующие продукты восстановления и окисления, которые в зависимости от условий могут вступать в реакции с растворителем, материалом электрода и т. п., — так называемые вторичные процессы. Описывая процессы электролиза нельзя не упомянуть о законах Фарадея.

Первый закон Фарадея

В 1832 году Фарадей установил, что масса m вещества, выделившегося на электроде, прямо пропорциональна электрическому заряду q , прошедшему через электролит:

$$m = k \cdot q = k \cdot I \cdot t \quad (1.1)$$

если через электролит пропускается в течение времени t - постоянный ток с силой тока I . Коэффициент пропорциональности k - называется электрохимическим эквивалентом вещества. Он численно равен массе вещества, выделившегося при прохождении через электролит

единичного электрического заряда, и зависит от химической природы вещества. Вывод закона Фарадея

$$m = m_i N_i \quad (1.2)$$

$$m_i = \frac{\mu}{N_A} \quad (1.3)$$

$$N_i = \frac{\Delta q}{q_i} \quad (1.4)$$

$$\Delta q = I \Delta t \quad (1.5)$$

$$q_i = ez \quad (1.6)$$

где z — валентность атома (иона) вещества, e — заряд электрона

Подставляя (1.3)-(1.6) в (1.2), получим

$$m = \frac{\mu}{zeN_A} I \Delta t \quad (1.7)$$

$$m = \frac{\mu}{zF} I \Delta t \quad (1.8)$$

где $F = eN_A$ — постоянная Фарадея.

$$k = \frac{\mu}{Fz} \quad (1.9)$$

$$m = kI \Delta t \quad (1.10)$$

Второй закон Фарадея

Электрохимические эквиваленты различных веществ относятся, как их химические эквиваленты.

Химическим эквивалентом иона называется отношение молярной массы A иона к его валентности z .

$$k = \frac{1}{F} \cdot \frac{A}{z} \quad (1.11)$$

где F — постоянная Фарадея.

Второй закон Фарадея записывается в следующем виде:

$$m = \frac{M \cdot I \cdot \Delta t}{n \cdot F} \quad (1.12)$$

где M — молярная масса данного вещества, образовавшегося в результате электролиза, г/моль; I — сила тока, пропущенного через вещество или смесь веществ (раствор, расплав), А; Δt — время, в течение которого проводился электролиз, с; F — постоянная Фарадея, Кл·моль⁻¹; n — число участвующих в процессе электронов, которое при достаточно больших значениях силы тока равно абсолютной величине заряда иона (и его противоиона), принявшего непосредственное участие в электролизе (окисленного или восстановленного). Однако это не всегда так; например, при электролизе раствора соли меди(II) может образовываться не только свободная медь, но и ионы меди(I) (при небольшой силе тока). [3-6]

1.1.2. Материалы электродов

Электроды могут служить многие металлы, графит и некоторые окислы, обладающие электронной или дырочной проводимостью. При прохождении постоянного тока на катоде накапливаются электроны, которые ассимилируются ионами или молекулами, содержащимися в растворе; на аноде ионы, атомы или молекулы отдают электроны. На катоде могут выделяться газообразные, твердые нерастворимые или растворимые в электролите вещества. Водород при электролитическом выделении способен растворяться в некоторых металлах (платина, палладий, железо, никель). Если катодом служат окислы железа, свинца и других металлов, то они восстанавливаются атомарным водородом до свободных металлов. При анодной реакции в первую очередь окисляется вещества с более отрицательным окислительным потенциалом. Если продукты окисления анода нерастворимы, на нем может образоваться пассивирующая окисная или солевая пленка, в результате чего потенциал анода смещается в положительную сторону и становится возможным окисление одного из веществ, содержащихся в растворе.

Металлические аноды могут быть: а) нерастворимыми или инертными (Pt, Au, Ir, графит или уголь и др.), при электролизе они служат лишь передатчиками электронов; б) растворимыми (активными); при электролизе они окисляются.

При прохождении *переменного тока* через электролизер полярность электродов периодически меняется, что приводит к чередованию на одном и том же электроде процессов окисления и восстановления. В этом случае продукты электролиза взаимодействуют между собой или превращаются электрохимическим путем в исходные вещества. Поэтому переменный ток в электролизе не применяется.

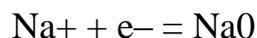
Выбирая *материал для катода*, учитывают способность металла поглощать водород, коррозионную стойкость его, а также влияние на скорость реакции восстановления.

Сложнее обстоит дело с выбором *материала для анода*, поскольку он способен окисляться. Анод не будет растворяться, если его окислительный потенциал больше, чем у веществ, содержащихся в растворе; вещество анода должно труднее окисляться, чем вещество, которое желательно окислить. Наиболее трудно окисляются платина, золото, серебро, графит. При электрографинировании и электрополировке (полировка металла с применением электроэнергии), гальванопластике и гальваностегии аноды изготавливают из того же металла, какой восстанавливается на катоде. Тогда вещество анода окисляется и в виде катионов переходит в раствор. Катионы, достигая катода, восстанавливаются на нем снова до металла

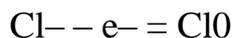
1.1.3 Процессы, происходящие на катоде и аноде

В растворах и расплавах различных электролитов имеются разноименные по знаку ионы, т.е. катионы и анионы, которые находятся в хаотическом движении. Но если в такой расплав электролита, например расплав хлорида меди NaCl, опустить электроды и пропускать постоянный электрический ток, то катионы Na^+ будут двигаться к катоду, а анионы Cl^- — к аноду.

На катоде электролизера происходит процесс восстановления катионов Na^+ электронами внешнего источника тока:



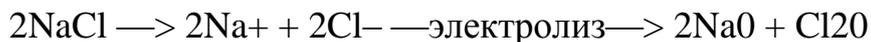
На аноде идет процесс окисления анионов хлора, причем отрыв избыточных электронов от Cl^- осуществляется за счет энергии внешнего источника тока:



Выделяющиеся электронейтральные атомы хлора соединяются между собой, образуя молекулярный хлор:

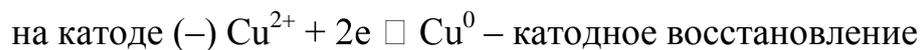


который и выделяется на аноде. Суммарное уравнение электролиза расплава хлорида натрия:



Окислительно-восстановительное действие электрического тока может быть во много раз сильнее действия химических окислителей и восстановителей. Меняя напряжение на электродах, можно создать почти любой силы окислители и восстановители, которыми являются электроды электролитической ванны или электролизера.

Так, при электролизе расплава хлорида меди (II) электродные процессы могут быть выражены полуреакциями:



Общая реакция электрохимического разложения вещества представляет собой сумму двух электродных полуреакций, и для хлорида меди она выразится уравнением: [6]



При электролизе щелочей и солей оксокислот на аноде выделяется кислород:



1.1.4. Электролиты

Электролиты - вещества, в которых в заметной концентрации присутствуют ионы, обуславливающие прохождение электрического тока (ионную проводимость). Электролиты также называют проводниками второго рода. В узком смысле слова электролиты, вещества, молекулы которых в растворе вследствие электролитической диссоциации распадаются на ионы. Различают электролиты твердые, растворы электролитов и ионные расплавы. Растворы электролитов часто также называют электролитами. [7-9]

1.1.5. Электролиз водных растворов

Может проходить как без участия, так и с участием молекул воды, в которой растворен электролит. В качестве примера рассмотрим:

Электролиз водного раствора сульфата меди (II) – CuSO_4 .

На катоде (–) выделяется и осаждается чистая медь, на аноде (+) выделяется кислород. В водном растворе CuSO_4 диссоциирует на ионы:



К катоду движется катион меди, принимает два электрона и восстанавливается с образованием меди. К аноду движется сульфат-анион. Но: анионы кислородсодержащих кислот на аноде не окисляются, а вместо них окисляются молекулы воды с образованием молекулярного кислорода и катионов водорода. Что же остается в растворе? Сульфат-анионы и катионы водорода, которые могут образовать молекулы серной кислоты.

Электролиз раствора соли CuSO_4

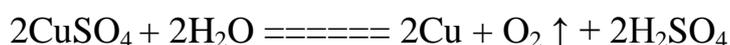


катод (–) анод (+)



В растворе: H^+ , SO_4^{2-}

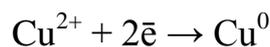
электролиз



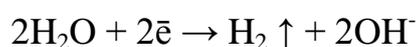
Чтобы узнать, что при электролизе растворов будет образовываться на катоде существует несколько правил:

Для катодных процессов обращаемся к электрохимическому ряду напряжений металлов.

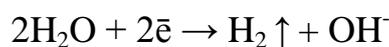
1 правило. Если металл расположен в электрохимическом ряду после водорода (т.е. от Cu до Au включительно), то при электролизе раствора соли такого металла восстанавливается сам металл.



2 правило. Если металл расположен в электрохимическом ряду до алюминия включительно (от Li до Al), то на катоде будут восстанавливаться молекулы воды с образованием водорода.

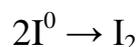


3 правило. Если металл расположен между Al и водородом в электрохимическом ряду, восстанавливаться будет и сам металл, и молекулы воды.

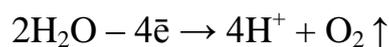


Для анодных процессов.

1 правило. Анионы бескислородных кислот (кроме F⁻) легко окисляются:



2 правило. Анионы кислородсодержащих кислот и анион F⁻ сами не окисляются, а вместо них окисляются молекулы воды и выделяется кислород. [9-12]



1.1.6. Практическое применение электролиза

Электрохимические процессы широко применяются в различных областях современной техники, в аналитической химии, биохимии в

химической промышленности. При этом одни вещества получают путем восстановления на катоде, другие электроокислением на аноде.

В металлургическом производстве электролизом из растворов получают многие химически чистые металлы: медь, цинк, никель, кобальт, кадмий, марганец.

ГидроэлектрOMETаллургия - это способ получения металлов путем электролиза водных растворов соединений этих металлов, включающий специальные этапы подготовки электролита. Поскольку электролизу подвергаются только очищенные от вредных примесей водные растворы электролитов, то схема подготовки электролита включает следующие этапы:

- подготовка руды или концентрата к растворению содержащегося в них металла;
- растворение, или выщелачивание, руды;
- определение вредных для электролиза примесей и очистка от них раствора;
- моделирование состава электролита для более эффективного протекания электролиза.

Гидрометаллургия отличается тем, что извлечение металлов происходит методами растворения

Электролизом из расплавов на графитовых электродах получают щелочные, щелочноземельные металлы и алюминий. Однако такое производство металлов относится к экологически вредным, т.к. продуктами окисления на аноде являются отравляющие вещества - диоксин, фтор, хлор (сопутствующие примеси в рудах металлов).

В химической промышленности электролизом раствора хлорида натрия на графитовых электродах получают химически чистый водород H_2 (К);

Электролизом получают в промышленных количествах пероксиды водорода и металлов, такие соли, как гипохлориты, хлораты, хроматы, перманганаты, органические вещества (например, анилин из нитробензола).

Получение гальванопокрытий. Гальванотехника – область прикладной электрохимии, занимающаяся процессами нанесения металлических

покрытий на поверхность как металлических, так и неметаллических изделий при прохождении постоянного электрического тока через растворы их солей. Гальванотехника подразделяется на гальваностегию и гальванопластику. ..

