

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение
высшего профессионального образования
«Томский государственный университет систем управления и
радиоэлектроники»

Кафедра электронных приборов

СПЕКТРОМЕТРИЯ ГАЗОВЫДЕЛЕНИЯ ИЗ КРИСТАЛЛОВ

Методические указания к лабораторной работе
для студентов направлений «Электроника и микроэлектроника»
(специальность «Электронные приборы и устройства»)

2012

Орликов, Леонид Николаевич

Спектрометрия газовой выделенной из кристаллов: методические указания к лабораторной работе для студентов направлений «Электроника и микроэлектроника» (специальность «Электронные приборы и устройства» / Л. Н. Орликов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра электронных приборов. - Томск : ТУСУР, 2012. - 25 с.

Целью настоящей работы является ознакомление со спектрометрией газов.

Предназначено для студентов очной и заочной форм, обучающихся по направлению «Электроника и микроэлектроника» (специальность «Электронные приборы и устройства») по курсу «Спец. вопросы технологии»

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Томский государственный университет систем управления и
радиоэлектроники»

Кафедра электронных приборов

УТВЕРЖДАЮ

Зав.кафедрой ЭП

_____ С.М. Шандаров

« ___ » _____ 2012 г.

СПЕКТРОМЕТРИЯ ГАЗОВЫДЕЛЕНИЯ ИЗ КРИСТАЛЛОВ

Методические указания к лабораторной работе
для студентов направлений «Электроника и микроэлектроника»
(специальность «Электронные приборы и устройства»)

Разработчик

д-р техн. наук, проф. каф. ЭП

_____ Л.Н. Орликов

_____ 2012 г

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1 Сервисное обслуживание установки.....	5
1.1 Вакуумная схема установки.....	6
1.2 Схема охлаждения.....	7
1.3 Схема подколпачного устройства.....	8
1.4 Гидравлическая схема.....	9
1.5 Насос АВЗ – 20Д.....	10
2 Спектрометрия газовой выделенной.....	12
2.1 Определение спектрометрии.....	12
2.2 Спектральный анализ.....	13
2.3 Спектральные приборы.....	13
2.4 Цветовая система RGB.....	15
3 Экспериментальная часть.....	18
Заключение.....	23
Контрольные вопросы.....	23
Список литературы.....	24

Введение

При проведении формирования тонких пленок важно, когда закончится очистка от окислов, когда начнется распыление материала мишени и когда оно закончится, это можно определить по изменению цвета плазмы. Для того чтобы определить изменился ли цвет плазмы необходимо провести качественный спектральный анализ.

В настоящее время производство выходит на новую элементную базу (на кристаллы). Одна из особенностей кристаллов – гидроскопичность (сильное поглощение газов, воды). При проведении формирования пленки на этих кристаллах эти газы начинают подниматься вверх из объема кристалла, что способствует ухудшению адгезии пленки. Известные методы повышения адгезии (подслой, ионное облучение, прогрев, химическая очистка) не всегда дают удовлетворительные результаты. Стоит задача найти метод засечки газовыделения из кристалла. А известные методы определения механизма выделения газов по анализу ВАХ не чувствительны.

Качественный спектральный анализ [1] вещества основан на получении и изучении его спектра. Для проведения качественного анализа выбирают характерные линии данного элемента, так как они исчезают в спектре последними при уменьшении концентрации в пробе. Для идентификации линий применяются специальные атласы цветов и цветовое уравнение. Чувствительность определения различна для разных металлов, в среднем она составляет $10^{-6} - 10^{-8} \%$.

Для изучения изменения спектра плазмы предполагается использовать монохроматор ДМР-4. Для более точного и быстрого определения изменения спектра необходим автоматический приемник излучения поставленный в монохроматор. Для этой цели необходимо рассмотреть различные фоторезисторы, эксплуатационные данные и спектральные характеристики.

Необходимо знать как в реальных условиях работает ФСК-1. То есть, как зависит величина фототока от интенсивности свечения, от расстояния на котором он находится от источника излучения.