Гальваностегия (от греч. покрывать) – это электроосаждение на поверхность металла другого металла, который прочно связывается (сцепляется) с покрываемым металлом (предметом), служащим катодом электролизера. Перед покрытием изделия необходимо его поверхность тщательно очистить (обезжирить и протравить), в противном случае металл будет осаждаться неравномерно, а кроме того, сцепление (связь) металла покрытия с поверхностью изделия будет непрочной. Способом гальваностегии можно покрыть деталь тонким слоем золота или серебра, хрома или никеля. С помощью электролиза можно наносить тончайшие металлические покрытия на различных металлических поверхностях. При таком способе нанесения покрытий, деталь используют в качестве катода, помещенного в раствор соли того металла, покрытие из которого необходимо получить. В качестве анода используется пластинка из того же металла . Толщина покрытий составляет от 1 до 100мкм. Назначение покрытий может быть различным: защита поверхности от коррозии, декоративное покрытие, для улучшения физико-механических и электрических свойств (повышения электрической проводимости, твердости и износостойкости, магнитной восприимчивости, уменьшение коэффициента трения, улучшение отражающей способности поверхности), подготовка к сцеплению с металлом во время пайки и т.п.[7,11]

1.2 Электрохимическое осаждение пленок

Электрохимическое осаждение пленок как метод известно уже давно. Аппаратура для проведения процесса в основном весьма проста и состоит из анода и катода, погруженных в соответствующий электролит. Металл осаждается на катоде, и соотношение между весом осаждаемого материала и параметрами процесса можно выразить с помощью первого и второго законов электролиза, которые гласят:

- Вес осажденного материала пропорционален количеству электричества, прошедшему через раствор.
- Вес материала, осажденного при прохождении через раствор одинакового количества электричества, пропорционален электрохимическому эквиваленту E .

Выражая законы с помощью уравнений, можно записать, что вес материала, осаждаемого на единицу поверхности G/A ,

$$G/A = J \cdot t \cdot E \cdot \alpha \text{ г} \cdot \text{см}^{-2}, \quad (1.2.1)$$

где J – плотность тока; t – время. Это выражение включает еще одну величину, коэффициент эффективности тока α , представляющий собой отношение действительного количества осажденного материала к подсчитанному теоретически; α принимает значения в интервале от 0,5 до 1.

Уравнение (1.2.1) легко записать таким образом, чтобы получить выражение для определения скорости осаждения. Если слой толщиной l осаждается за время t , скорость осаждения l/t выразится соотношением

$$l/t = J \cdot E \cdot \alpha / \rho \text{ см} \cdot \text{с}^{-1}, \quad (1.2.2)$$

где ρ – плотность материала осаждаемой пленки.

Это метод получения пленок отличается от предыдущих тем, что рабочей средой является жидкость. Однако характер процессов сходен с ионно-

плазменным напылением, поскольку и плазма, и электролит представляют собой квазинейтральную смесь ионов и неионизированных молекул или атомов. А главное, осаждение происходит также постепенно (послойно) как и напыление, т.е. обеспечивает возможность получения тонких пленок.

Электрохимическое осаждение исторически развилось значительно раньше других рассмотренных методов – еще в XIX веке. Уже десятки лет назад оно широко использовалось в машиностроении для разного рода гальванических покрытий (никелирование, хромирование и т. п.). В микроэлектронике электрохимическое осаждение не является альтернативой термическому и ионно-плазменному напылению;

В основе электрохимического осаждения лежит электролиз раствора, содержащего ионы необходимых примесей. Например, если требуется осадить медь, используется раствор медного купороса, а если золото или никель – растворы соответствующих солей.

Ионы металлов дают в растворе положительный заряд. Поэтому, чтобы осадить металлическую пленку, подложку следует использовать как катод. Если подложка является диэлектриком или имеет низкую проводимость, на нее предварительно наносят тонкий металлический подслой, который и служит катодом. Подслой можно нанести методом термического или ионно-плазменного напыления.

Чтобы осуществить электрохимическое анодирование, окисляемую пленку металла следует использовать как анод, а электролит должен содержать ионы кислорода.

Большое преимущество электрохимического осаждения перед напылением состоит в гораздо большей скорости процесса, которая легко регулируется изменением тока. Поэтому основная область применения электролиза в микроэлектронике – это получение сравнительно толстых пленок (10 – 20 мкм и более). Качество (структура) таких пленок хуже, чем при напылении, но для ряда применений они оказываются вполне приемлемыми [15]

1.3 Метод локального нанесения пленок

1.3.1. Физико-химические основы метода локального зондового нанесения

Наиболее широкое применение в зондовой литографии получил метод локального зондового нанесения.

Суть метода связана с протеканием электрохимической реакции под проводящим зондом, способный наносить на поверхности при приложении к ней положительного смещения относительно зонда (рис. 1.3.1).

В настоящее время зондовое нанесение является хорошо изученным процессом. Во влажной атмосфере на поверхности зонда и подложки имеется несколько монослоев адсорбированной влаги, которые образуют соединяющий мениск. Такого рода двухэлектродную электрохимическую систему принято называть наноячейкой. Под действием электрического поля, создаваемого между зондом и проводящей поверхностью, на подложке образуются нанометровые нанесенные участки. Размеры образующихся наносимых областей зависят как от электрических режимов модификации, так и от внешних атмосферных условий. Медный купорос в качестве электролита, расходуемая на нанесение, поступает в зазор между зондом и поверхностью из воздуха. При постоянной разности потенциалов, прикладываемой между зондом и подложкой, основное падение напряжения происходит в растущем оксиде. Локальное распределение скорости образования оксида определяется разностью потенциалов в каждой точке, что приводит к зависимости толщины оксида от расстояния между зондом и данной точкой на поверхности.

Зондовое нанесение имеет ту особенность, что на начальных стадиях окисления существенную роль могут играть процессы туннельного переноса электронов с зонда в подложку через естественный оксид. Эта схема может

стать преобладающей на всем протяжении процесса зондового воздействия, если зонд и подложка разделены вакуумом (или в отсутствие

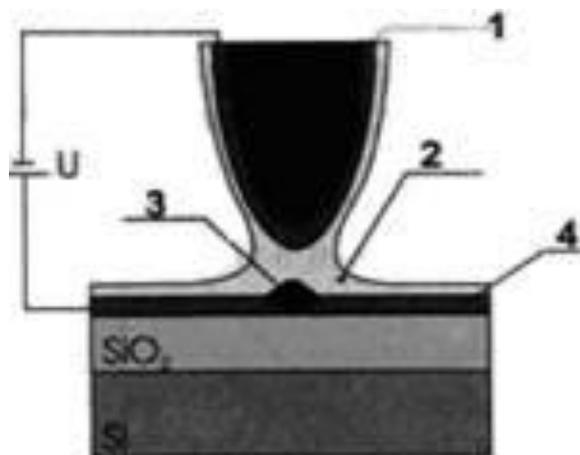


Рис. 1.3.1. Принципиальная схема электрохимической ячейки: 1- проводящее покрытие; 2 — слой адсорбата; 3 — анодный оксид; 4 — наносимая пленка металла.

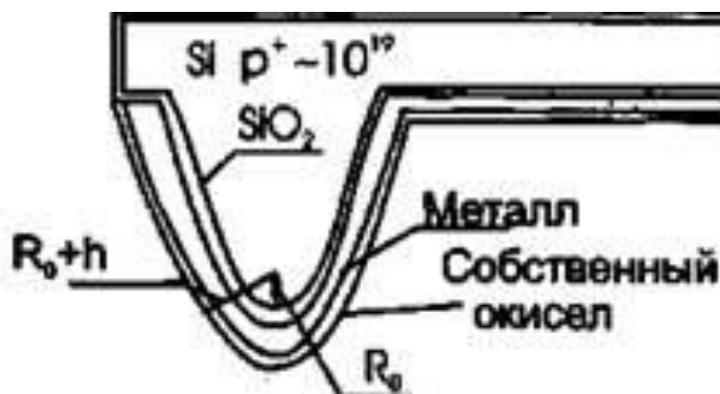


Рис. 1.3.2. Схематическое изображение иглы кантилевера с металлическим проводящим покрытием.

адсорбированной воды на поверхности). Тогда в пленке могут происходить локальные разогревы, сопровождающиеся фазовыми или структурными превращениями, а в случае органических адсорбатов — полимеризацией. Одним из путей уменьшения ширины линий, формируемых при нанесении, является увеличение расстояния между зондом и подложкой. Максимально допустимый подъем зонда над поверхностью следует определять по величине силового гистерезиса, устанавливаемого экспериментально для выбранных материалов и внешних условий.

1.3.2. Особенности создания электропроводящих зондов

В настоящее время как у нас в стране, так и за рубежом ведутся интенсивные работы по созданию конструктивно-технологических вариантов проводящих кантилеверов, способных удовлетворить все возрастающие требования исследователей. Основой для создания проводящих кантилеверов являются кремниевые или нитридные кантилеверы. В качестве покрытий кантилеверов используют в основном благородные металлы и их соединения, обладающие химической инертностью и, следовательно, обеспечивающие создание покрытий с неокисляемой поверхностью. Однако зонды с этими покрытиями характеризуются невысокой износостойкостью и низкой электромиграционной стойкостью.

В тех случаях, когда исследуемая поверхность покрыта естественной пленкой диэлектрика (например, кремниевая подложка), используют зонды на основе сверхтвердых материалов, которые могут выдержать высокое давление, необходимое для проникновения через естественную пленку окисла. В этом случае зонды изготавливают из легированного алмаза или используют кремниевые кантилеверы с осажденным на них алмазным покрытием. Легированные алмазные зонды имеют повышенное по

сравнению с металлическими зондами электрическое сопротивление. Кроме того, зонды и кантилеверы на основе алмаза имеют значительный радиус кривизны игл, так как наносимая алмазная пленка имеет толщину около 100 нм, что ограничивает возможности исследования объектов меньших размеров. Наряду с покрытиями на основе благородных металлов и алмаза исследователи применяют тонкие пленки тугоплавких металлов, таких как молибден и вольфрам. Данные покрытия отвечают требованиям хорошей проводимости, повышенной твердости, электромиграционной стойкости. Но при работе в химически агрессивных средах требуется химически стойкое проводящее покрытие. Химически стойкое покрытие должно быть и потому, что при работе в контактном режиме АСМ и измерении тока, протекающего через контакт игла — поверхность, возможно осуществление химической реакции материала покрытия с кислородом воздуха или адсорбционными слоями из-за высоких плотностей тока и напряженности электрического поля. Указанные материалы не отличаются химической инертностью, кроме того пленки этих материалов содержат на своей поверхности слой естественного окисла.

На рис. 1.3.2 показано поперечное сечение кремниевого кантилевера с металлическим проводящим покрытием. Первоначальный радиус кантилевера составляет R_0 и находится в пределах 10 нм. После нанесения тонкой пленки металла происходит увеличение радиуса кривизны на толщину покрытия h . Кремниевые игла и балка кантилевера, как правило, являются высоколегированными, т.е. в принципе проводящими. Следовательно, можно было бы на поверхности кантилевера осаждать пленку химически инертного металла с минимально возможной толщиной. В этом случае проводимость кантилевера будет определяться в основном высоколегированной кремниевой его частью, а сверхтонкое покрытие будет обеспечивать лишь защитные свойства, т.е. предотвращать образование естественного окисла на поверхности кремния. Однако, такой подход может быть осуществим только при обеспечении тесного контакта проводящего

покрытия с кремнием, т.е. при отсутствии на границе раздела: пленка-кремний естественной пленки окисла кремния. [16]

Исходя из детального анализа исследовательских задач, были сформулированы следующие основные требования к конструктивным и физическим параметрам проводящих зондов:

- высокая проводимость покрытия зондов;
- повышенная твердость, износостойкость покрытия;
- сплошность покрытия при его толщине от единиц нм;
- отсутствие естественного окисла на поверхности проводящего покрытия и на границе раздела: покрытие — кремний;
- химическая инертность покрытия; малый уровень встроенных механических напряжений в двухслойной структуре: тонкопленочное покрытие — кремниевая балка;
- малый радиус кривизны острия иглы кантилевера.

1.4 Основной принцип работы СЭ

1.4.1. Фотоэлектрический эффект

Для генерации электричества от солнца вам нужен солнечный модуль, который состоит из одного или многих солнечных фотоэлектрических элементов. Когда на солнечный элемент падает солнечный свет, материал солнечного элемента поглощает часть солнечного света (фотоны). Каждый фотон имеет малое количество энергии. Когда фотон поглощается, он инициирует процесс освобождения электрона в солнечном элементе. Вследствие того, что обе стороны фотоэлектрического элемента имеют токоотводы, в цепи возникает ток когда фотон поглощается. Солнечный элемент генерирует электричество, которое может быть использовано сразу или сохранено в аккумуляторной батарее.

Пока солнечный элемент освещается, процесс образования свободных электронов продолжается и генерируется электричество. Материалы, из которых делается элемент - это полупроводники с особыми свойствами.

Простейшая конструкция солнечного элемента (СЭ) - прибора для преобразования энергии солнечного излучения - на основе монокристаллического кремния показана на рис. 1.4.1. На малой глубине от поверхности кремниевой пластины р-типа сформирован р-n-переход с тонким металлическим контактом. На тыльную сторону пластины нанесен сплошной металлический контакт.

Когда СЭ освещается, поглощенные фотоны генерируют неравновесные электрон-дырочные пары. Электроны, генерируемые в р-слое вблизи р-n-перехода, подходят к р-n-переходу и существующим в нем электрическим полем выносятся в n-область. Аналогично и избыточные дырки, созданные в n-слое, частично переносятся в р-слой (рис. 1.4.1а). В результате n-слой приобретает дополнительный отрицательный заряд, а р-слой - положительный. Снижается первоначальная контактная разность потенциалов между р- и n-слоями полупроводника, и во внешней цепи появляется напряжение (рис. 1.4.1б). Отрицательному полюсу источника тока соответствует n-слой, а р-слой - положительному.

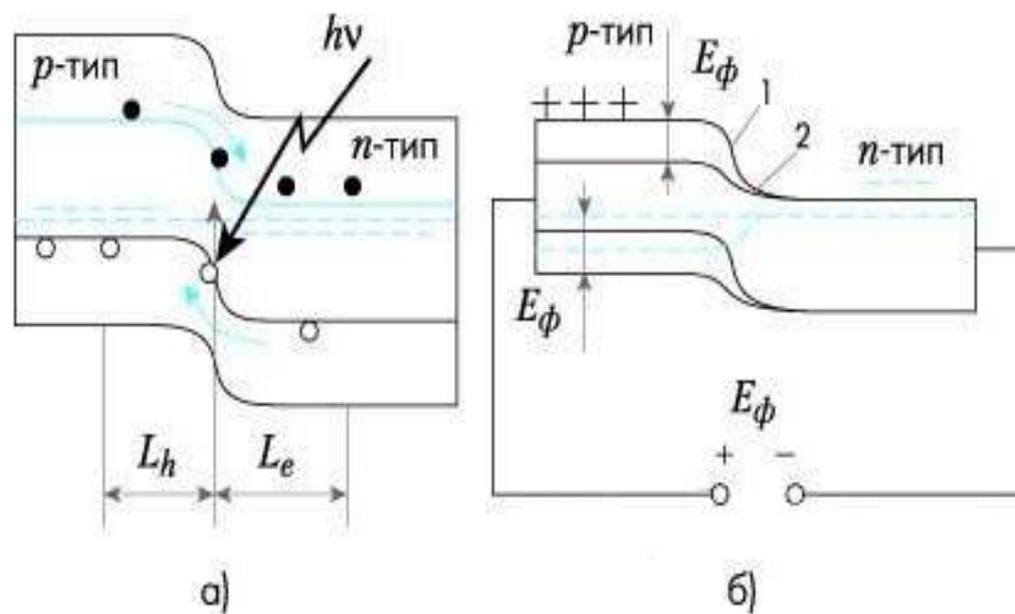


Рис.1.4.1. Зонная модель разомкнутого р-п-перехода: а) - в начальный момент освещения; б) - изменение зонной модели под действием постоянного освещения и возникновение фотоЭДС

Величина установившейся фотоЭДС при освещении перехода излучением постоянной интенсивности описывается уравнением вольт-амперной характеристики (ВАХ) (рис.4):

$$U = (kT/q) \ln((I_{ph}-I)I_s+1)$$

где I_s - ток насыщения, а I_{ph} - фототок.

ВАХ поясняет эквивалентная схема фотоэлемента (рис. 1.4.2), включающая источник тока $I_{ph}=SqN_0Q$, где S - площадь фотоэлемента, а коэффициент собирания Q - безразмерный множитель (<1), показывающий, какая доля всех созданных светом электронно-дырочных пар (SN_0) собирается p-n-переходом. Параллельно источнику тока включен p-n-переход, ток через который равен $I_s[e^{qU/kT}-1]$. p-n-Переход шунтирует нагрузку, и при увеличении напряжения ток через него быстро возрастает. В нагрузку (сопротивление R) отбирается ток I .

Уравнение ВАХ справедливо и при освещении фотоэлемента светом произвольного спектрального состава, изменяется лишь значение фототока I_{ph} . Максимальная мощность отбирается в том случае, когда фотоэлемент находится в режиме, отмеченном точкой а (см. рис. 1.4.2).

Максимальная мощность, снимаемая с единицы площади, равна

$$P = I_{ph} * U = x * I_{кз} * U_{хх} ,$$

где x - коэффициент формы или коэффициент заполнения вольт-амперной характеристики, $I_{кз}$ - ток короткого замыкания, $U_{хх}$ - напряжение холостого хода.

При освещении кремниевый солнечный элемент генерирует электрическое напряжение величиной 0,5 В. Независимо от типа и схемы включения все (большие и малые) кремниевые солнечные элементы генерируют напряжение 0,5 В.

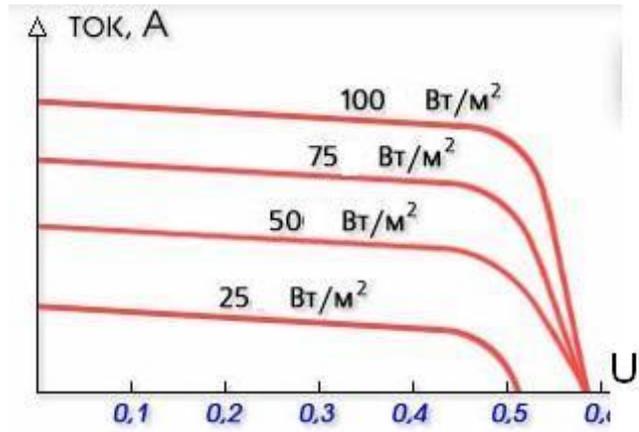


Рис .1.4.2. Вольт-амперная характеристика солнечного элемента

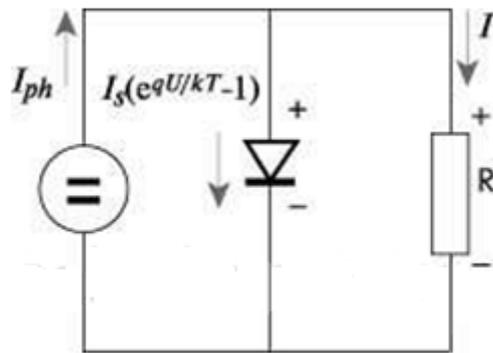


Рис. 1.4.3. Эквивалентная схема солнечного элемента



Рис. 1.4.4. Последовательное соединение цепи солнечных элементов

По-иному обстоит дело с выходным током элемента. Он зависит от интенсивности света и размера элемента, под которым подразумевается площадь поверхности. Ясно, что элемент площадью $10 \times 10 \text{ см}^2$ в 4 раза превосходит элемент площадью $5 \times 5 \text{ см}^2$, следовательно, он выдает в 4 раза больший ток. Сила тока зависит также от длины волны света и его интенсивности, причем она прямо пропорциональна интенсивности излучения. Чем ярче свет, тем больший ток генерируется солнечным элементом. Солнечные элементы использовались бы очень редко, если бы эксплуатировались в пределах упомянутых параметров. Лишь в некоторых случаях требуется такое низкое напряжение (0,5 В) при произвольных требованиях к величине потребляемого тока.

К счастью, здесь нет ограничений. Солнечные элементы можно соединять последовательно и параллельно с целью увеличения выходных характеристик. Будем рассматривать солнечные элементы как обычные батарейки. Известно, что для увеличения яркости фонаря используют несколько батареек. В сущности, при последовательном включении батареек увеличивается полное напряжение (рис. 1.4.4). То же самое можно проделать с солнечными элементами. Соединяя положительный вывод одного элемента с отрицательным выводом другого, от двух элементов можно получить напряжение величиной 1 В. Подобным образом три элемента дадут 1,5 В, четыре — 2 В и т. д. Теоретически напряжение, развиваемое последовательно соединенными солнечными элементами, при условии, что имеется достаточное их количество, может достичь тысячи вольт!

Кремниевые пластины при нагреве элемента на один градус свыше 25°C он теряет в напряжении 0,002 В, т.е. 0,4 %/градус. [17-21]

1.4.2. Увеличение выходных характеристик солнечных элементов

К сожалению, с точки зрения увеличения выходного тока последовательное соединение обладает присущим ему недостатком. При последовательном соединении элементов питания выходной ток не превосходит уровня,

характерного для худшего элемента в цепи. Это справедливо для всех источников питания независимо от того, являются ли они батареей, блоком питания или солнечными элементами.

Это означает, что при любом числе 2-амперных солнечных элементов в цепи 1-амперный элемент будет определять величину полного выходного тока, т. е. 1 А. Следовательно, если вы стремитесь достичь максимальных характеристик, необходимо согласовать токи всех элементов цепи.

Но как увеличить выходной ток солнечного элемента? Ведь солнце светит с определенной яркостью.

Выходной ток зависит от площади поверхности элемента, и поэтому естественный путь повышения тока — это увеличение площади элемента (или элементов).

Если взять четыре элемента размером 5x5 см² каждый и соединить их параллельно, как показано на рис 1.4.5, то можно достичь такого же результата, как при замене четырех элементов одним размером 10x10 см² (в обоих случаях площадь поверхности одинакова и составляет 100 см²).

Необходимо усвоить, что при параллельном соединении увеличивается лишь величина тока, а не напряжения. Независимо от количества параллельно соединенных элементов (4 или 50) генерируемое напряжение составит не более 0,5 В.

Можно догадаться, о чем пойдет речь. Действительно, чтобы использовать преимущества обоих способов включения, можно комбинировать последовательное и параллельное соединение элементов. Подобная комбинация называется батареей.

Батареи можно составлять в любой желаемой комбинации. Простейшей батареей является цепочка из последовательно включенных элементов.

Можно также соединить параллельно цепочки элементов, отдельные элементы в цепочках или сочетать их в любой другой комбинации.

На рис. 1.4.6. представлены лишь три примера из возможных комбинаций.

Различия в характере соединений элементов на рис. 1.4.6, хотя все они обладают одинаковыми выходными характеристиками, продиктованы различными требованиями к надежности. На рис. 1.4.6а, три последовательные цепочки элементов соединены параллельно. Такой способ используется, когда высока вероятность короткого замыкания отдельных элементов.

На рис. 1.4.6б, представлена схема параллельно-последовательного соединения элементов. При таком соединении выход из строя одного из элементов, например, из-за появления трещины, не приводит к потере целой цепочки вследствие разрыва цепи. В последнем примере (рис. 1.4.6в,) приняты во внимание оба случая с минимумом соединений.