1 Сервисное обслуживание установки

Сервисное обслуживание предполагает ежедневное и плановое в виде профилактик. Ежедневное обслуживание заключается в содержании установки в чистоте, обеспечении свободного доступа вокруг установки, осмотр внешнего вида на отсутствие посторонних предметов, проводов и инструментов на установке.

Плановые профилактические работы проводятся не реже 1 раз год, как правило в период длительной остановки оборудования. В это время проверяется качество электропроводки, проводится опрессовка водопроводной сети, профилактика вакуумных затворов и т.д.

Вакуумные установки состоят из нескольких отдельных блоково

Основные из них следующие:

1. Вакуумная схема
2. Схема охлаждения элементов вакуумного оборудования, источника частиц, манипуляторов, испарителей и т.п.
3. Схема пневматического питания сжатым воздухом для открывания шлюзов, затворов приводов;
4. Схема гидравлика
5. Источник частиц и электрическая схема его питания;
6. Силовая электрическая часть привода электродвигателей, нагревателей, элементов экспериментального оборудования;
7. Высоковольтная электрическая часть;
8. Радиоэлектронные блоки функционального управления.

1.1 Вакуумная схема установки

В настоящее время установки высокого вакуума находят широкое применение в различных областях науки и техники. Главным образом это связано с интенсивными исследованиями высокоэнергетических частиц (ускорители), развитием космической техники (имитаторы условий космического пространства) и изучением поверхности материалов (различного типа приборы для физико-химического анализа поверхности).

Кроме того, существуют и другие области применения сверхвысокого вакуума, когда важно отсутствие любых загрязняющих примесей, в том числе газов.

Рассмотрим вакуумную схему исследуемой установки. На данной установке возможно проведение различных экспериментов, поэтому каждый год данная установка подвергается модификации, но тем не менее все основные элементы вакуумной схемы остаются неизменными.

Все обозначения на схеме (рисунок 1.1) обозначены согласно ГОСТУ.

Сверхвысокий вакуум находит применение главным образом в различных областях науки, но и в технологии, особенно электронных приборов, когда часто необходимы давления ниже 10^{-6} Па. В качестве примера можно привести технологию нанесения эпитаксиальных слоев с помощью молекулярного пучка, используемую при изготовлении интегральных схем, или получение фотокатодов из арсенида галлия, легированного цезием.