Следует помнить одно важное условие, что параллельно подключаемые цепочки из элементов обязательно должны соответствовать друг другу по напряжению. Нельзя параллельно соединять цепочку из 15 элементов и короткую цепочку из 5 элементов. При таком соединении батарея не будет работать.

1.4.3. Обратное смещение

При работе с солнечными батареями, как правило, сталкиваются с явлением, не имеющим места при использовании обычных источников питания. Это явление связано с так называемым обратным смещением. Чтобы понять, что это такое, обратимся к рисунку 1.4.7.

На этом рисунке изображены 8 последовательно соединенных элементов. Полное выходное напряжение цепочки составляет 4 В, а в качестве нагрузки подключен резистор RL. Пока все хорошо.

Но давайте затемним фотоэлемент D непрозрачным предметом, например рукой, и посмотрим, что произойдет. Конечно же напряжение не упадет до 3,5В. Солнечный элемент, который не производит электрической энергии, представляет собой звено с большим внутренним сопротивлением, а не короткую. Происходит то же, что и при размыкании выключателя, но этот

выключатель разомкнут не полностью — через него протекает небольшой ток.

В большинстве случаев эффективное сопротивление затемненного солнечного элемента во много раз больше величины нагрузочного резистора R_L . Поэтому практически можно рассматривать R_L как кусок проволоки, соединяющий отрицательный и положительный выводы. Это означает, что функцию нагрузки выполняет теперь элемент D . остальные элементы снабжают энергией эту нагрузку. В результате элемент D разогревается и при достаточно сильном разогреве может выйти из строя (взорваться). В итоге у нас остается батарея из последовательной цепочки с одним бездействующим элементом — незавидная ситуация. [22]

Эффективный путь решения этой проблемы — параллельное подключение шунтирующих диодов ко всем элементам, как это показано на рис 1.4.8. Диоды подключены так, что при работе солнечного элемента они обратно смещены напряжением самого элемента. Поэтому через диод ток не протекает, и батарея функционирует нормально.

Предположим теперь, что один из элементов затеняется. При этом диод оказывается прямо смещенным и через него протекает в нагрузку ток в обход неисправного элемента. Конечно, выходное напряжение всей цепочки уменьшится на 0,5 В, но устранился источник саморазрушающей силы.

Дополнительное преимущество состоит в том, что батарея продолжает нормально функционировать. Без шунтирующих диодов она бы полностью вышла из строя.

На практике нецелесообразно шунтировать каждый элемент батареи. Необходимо руководствоваться соображениями экономии и использовать шунтирующие диоды, исходя из разумного компромисса между надежностью и стоимостью.

Как правило, один диод используют для защиты 1/4 батареи. Таким образом, на всю батарею требуется всего 4 диода. В этом случае эффект затенения

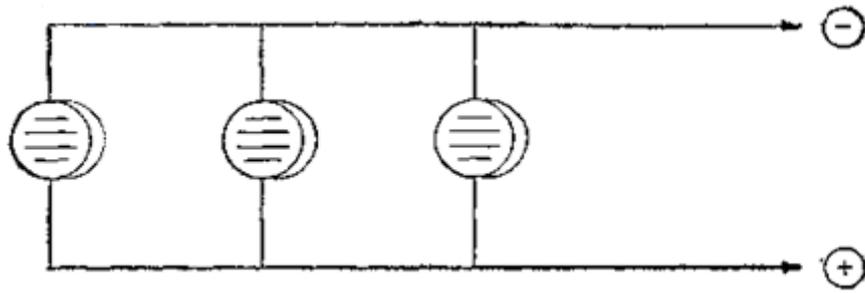


Рис. 1.4.5. Параллельное соединение цепи солнечных элементов.

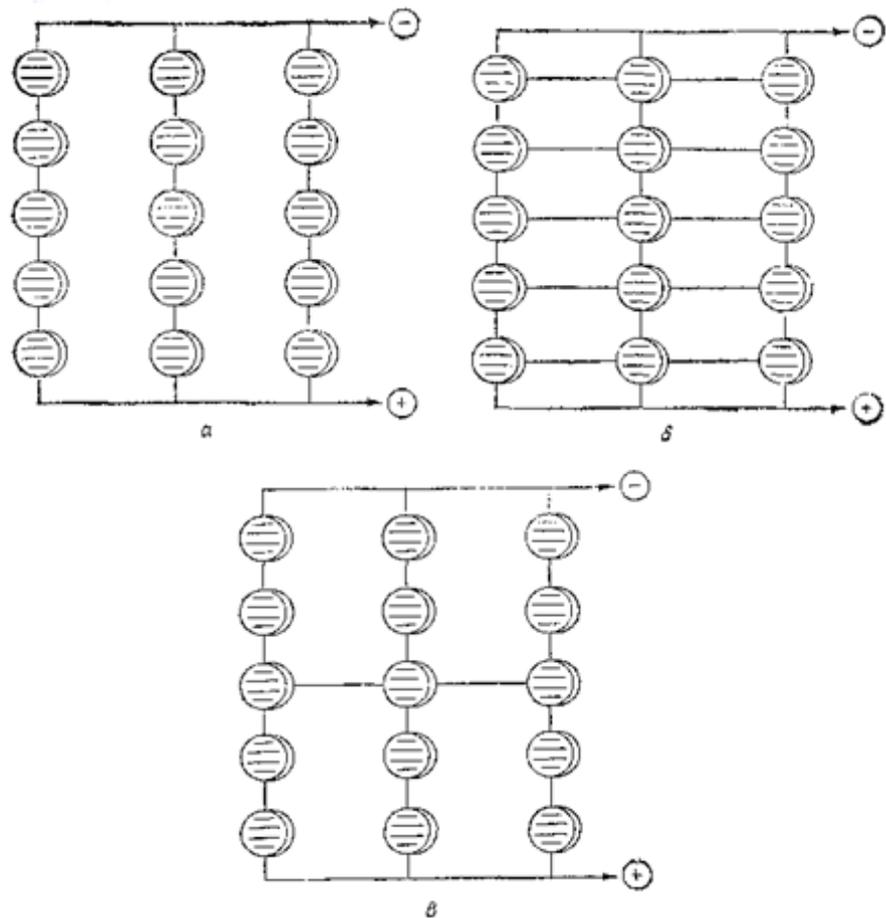


Рис. 1.4.6 Примеры возможных комбинации соединении цепей солнечных элементов.

будет приводить к 25%-ному (вполне допустимому) снижению выходной мощности.

Не всегда серийные элементы в точности соответствуют вашему замыслу. Хотя вам пытаются предложить возможно больший выбор, нет способа удовлетворить все запросы.[23-24]

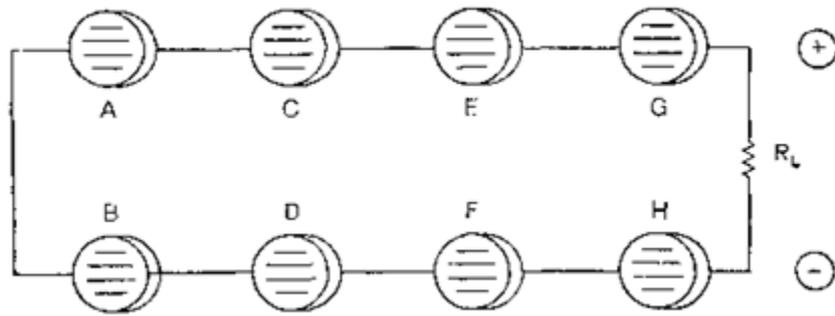


Рис. 1.4.7.

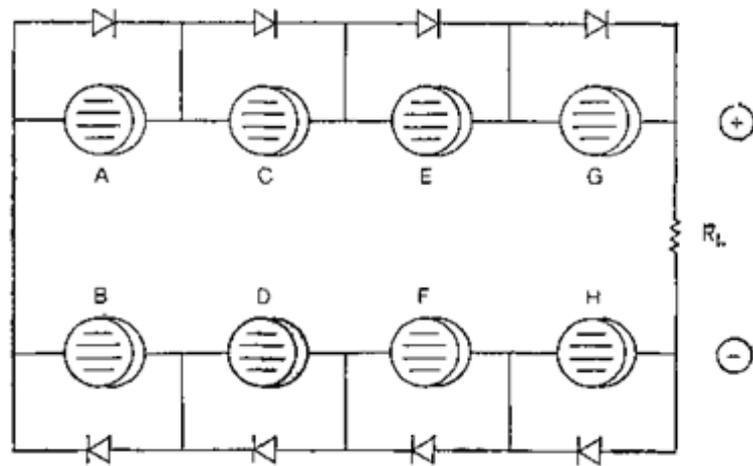


Рис. 1.4.8.

ГЛАВА 2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.

2.1. Разработки конструкционной системы установки.

Установка представляет собой станину (корпус) где установлены механизмы опускающийся по вертикали и выдвигной по горизонтали. На опускающемся закреплен зонд, а на выдвигном будет находиться кремневая подложка.

Конструкционная система включает конструкции, являющиеся базовыми, так как они предназначены для образования необходимого ряда конструкций различных уровней. Уровень КС представляет собой совокупность некоторых базовых конструкций, имеющую только ей присущие пространственную и функционально-техническую структуры и непосредственные связи с другими уровнями данной КС.

Из всех существующих материалов для первоначального изготовления каркаса конструкции прибора выбираем обычную железу, железный лист, который был тщательно измерено для отрезки на куски как составляющие длину, ширину и высоту начального корпуса в виде ящика. Обрезка металла осуществлялось посредством ножниц гильотинных, которые предназначены для резки тонких листовых материалов. Также была использована листогибочный станок для придание формы угла. Закрепление двух опорных столбов поверх ящика в вертикальном виде, на котором уже прикрепляется опускающийся механизм, осуществлялся с помощью сварочного аппарата т.е сваркой. С помощью углошлифовальной машины (болгаркой) легко и безопасно обрезали некоторые металлические части, в частности проем в центре ящика для дальнейшей расположение в ней выдвигающегося механизма. Также с помощью с этой же машиной отшлифовали поверхности металлического каркаса. Корпус разрабатываемого установки получился достаточно прочным, что не позволяет прибору в случае неосторожной транспортировке повредиться. Напоминаю, что каркас прибора никоим образом не улучшает и равно не ухудшает качество получаемых опытов на

нем в ходе исследовательских работ. А вот подбор следующих материалов была тщательно изучена, так как они существенно влияют на качество результата.

2.2 Разработка механической части прибора.

По вертикали на двух высотах сконструированного прибора закреплено опускающийся подвесной механизм привода дисководов марки Samsung, который отлично расположился и был удобен для использования. Манипулирование подъемным механизмом осуществляется под воздействием внешних сил приложенных по нормали к перпендикулярному движению зонда.

По горизонтали располагается выдвижной механизм привода дисководов марки LG, который был утоплен наполовину в проделанный нами проем. Он также отлично подошел и удобен при использовании. Механизм так же приводится в движение вперед и назад и вправо и влево под воздействием внешних сил.

Опускающийся механизм является в свою очередь держателем зонда (анод) и крокодильчика (катод) для электролиза. Для расположения зонда с помощью сверления было проделано два отверстия. Дальнейшее закрепление зонда и крокодильчика в этих отверстиях было сделано с участием термоклей.

2.2.1 Изготовления зонда.

Наиболее важным элементом установки является проволочный зонд. Электрохимическое травление является методом, используемым для придания металлическим зондам форму конуса с острой вершиной рис 2.2.1. Этот метод продолжает широко использоваться в своей простейшей форме, путем погружения металлической проволоки (W, Au, Ta, Fe, Pt, Ir, Pt-Ir) в соответствующий электролит и приложения напряжения к электродам.

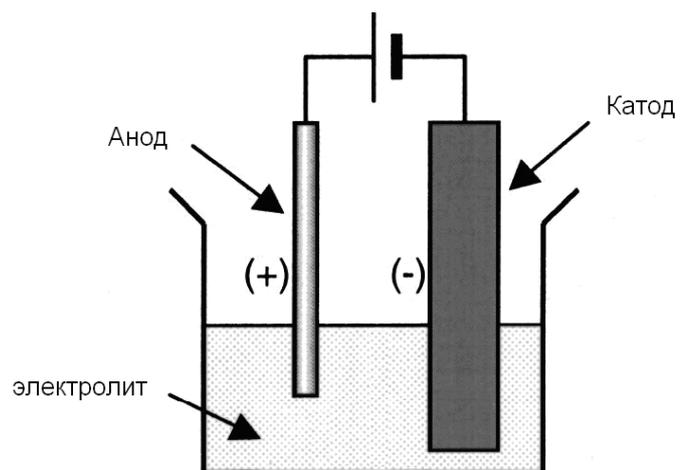


Рис. 2.2.1. Электрохимическая заточка зонда.

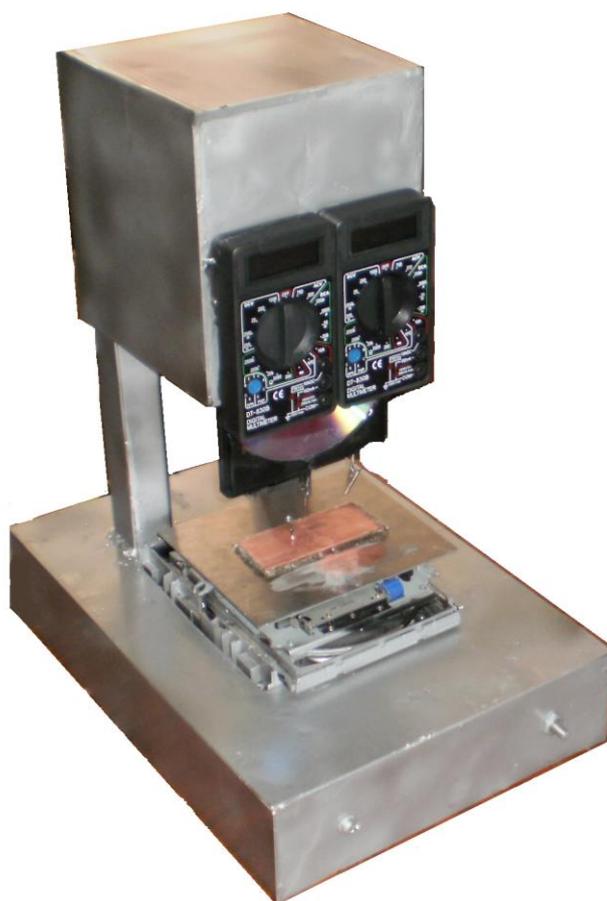


Рис 2.2.3. Вид сконструированной установки.

Физика травления вольфрамовой заготовки.

Форма электрода оказывает серьёзное влияние на процесс формирования зонда. В простейшем случае заготовку поместили в ванночку со щелочью, причем заготовка и ванночка представляют собой электроды, на которые подавалась напряжение. При перетравливании вольфрамовой заготовки, нижняя часть L, погруженная в электролит, полностью растворилась. В качестве зонда используем оставшуюся верхнюю часть. В этом случае форма зонда определяется только мениском, смачивающим вольфрамовую проволоку. Величина мениска зависит от химического состава используемого электролита. В процессе травления вольфрамовая проволока покрылась слоем окисла WO_2 , что замедлил процесс травления до нескольких минут.

Полученные данные по проделанной работе по заготовке зонда.

Таблица 2.2.1. Технические характеристики

Радиус закругления кончика иглы	$\approx 0,1$ мкм
Материал заготовки	Вольфрамовая проволока 0,15 мм
Диапазон перемещение по вертикали	12-15 мм
Источник постоянного переменного тока	5-7 В
Время травления иглы	От 30 сек до 4 мин

2.2.2. Медный приборный столик

Выдвигающийся механизм выполняет функцию передвижение кремневую подложку находящийся на нем на расстояние в стороны в миллиметрах. Для придания определенного вида на механизм, который подвергся многим изменением в своем товарном виде, было решено покрыть его тонким металлическим листом, что и послужило предметным столиком. Солнечная энергия получаемая от используемого нами солнечного батарея

незначительно малая что составляет 12 - 16В с мощностью 0,600 мА.(от солнечного излучение падающая на поверхность т.е от погоды эти значения меняются) Поэтому мы добавочно приложили на металлический лист медную пластину размером 2x5 и высотой 0,4 см. Так как медь это пластичный переходный металл, обладающий высокой теплопроводностью и электропроводностью. Таким образом медный столик получился довольно таки прочным.

2.3. Вычисления КПД солнечного батареи.

2.3.1. Вольт-амперная характеристика солнечного элемента

Разделение носителей в барьерном слое приводит к генерации солнечным элементом фототока, соответственно ток через солнечный элемент можно рассматривать как суперпозиции двух токов: *темнового* и *светового*. Соответственно для идеального солнечного элемента с электронно-дырочным переходом ВАХ можно записать в следующем виде:

$$J = J_s \left(e^{\frac{qU}{kT}} - 1 \right) - J_L$$

Откуда, если положить ток равным нулю, можно получить выражение для напряжения холостого хода:

$$U_{XX} = \frac{kT}{q} \ln\left(\frac{I_L}{I_s} + 1\right) \approx \frac{kT}{q} \ln\left(\frac{I_L}{I_s}\right)$$

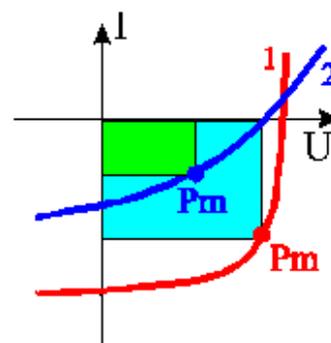
Для того чтобы в нагрузке выделялась максимальная мощность, необходимо чтобы ее сопротивление было согласовано с параметрами солнечного элемента. Максимальная выделяемая в нагрузке мощность P_m будет равна площади максимального прямоугольника, который можно вписать в пространство, охватываемое ВАХ солнечного элемента (см. нижний правый рисунок - кривая 1).

Отношение максимальной мощности в нагрузке к произведению $U_{XX} \cdot I_{K3}$ (площадь охватывающего ВАХ прямоугольника) обозначается FF (fill factor), и называется *коэффициентом заполнения*:

$$FF = P_m / (U_{XX} I_{K3}).$$

Коэффициент полезного действия солнечного элемента, равный отношению электрической мощности в согласованной нагрузке к мощности падающего излучения:

$$\eta = \frac{P_m}{P_{\phi}} = \frac{FF U_{XX} I_{K3}}{P_{\phi}}$$



Как видно из приведенной формулы, КПД зависит от вида ВАХ: чем ближе ВАХ к прямоугольной, тем выше КПД.

2.3.2. Прямое и рассеянное солнечное излучение

Различают рассеянное и прямое солнечное излучение. Для эффективного восприятия прямого солнечного излучения панель должна быть ориентирована перпендикулярно потоку солнечного света. Для восприятия рассеянного излучения ориентация не так критична, так как оно достаточно равномерно приходит почти со всего небосвода — именно так освещается земная поверхность в пасмурные дни (по этой причине в пасмурную погоду предметы не имеют чётко оформленной тени, а вертикальные поверхности, такие как столбы и стены домов, практически не отбрасывают видимую тень.

Соотношение прямого и рассеянного излучения сильно зависит от погодных условий в разные сезоны. Например, в Москве зима пасмурная, и в январе доля рассеянного излучения превышает 90% от общей инсоляции. Но даже московским летом рассеянное излучение составляет почти половину от всей солнечной энергии, достигающей земной поверхности. В то же время в солнечном Баку и зимой, и летом доля рассеянного излучения составляет от 19 до 23% общей инсоляции. Более подробно соотношение рассеянной и полной инсоляции для некоторых городов приведено на отдельной странице.

Мощность излучения Солнца, находящегося в зените, у поверхности Земли оценивается примерно в 1350 Вт/м². Конечно, даже небольшая

облачность резко уменьшает энергию, достигающую поверхности, особенно в инфракрасном (тепловом) диапазоне. Тем не менее, часть энергии всё равно проникает сквозь тучи. В средней полосе при сильной облачности в полдень мощность солнечного излучения, дошедшего до поверхности Земли, оценивается примерно в 100 Вт/м^2 и лишь в редких случаях при особо плотной облачности может опускаться ниже этой величины. Наша Неподвижная панель, размещённая под оптимальным углом наклона, способна воспринять в 1.2 .. 1.4 раза больше энергии. В этом можно убедиться, посмотрев более подробные данные с разбивкой по месяцам для неподвижных панелей, ориентированных на юг под разными углами наклона, и для систем, отслеживающих движение Солнца. Выбор оптимальной ориентации солнечных панелей является одним из важнейших вопросов при практическом использовании солнечных установок любого типа. К сожалению, на различных сайтах, посвящённых солнечной энергии, этот аспект рассматривается очень мало, хотя пренебрежение им способно снизить эффективность панелей до неприемлемого уровня.

Дело в том, что угол падения лучей на поверхность сильно влияет на коэффициент отражения, а следовательно, на долю невоспринятой солнечной энергии. Например, для стекла при отклонении угла падения от перпендикуляра к его поверхности до 30° коэффициент отражения практически не меняется и составляет чуть менее 5%, т.е. более 95% падающего излучения проходят внутрь. Далее рост отражения становится заметным, и к 60° доля отражённого излучения увеличивается вдвое — почти до 10%. При угле падения 70° отражается около 20% излучения, а при 80° — 40%. Для большинства других веществ зависимость степени отражения от угла падения имеет примерно тот же характер.

Ещё важнее так называемая эффективная площадь панели, т.е. перекрываемое ею сечение потока излучения. Она равна реальной площади панели, умноженной на синус угла между её плоскостью и направлением потока (или, что то же самое, на косинус угла между перпендикуляром к

панели и направлением потока). Поэтому, если панель перпендикулярна потоку, её эффективная площадь равна её реальной площади, если поток отклонился от перпендикуляра на 60° — половине реальной площади, а если поток параллелен панели, её эффективная площадь равна нулю. Таким образом, существенное отклонение потока от перпендикуляра к панели не только увеличивает отражение, но снижает её эффективную площадь, что обуславливает очень заметное падение выработки.

Условия эксперимента 1:

Дата : 10:20 14.05.2013 Солнечный день. Пиковая мощность $P = 10$ Вт. Мощность излучения Солнца, находящегося в зените, у поверхности Земли оценивается примерно в 1350 Вт/м². Соответственно моему солнечному панелию с размерами $0,35 \times 0,28$ мощность излучения солнца буден равен $132,3$ Вт. А значит, из приведенных данных выясняется что КПД нашего солнечного элемента равен к $7,5\%$.

Условия эксперимента 2:

Дата: 11:32 20.05.2013 Пасмурный день. Мощность, которую получаем из солнечного панеля равно $6,3$ Вт, здесь видно, что небольшая облачность резко уменьшает энергию. Мощность излучение достигающая поверхности нашего панеля соответственно тоже уменьшается и оно равно $112,9$ Вт. И это существенно повлияла на понижение КПД солнечного панеля. При таких условиях оно равно к $5,5\%$.