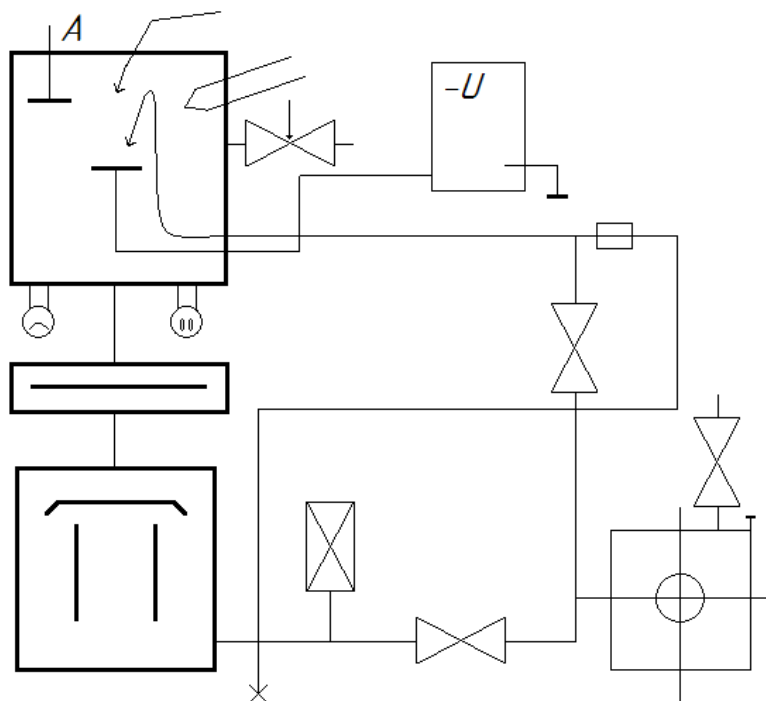


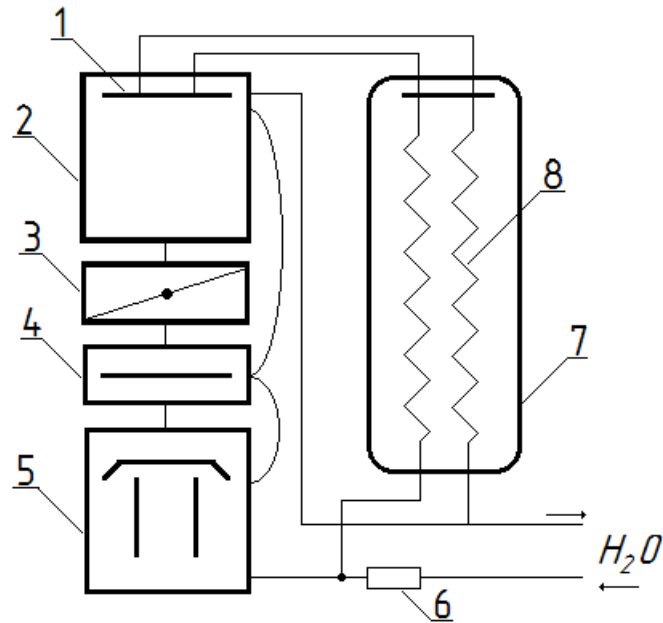
Рисунок 1.1 – Вакуумная схема установки

1.2 Схема охлаждения

На рисунке 1.2 представлена обобщенная схема водяного охлаждения вакуумной установки. Вода из магистрали подается на водное реле 6, а затем поступает на коллектор. Часть трассы направляется на охлаждение высоковакуумного насоса 5, стенок вакуумной камеры 2, стенок трансформатора, токовводов или элементов привода обрабатываемой детали. Прошедшая вода направляется в выходной коллектор.

Другая часть водяной магистрали из приемного коллектора через длинные шланги (змеевик 5 метров и более) укладывается в емкость 7 из изолятора и направляется на охлаждения катода или мишени 1 находящуюся под высоки потенциалом. После катода шланг опять укладывается в емкость из изолятора и опять направляется к выходному коллектору. В баке располагается масляный насос, прокачивающий охлажденное масло через катод, или мишень.

Сервисное обслуживание системы охлаждения заключается в контроле целостности соединений. Часто трубки водяного охлаждения перекрывается ржавчиной или кусками резины из вентилях водопровода. Вследствие этого на выходе установки должен стоять грубый фильтр. Ржавчину удаляют слабым раствором соляной кислоты или механическим способом. Для запитки ответственных приборов и дорогостоящих установок применяют деионизированную или дистиллированную воду.

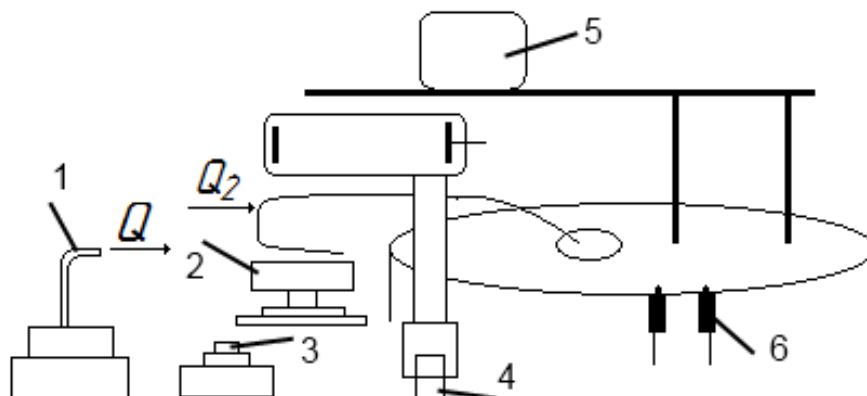


- 1 — катод-мишень, 2 — вакуумная камера,
 3 — вакуумный затвор, 4 — ловушка паров масел,
 5 — диффузионный насос, 6 — водяное реле,
 7 — ёмкость, 8 — змеевик.