2.4. Монтаж и накладка электрической части

В довершения всего проделанного остается провести монтаж и наладку электрической части данного разрабатываемого прибора. Что для этого потребовалось: обычный план (схема) разводки электропроводки, с указанием точек подключения и провода. По рекомендации было решено использовать многожильный провод, так как он эластичен, его легче

прокладывать и скручивать. Для монтажа использовались медные высокотехнологичные провода тонихлорированной изоляцией. Процесс монтажа включает в себя заготовку монтажных проводов, их прокладок, а так же электрические соединения внутри приборов. Заготовка заключается в подготовке и нарезке проводов на нужные нам размеры, изготовление жгутов из однозначных проводов и их оконцовывание. Выполняя прокладку проводов, их укладываем по удобному нам пути, закрепляем концы с концом на местах присоединения. Не было никаких особенностей при ходе монтажа электронной части, хотя минимальный объем, расположение деталей, качество соединения которые проводились пайкой, были учтены и выполнены.

От солнечной панели протягивается положительный и отрицательный контакт, отрицательный который идет на потенциометр (рис 2.4.1) и дальше протягивается до выдвижного механизма и закрепляется на предметный столик (катод), а точнее на держателя также с помощью пайкой и на железную посуду (анод). Положительный подается на зонд (анод) одновременно и на крокодильчик (катод).

Потенциометр (от лат. *potentia* — сила и... метр) применяется для измерения тока, постоянного и переменного тока.

В потенциометре постоянного тока измеряемое напряжение сравнивается с ЭДС нормального элемента. Поскольку в момент компенсации ток в цепи измеряемого напряжения равен нулю, измерения производятся без отбора мощности от объекта измерения. Точность измерений нашего потенциометра достигает 0,1%, а иногда и выше. Применяем низкоомный потенциометр параметры которого: (сопротивление рабочей цепи не выше 100 Ом, рабочий ток 0,5-1А). Имеют пределы измерений до 2 В и применяются для поверки приборов высокого класса точности.



Рис 2.4.1. Потенциометр марки Q-4574 поворотный.



Рис 2.4.2. Тумблер, марка МА122

Для осуществление коммутацию нашего электрического цепи используется тумблер малогабаритный переключатель на два рычажно-пружинным приводом. Отличительной особенностью тумблера является наличие рычажка для изменения состояния контактов. Монтаж тумблера производится на лицевой части приборной панели (корпуса). Фиксация тумблера осуществляется с помощью гайки.

Два мультиметра были подключены параллельно. Переключая тумблер (рис 2.4.2.) в первом положение минус идет на зонд (анод) а плюс на предметный столик (катод) и проводится локальное нанесения пленки меди на поверхности кремния, во втором положение переключателя, полюса меняются и приводя в действие опускающийся механизм, наша подложка на крокодильчике опускается на железный ванну и происходит электролиз. Мультиметры также меняются по ходе изменения переключателя тумблера, один показывает напряжение в то время как другой выдает значение мощности и наоборот. Таким образом, было проведена монтажная часть прибора.

2.4 .1. Мультиметры как измерительные приборы.

Как элетроизмерительные приборы мы используем мультиметры объединяющий в себе несколько функций. В нашем наборе понадобится вольтметр как измеритель напряжение тока и амперметр как измеритель мощности тока.

В данной установке на корпусе опускающегося механизма прикреплены в горизонтальном положение два цифровых мультиметра марки DT-830 с помощью термоклея.

Мультиметры данных моделей имеют общие функции:

- 3,5 разрядный ж/к дисплей (1999 чисел с автоматическим определением полярности и единиц измерения)
- Индикатор разряда батареи
- Защита от перегрузок

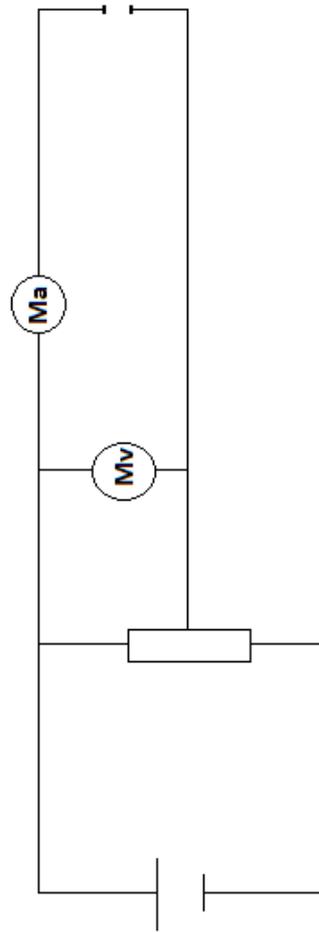


Рис 14. Потенциальная схема прибора.

ГЛАВА 3. ПОЛУЧЕНИЕ МЕДНЫХ ПЛЕНОК НА ПОВЕРХНОСТИ ПЛАСТИНКИ КРЕМНИЯ

Опыт демонстрирует нанесение тонкого слоя меди (а так же разных размеров микро и нано точек) на поверхность кремниевых подложек при помощи электролиза.

Используется: дистиллированная вода, медный купорос $CuSO_4$, серная кислота H_2SO_4 , кусок рафинада (кристаллы сахара как катализатор), образцы (подложки) и нами разработанная установка с солнечным панелям.

Опыты проводились в хорошо освещенном кабинете так как мы используем солнечную энергию, а это первая требование для проведение исследовательских работ. Так же в течение всего процесса проведенного строго под контролем руководителя соблюдалась техника безопасности т.е работа в перчатках так как используем кислоты и т.д.

Результаты полученные с небольшими изменениями напряжение и силу тока и так же каждый последующая нанесенная медная точка на шлифованной поверхности подложки кремния n-типа с задержанием на несколько секунд. В таблице приведены некоторые данные. На рисунке 15 смотрится сверху с лева на права. Таблица 1.

Электролит, основу которого составляет адсорбированная на поверхности металла вода(в нашем случае медный купорос с серной кислотой), находящийся вокруг электродов, поставляет заряженные частицы к поверхности наносимой подложки. Вода, расходуемая на нанесение, поступает в зазор между зондом и образцом мануально. Электронная проводимость осуществляется через внешнюю цепь. Это позволяет сделать допущение, что ионный процесс следует рассматривать в аспекте механизма нанесение пленки.

На рисунке 3.1 на подложке приведены различные точки слоя меди которые были получены при различных модификациях напряжением и длительности времени. Параметры приведены на таблице 3.1.

Таблица 3.1

№	Напряжение .В	Сила тока .А	Время .сек
1	16,21-16,67	2,7-3,4	10
2	16,33-16,51	2,8-3,6	15
3	16,45-17,06	3,1-4	20
4	16,22-16,84	2,68-3,6	25
5	16,66-17,52	3,4-5,012	30
6	16,12-16,32	2,4-2,7	35
7	16,44-16,12	3,2-2,1	40
8	16,39-16,75	2,8-3,5	45
9	17,02-17,56	4,01-5,29	50

Таблица 3.2..

Рисунок	Напряжение. В.	Сила тока. А.	Время
3.3	5,82	0,165	2.20 мин
3.4	7,75	0,208	2.30 мин
3.5	18,05	0,615	30 сек
3.6	18,17	0,623	30 сек
3.7	15,08	0,529	5/ 20/ 35
3.8	10,18	0,321	30 сек
3.9	18,83	0,675	60 сек
3.10	5,09	1,5	10 сек
3.11	7,07	0,211	120 сек
3.12	17,31	0,563	По несколько сек
3.13	10,43	0,910	5-8 сек
3.14	18,81	0,592	15 сек

Получены следующие результаты.



Рис 3.1.



Рис 3.2.

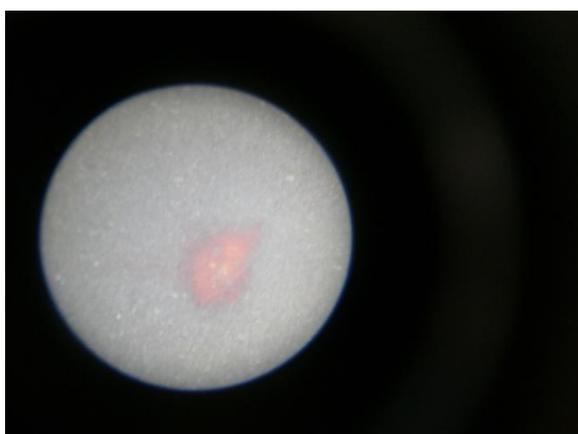


Рис 3.3.



Рис 3.4.



Рис 3.5.



Рис 3.6

Начальные стадии нанесения проходят очень быстро, поступающий кислород реагирует с основными атомами металла. В результате электрон переносится между металлом и наносимым слоем, формируется двойной слой или диполь, с отрицательно заряженной на начальной стадии внешней поверхностью. Затем пленка покрывает поверхность, реагенты эффективно разлагаются и дальнейшая реакция может происходить, только если катионы, анионы или их часть будут способны диффундировать через формирующуюся пленку. При этом скорость процесса нанесения будет определять адсорбция кислорода на поверхности, транспорт (массы или зарядов) к любой из двух границ раздела или транспорт (массы или зарядов) через пленку.

При получении тонкого слоя металла меди на поверхности полированной подложки столкнулись с таким понятием как адгезия, так как этот тонкий слой металла падает после изъятия подложки из поле опыта. Рис 3,10.

Есть такое понятие как адгезия - прилипания, в физике — сцепление поверхностей разнородных твердых и/или жидких тел. Адгезия обусловлена межмолекулярным взаимодействием (Ван-дер-Ваальсовыми, полярным, иногда — образованием химических связей или взаимной диффузией) в поверхностном слое и характеризуется удельной работой, необходимой для разделения поверхностей.

Адгезия существенно влияет на природу трения соприкасающихся поверхностей: так, при взаимодействии поверхностей с низкой адгезией трение минимально и по проделанной работе видно рис 3,10 а. что нанесение на поверхности полированной подложки не имеет прилипания т.е адгезия. И все же мы имеем некоторые наноточки которые прилипают и остаются после смывания с полированной поверхности кремния медную пленку рис 3,10 б.

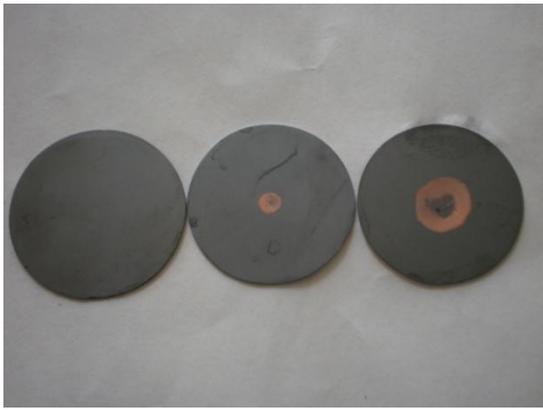


Рис 3.7.



Рис 3.8.

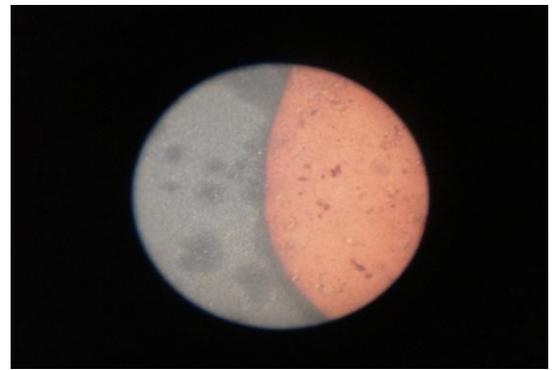
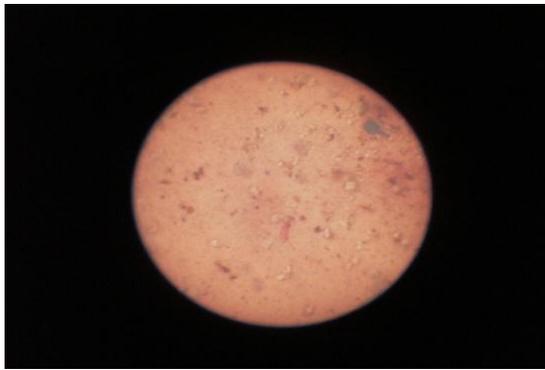
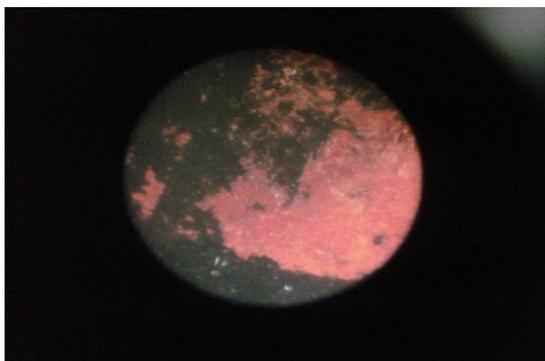


Рис 3.9. Нанесенная микроточка (окраина и центр) на шероховатости шлифованной площадки Si. Вид из микроскопа.



а)



б)

Рис 3.10 . Нанесенная микроточка на поверхности полированной подложки и после снятия этой нанесенной пленки.



Рис 3.11. Нанополоска и наноточка нанесенная на поверхности Si p-типа



Рис 3.12



Рис 3.13

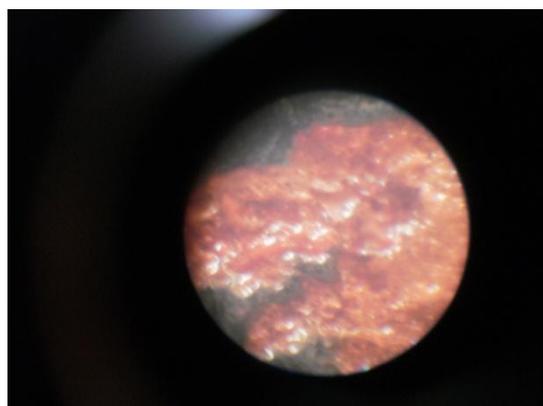


Рис 3.14. Тонкий слой меди на полированной подложке и вид из микроскопа.

Были проведены различные опыты в особенности получение тонких слоев на самой минимальной значении напряжении, даже пробовали понижать напряжение до 2В. Выше на таблице приведены параметры и рисунки из микроскопа. Из проделанной работы исследовательской были взяты множество образцов и лишь некоторые предоставлены на этой работе. В ходе выполнения экспериментальной части было ясно, что при любом изменении либо напряжение, либо тип проводимости в зависимости будет ли у нас подложка р-типа или n-типа а так же величина той капли которую мы с помощью шприцов капаем на образец будет изменена наш тонкий слой и ее вид в особенности рис 3.7 .

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Производственная санитария

Проведем анализ условий рабочего пространства.

Создание благоприятных условий труда, исключающих утомление зрительных анализаторов, возможно только при правильно спроектированной осветительной системе. Необходимая освещенность рабочего места технолога – 250-300 лк, что позволяет избежать быстрого утомления зрения и способствует повышению производительности труда. Наиболее целесообразно использование комбинированной системы освещения рабочего места: к общему освещению добавляется местное освещение, концентрирующее световой поток на рабочее место (поверхность стола либо лицевую панель изделия). Расположение, вид и количество осветительных приборов выбирается из условия достижения заданного светового потока при конкретной конфигурации помещения.

Метеорологические условия или микроклимат в производственных условиях определяется следующими параметрами: температурой воздуха, влажностью, скоростью движения воздуха на рабочем месте. Система отопления и кондиционирования рабочего помещения проектируется для поддержания оптимальных условий для категории работ «1а» значений параметров микроклимата: для холодного периода года – температура воздуха от 22 до 24°C; влажность от 40 до 60 %; скорость движения воздуха 0,1 м/с; для теплого периода года – температура воздуха от 23 до 25°C; влажность от 40 до 60 %; скорость движения воздуха 0,1 м/с.

Анализ помещения по электробезопасности.

Рассматриваемое рабочее помещение, сухое (50 %), нежаркое (25 °С), с токонепроводящим полом, без токопроводящей пыли, отсутствует возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землёй металлоконструкциям зданий, технологическим

аппаратам, механизмам и т. п. с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования, которые при пробое изоляции могут оказаться под напряжением, - с другой.

Следовательно, помещение относится к помещениям без повышенной опасности.

Токсикология сульфата меди (II)

Сульфат меди (II) является соединением с умеренной токсичностью и относится к классу опасности 4 (малоопасное вещество). Смертельная доза медного купороса составляет от 8 до 30 граммов для взрослого человека перорально, в зависимости от массы, состояния здоровья, иммунитета к избытку меди и от других факторов. Острое отравление становится заметным при разовом потреблении более 0,5 г соединения внутрь (т.н. токсическая доза). LD₅₀. Токсикология при поступлении аэрозолей через легкие более сложна.

Попадание на кожу сухого вещества безопасно, но его обязательно необходимо смыть. Аналогично при попадании растворов и увлажненного твердого вещества. При попадании в глаза необходимо обильно промыть их проточной водой (слабой струей). При попадании в желудочно-кишечный тракт (ЖКТ) твердого вещества или концентрированных растворов необходимо промыть желудок пострадавшего 0,1 % раствором марганцовки, дать выпить пострадавшему сульфат магния 1-2 ложки, дать мочегонное. Кроме того, попадание в рот и ЖКТ безводного вещества может вызвать термические ожоги.

При работе с порошками и пудрой сульфата меди (II), следует соблюдать осторожность и не допускать их пыления, необходимо использовать маску или респиратор, а после работы вымыть лицо. Острая токсическая доза при вдыхании – 11 мг/кг. При попадании сульфата меди через дыхательные пути в виде аэрозоли нужно вывести пострадавшего на свежий воздух, прополоскать рот водой и промыть нос.

Хранить вещество следует в сухом прохладном месте, в плотно закрытой жесткой пластиковой или стеклянной упаковке.

Обеспечение безопасности при электролизе меди

Электролизные ванны и обслуживающие площадки устанавливаются на изоляторах, а мостики между ними выполняются из диэлектрических материалов. Изоляторы под электролизными ваннами защищены от попадания на них растворов при переливах. Осмотр и чистка изоляторов производятся с площадок и лестниц, изолированных от пола.

Подачу раствора в ванны производят по трубопроводам с наконечниками из диэлектрических материалов. Металлические каркасы желобов изолированы от «земли» и имеют электроизоляционные разрывы. Корпуса ванн должны быть гидроизолированы. Металлические коммуникации систем пароводоснабжения, сжатого воздуха и вентиляции в залах электролиза размещаются на высоте не менее 2,5 м от рабочих площадок, изолируются от «земли» или ограждаются, имеют электроизоляционные разрывы по длине цеха, а также на входе в здание и выходе из него.

В электролизных цехах и отделениях предусмотрен контроль величины сопротивления изоляции технических устройств. Схема контроля и периодичность замеров определяется технологической инструкцией, разработанной и утвержденной в установленном порядке.

Электролизные цехи и отделения оборудуются дистанционными средствами аварийного отключения электропитания серии ванн с пульта управления цеха (отделения).

Высота стоп катодных основ должна превышать 0,8 м. Высота стоп анодных остатков, укладываемых на транспортные тележки, не должна превышать 1 м. [25]

Обеспечение электробезопасности

Факторы опасного и вредного воздействия на человека, связанные с использованием электрической энергии: протекание электрического тока через организм человека; воздействие электрической дуги; воздействие биологически активного электрического поля; воздействие биологически активного магнитного поля; воздействие электростатического поля; воздействие электромагнитного излучения (ЭМИ).

Биологически активными являются электрические и магнитные поля, напряженность которых превышает предельно допустимые уровни (ПДУ) – гигиенические нормативы условий труда.

Опасные и вредные последствия для человека от воздействия электрического тока, электрической дуги, электрического и магнитного полей, электростатического поля и ЭМИ проявляются в виде электротравм, механических повреждений и профессиональных заболеваний. Степень воздействия зависит от экспозиции фактора, в том числе: рода и величины напряжения и тока, частоты электрического тока, пути тока через тело человека, продолжительности воздействия электрического тока или электрического и магнитного полей на организм человека, условий внешней среды.

Профессиональные заболевания проявляются, в основном, в нарушениях функционального состояния нервной и сердечно-сосудистой систем. У людей, работающих в зоне воздействия электрического и магнитного полей, электростатического поля, электромагнитных полей радиочастот, появляются раздражительность, головная боль, нарушение сна, снижение аппетита, нарушение репродуктивной функции и др. Следствием воздействия вредных факторов могут явиться болезни глаз или лейкемия (белокровие).

Средства защиты, предназначенные для обеспечения электробезопасности

Электроустановки укомплектовываются испытанными, готовыми к использованию защитными средствами, а также средствами оказания первой медицинской помощи в соответствии с действующими нормами и правилами.

Средства защиты делятся на следующие классы: средства защиты от поражения электрическим током (электрозащитные средства); средства защиты от электрических полей повышенной напряженности (коллективные и индивидуальные); средства индивидуальной защиты.

К электрозащитным средствам относятся: изолирующие штанги; изолирующие и электроизмерительные клещи; указатели напряжения всех видов и классов; бесконтактные сигнализаторы наличия напряжения; изолированный инструмент; диэлектрические перчатки, боты и галоши, ковры, изолирующие подставки; защитные ограждения (щиты, ширмы, изолирующие накладки, колпаки); переносные заземления; устройства и приспособления для обеспечения безопасности труда при проведении испытаний и измерений в электроустановках; плакаты и знаки безопасности; прочие средства защиты, изолирующие устройства и приспособления для ремонтных работ под напряжением в электроустановках 110 кВ и выше).

Из класса электрозащитных средств выделяются изолирующие электрозащитные средства, которые в свою очередь подразделяются на: основные и дополнительные.

Основные электрозащитные средства: электрозащитные средства в электроустановках выше 1000 В (изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, указатели напряжения, устройства и приспособления для обеспечения безопасности при проведении испытаний и измерений в электроустановках); электрозащитные средства в электроустановках до 1000 В (изолирующие штанги, изолирующие и

электромагнитные клещи, указатели напряжения, диэлектрические перчатки, изолированный инструмент).

Дополнительные электрозащитные средства: электрозащитные средства в электроустановках выше 1000 В (диэлектрические перчатки, диэлектрические боты, диэлектрические ковры, изолирующие подставки и накладки, изолирующие колпаки, штанги для переноса и выравнивания потенциала); электрозащитные средства в электроустановках до 1000 В (диэлектрические калоши, диэлектрические ковры, изолирующие подставки и накладки, изолирующие колпаки).

Средства коллективной защиты от поражения электрическим током: защитное заземление; зануление; защитное отключение; применение низких напряжений; двойная изоляция; оградительное устройство; сигнализация, блокировка, знаки безопасности, плакаты.

К средствам индивидуальной защиты, применяемым в электроустановках, относятся: средства защиты головы (каска); глаз и лица (очки, щитки); органов дыхания (респираторы); рук (рукавицы, перчатки); средства, страхующие от падения (пояса, канаты).

Пожарная безопасность

Для предотвращения пожаров и взрывов необходимо исключить возможность образования горючей и взрывоопасной среды и предотвратить появление в этой среде источников зажигания.

Вода не может быть использована для тушения легковоспламеняющихся жидкостей (бензин, бензол, керосин и т.п.), а также электроустановок, находящихся под напряжением, без специальных мер защиты людей от поражения электрическим током через струю воды. В качестве средств местного пожаротушения применяются химические пенные огнетушители, но они не пригодны для тушения электроустановок, находящихся под напряжением, так как пена обладает свойством электропроводности. Эффективным химическим средством тушения огня

является углекислота. При быстром испарении углекислоты образуется снегообразная масса, которая, будучи направлена в зону пожара, снижает концентрацию кислорода и охлаждает горящее вещество.

Для ликвидации небольших пожаров и загорания используют первичные средства: передвижные и ручные огнетушители, переносные огнегасительные установки, внутренние пожарные краны, ящики с песком, асбестовые покрывала, противопожарные щиты с набором инвентаря и др. Ручные углекислотные огнетушители типов ОУ-2, ОУ-5 и ОУ – 8 конструктивно отличаются ёмкостью баллона – соответственно 2, 5 и 8 л. При организации пожарной охраны объектов применяются средства пожарной сигнализации и средства оповещения о пожаре. При проектировании и строительстве зданий предусмотрены пути эвакуации работающих на случай возникновения пожара в соответствии с планом эвакуации.[26]

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

I. Техничко-экономические обоснование проекта

II. Определить объемы инвестиции

- Стоимость основных фондов
- Объем инвестиции на покупку материально –производственных запасов
- Объем инвестиции на покупку малоценного инвентаря и контрольно-измерительных приборов
- Расчет заработной платы производственных рабочих

III. Определить экономическую эффективность, годовой доход

IV. Определить срок окупаемости инвестиции

1. Техничко-экономические обоснование проекта

Цель, сущность и задача проекта и его актуальность

Экономическая эффективность проекта

2. Определить объем инвестиции

Нижеследующим таблице дано приведенных затраты на ВКР

Объем инвестиции на покупку материально-производственных запасов.

Таблица 1.

№	Наименование материалов	Количество	Цена материала	НДС	Стоимость материала с учетом НДС
1	Корпус	1	28000	5600	33600
2	Опускающийся механизм	1	2000	400	2400
3	Выдвижной механизм	1	2000	400	2400
4	Крокодильчик	1	200	40	240
5	Провода	5	3000	600	3600
6	Медная пластина	1	3700	740	4440
	Итого				46680

Объем инвестиции на покупку малоценного инвентаря и контрольно-измерительных приборов.

Таблица 2.

№	Наименование	Количество	Цена за единицы	НДС	Общая стоимость с учетом НДС
1	Солнечный панель	1	68000	13600	81600
2	Потенциометр	1	5200	1040	6240
3	Мультиметр	1	10300	2060	12360
	Итого				100200

Стоимость основных фондов.

Таблица 3.

№	Наименование основных фондов	Количество	Стоимость основных фондов
1	Лаборатория	-	160000
2	Оборудование	-	100200
	Итого		260200

Амортизационные отчисления составляет 20 % от стоимости ОФ

$$A_{отч} = 20\% * ОФ$$

$$A_{отч} = 0,2 * 260200 / 12$$

$$A_{отч} = 4336,6 \text{ сум}$$

Затраты на текущий ремонт и технические обслуживание 12% от стоимости ОФ

$$Pm = 0,12 * 260200 / 12$$

$$Pm = 2606 \text{ сум}$$

Расчет заработной платы производственных рабочих.

Таблица 4.

Наименование операции	Звание	Число дней	Средняя ежедневная заработная плата	Оплата за проделанную работы
Выбор темы на разработку	СНС	1	15000	15000
Изучение и анализ литератур по теме	МНС	2	7050	14100
Разработка интерфейса программы	МНС	2	7050	14100
Занесения плана лекции	МНС	3	7050	21150
Отладка программы	МНС	1	7050	7050
Тестирования комплекс программы	МНС	2	7050	14100
Выявления ошибок	МНС	2	7050	14100
Исправления ошибок	МНС	2	7050	14100
Экономическая часть	МНС	2	7050	14100
	СНС	1	15000	15000
Охрана труда	МНС	2	7050	14100
	СНС	1	15000	15000
Разработка пояснительной	МНС	1	7050	7050

записки				
Рецензирование	СНС	1	15000	15000
Оформление и защита дипломного проекта	МНС	1	7050	7050
Итого		24		201000

Основная заработанная плата определяется как сумма оплаты труда всех рабочих и премии в размере 40%

$$Z_{осн} = COT * 0,4 + COT$$

$$Z_{осн} = 201000 * 1,4$$

$$Z_{осн} = 281400$$

Дополнительной заработной платы производственных рабочих берется 10% от основного з/п.

$$Z_{д} = K_{д} * Z_{осн}$$

$$Z_{д} = 0,1 * 281400$$

$$Z_{д} = 28140$$

Фонд оплаты труда определяется как сумма основной и дополнительной заработной платы.

$$ФОТ = Z_{осн} + Z_{д}$$

$$ФОТ = 281400 + 28140$$

$$ФОТ = 309540 \text{ сум}$$

Затраты на социальной страхование рассчитывается 25% от ФОР.

$$Ofcc = 25\% * \Phi OT$$

$$Ofcc = 0,25 * 309540$$

$$Ofcc = 77385$$

Транспортные расходы рассчитывается 20% от Зосн.

$$Ptr = 0,2 * 281400$$

$$Ptr = 56280 \text{ сум}$$

Расход пара на производственные нужды.

Длина - 4 Ширина - 5

$$V = 20 * 663,05$$

$$V = 13261 \text{ сум}$$

$$V = \text{длина} * \text{ширина.}$$

Расходы на электроэнергии определяется по формуле:

$$W = N * T * S$$

$$W = 1 * 144 * 112,20$$

$$W = 16156,8$$

N – установленная мощность

T - время работы

S – стоимость электроэнергии за кВт

Объем инвестиции определяется по формуле:

$$K = \text{МПЗ} + \Phi OT + Aof + \sum P$$

$$K = 46680 + 309540 + 4336,6 + 165684,8 = 526241,4 \text{ сум}$$

Смета затрат на проведение разработки.

Таблица 5.

№	Наименование статей затрат	Сумма
1	Стоимость выполненных работ	574312,1
2	Затраты на производство	441778,6
3	Производственная себестоимость	410824,6
4	Расходы периода	30954
5	Материальные затраты	76097,8
6	Сырьё	46680
7	Электроэнергия + отопления	29414,8
8	ФОТ	309540
9	Социальное страхование	77385
10	Амортизация	4336,6
11	Прочие затраты	19563
12	Основная заработная плата	201000

Расчет экономической эффективности выполненных работ.

Таблица 6.

№	Наименование показателей	Ед. измерения	Сумма	Примечание
1	Стоимость выполненных работ	Сум	574312,1	Таблица
2	Затраты на производства	Сум	441778,6	Таблица
3	Инвестиции	Сум	526241,4	Формула
4	Экономическая эффективность	Сум	132533,5	Формула
5	Срок окупаемости	Месяц	4	Формула
6	Рентабельность	%	25%	Формула

Экономическую эффективность определим по формуле:

$$\mathcal{E} = (C1 - C2) * Q$$

$$\mathcal{E} = 132533,5 \text{ сум}$$

$$C1 \text{ и } C2 - \text{себестоимость до и после} \quad C1 = C2 * 1,3$$

Q – объем производство

Рентабельность определим по формуле

$$R = \mathcal{E} * 100\% / K$$

$$R = 132533,6 / 526241,4 * 100\%$$

$$R = 25\%$$

Определяем срок окупаемости:

$$Tок = K / \mathcal{E}$$

$$T = 526241,4 / 132533,6$$

$$T = 4$$

\mathcal{E} = экономическая эффективность капитала, K = капитал.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении проведенного нами исследования можно сделать следующие основные выводы по теме.

Преимущества электролиза перед химическим методами получения целевых продуктов заключаются в возможности сравнительно просто управлять скоростью и селективной направленностью реакций. Условия электролиза легко контролировать, благодаря чему можно осуществлять процессы как в самых "мягких", так и в наиболее "жестких" условиях окисления или восстановления, получать сильнейшие окислители и восстановители, используемые в науке и технике.

Исследование процессов электролиза не потеряло своей актуальности и в настоящее время, т.к. не только обогащает теоретические положения об этом достаточно сложно физико-химическом явлении, но и позволяет определить перспективные направления практического использования этого процесса с целью получения целевых продуктов с заданными свойствами и качествами.

Проведенные экспериментальные работы показали, что использование Солнечной энергии куда более приоритетно, так как сетевая энергия имеет возможность отключаться на неопределенный период в то время как необходим источник питания. Солнечная энергетика использует неисчерпаемый источник энергии, независимы от топлива, не выделяют никаких вредных веществ, не загрязняют окружающую среду и не производят никакого шума при работе и поэтому являются самыми экологически чистыми источниками электроэнергии, то есть не производящей вредных отходов. Очень легкое и удобное использование.

По выше указанным результатам видно, что замена сетевой энергии на солнечные, ни повлияло на изменение полученных результатов. Только при низких напряжениях ниже 8-9 В процесс электролиз длится намного дольше чем при 14 В и выше. При попытке понижать напряжение на солнечной батарее до 3 В мы получили тонкий слой меди Рис 25. Длительность

процесса 10 минут. Так же для получение пленок различной конфигурации на электролит добавляли серную кислоту что ускорило процесс толщины нанесения от расстояния между зондом и данной точкой на поверхности. Рис 3.13.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Стен Гибилиско. - Альтернативная энергетика 2010 г
2. Херман Шер. Экологический возобновляемый источник энергии будущего 2004 г.
3. <http://ru.wikipedia.org/wiki>
4. www.belkin20.narod.ru/otvety/46.htm
5. Браун Т., Лемей Г.Ю. Химия в центре наук -2, - Мир Москва.1997 г
6. Волович П.М., Бровко М.И. Готовимся к экзамену по химии - Айрис-пресс; 2006 г
7. Баймаков Ю.В., Журин А.И. Электролиз в гидрометаллургии 1995 г
8. Егоров А.С. Репетитор по химии - Издательство: Феникс 2002 г.
9. Третьяков К.А. Методические указания к лабораторным работам по химии - Свердлов. инж.-пед.ин-т. Екатеринбург, 1995 г
10. Мухленов И.П., Авербух А.Я. и др. Важнейшие химические производства - «Высшая школа», г. Москва. 1990 г
11. Ф.Ф. Ажогин и гр. авторов Гальванотехника; Спр. издание / Под редакцией А.М. Гринберга. — Москва: Металлургия, 1987.
12. В.И Фистуль. Физика и химия твердого тела. – Металлургия 1995г
13. Третьяков К.А. Методические указания к лабораторным работам по химии - Свердлов. инж.-пед.ин-т. Екатеринбург, 1995 г
14. Мухленов И.П., Авербух А.Я. и др. Важнейшие химические производства - «Высшая школа», г. Москва. 1990 г
15. Слепцов В.В. Перспективные технологии XXI века / Справочник. Инженерный журнал. – 1999. - №10.
16. Рывкин С.М. Фотоэлектрические явления в полупроводниках. М., 1999
17. Джафаров Т.Дж.О. Фотостимулированные атомные процессы в полупроводниках. М., 2000
18. <http://morana.ucoz.ru/publ/4-1-0-69> - Энергия солнца; Солнечные элементы

19. <http://www.dvfond.ru/sun/index.shtml> - Типы солнечных элементов
20. http://www.3dnews.ru/editorial/sun_energy/ - «За» и «против» солнечной энергии
21. Херман Шер. Экологический возобновляемый источник энергии будущего 2004 г.
- 22.- <http://www.dvfond.ru/sun/index.shtml> - Использование энергии солнца
23. <http://www.dvfond.ru/sun/index.shtml> - Как работают солнечные панели
24. www.energy-prirody.ru/index.php
25. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. 6-е изд. – М.: Энергоатомиздат, 2010. – 823 с.
26. Безопасность жизнедеятельности: Учебн. / Под ред. С. В. Белова. – М.: Высшая школа, 2009. – 448 с.