Рисунок 1.2 – Схема водяного питания вакуумной установки

1.3 Схема подколпачного устройства

Схема подколпачного устройства является одной из важнейшей части вакуумной установки. Из данной схемы можно понять для чего она применяется, как работает данная установка и какие модификации возможно проводить с этой установкой, поскольку наиболее просто изменить что-то под колпаком нежели внутри самой вакуумной схемы. Рассмотрим подколпачное устройство УРМ:



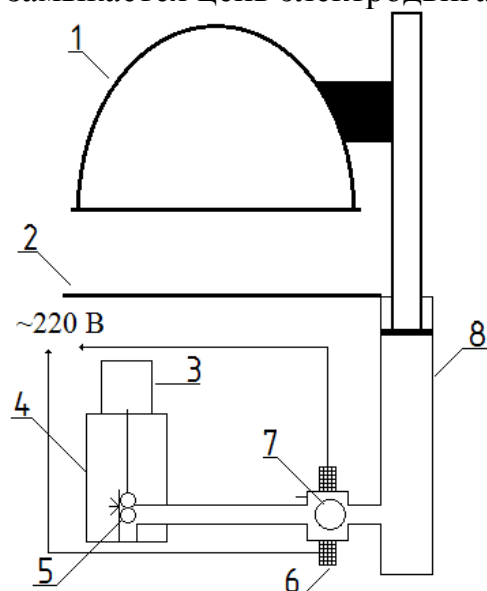
- 1 – газоотвод, 2 – мишень, 3 – термопара, 4 – катод, 5 – поворотная карусель,
 6 – нагревательное отверстие

Рисунок 1.3 – Подколпачное устройство УРМ

Основанием служит стальной сварной каркас, закрытый металлическими панелями и панелями пульта управления. Колпак с подколпачным устройством расположен на верхней панели, а внутри каркаса смонтированы все остальные системы и элементы. Для наблюдения за процессом напыления колпак имеет два смотровых окна, а снаружи он обвит змеевиком, предназначенным для пропускания по нему горячей или холодной воды. На цилиндрической части расположены два натекаателя. На колпаке находится электродвигатель, служащий для привода с помощью рычага карусели подложек и масок, находящейся под колпаком. Под колпаком расположены карусель подложек и масок, нагреватель подложек и заслонка с электромагнитным приводом.

1.4 Гидравлическая схема

На рисунке 1.4 представлена гидравлическая схема установки. При нажатии кнопки «Вверх» замыкается цепь электродвигателя.



- 1 — вакуумная камера, 2 — рабочая плита
установки, 3 — электродвигатель,
4 — масляный бак, 5 — масляный
шестеренчатый насос, 6 — электромагниты,
7 — распределитель с шариком
8 — гидроцилиндр

Рисунок 1.4 – Гидравлическая схема установки

Шарик поднимается электромагнитом и шестеренчатый насос качает масло в гидроцилиндр 8. В это время вакуумная камера поднимается вверх. При нажатии кнопки «Вниз» замыкается цепь нижнего электромагнита. Шарик уходит вниз и масло сливается обратно в масляной бак.

1.5 Насос АВЗ – 20Д

Насосы золотниковые вакуумные АВЗ (быстро действенный, двухступенчатый) с масляным уплотнением предназначены для откачки воздуха, неагрессивных газов, паров и парогазовых смесей, предварительно очищенных от капельной влаги и механических загрязнений из замкнутых герметичных объемов стационарных установках, размещаемых в помещениях, а также для создания предварительного разряжения в высоковакуумных установках.

Материалы исполнения проточной части насоса АВЗ - серый чугун, либо сталь обычных марок.

Уплотнение вала насоса - манжетное.

Насосы и электродвигатели монтируются на общей фундаментной раме или плите; масса фундамента должна превышать массу агрегата в 2...3 раза; передача вращательного движения от электродвигателя к насосу осуществляется клиноременной передачей.

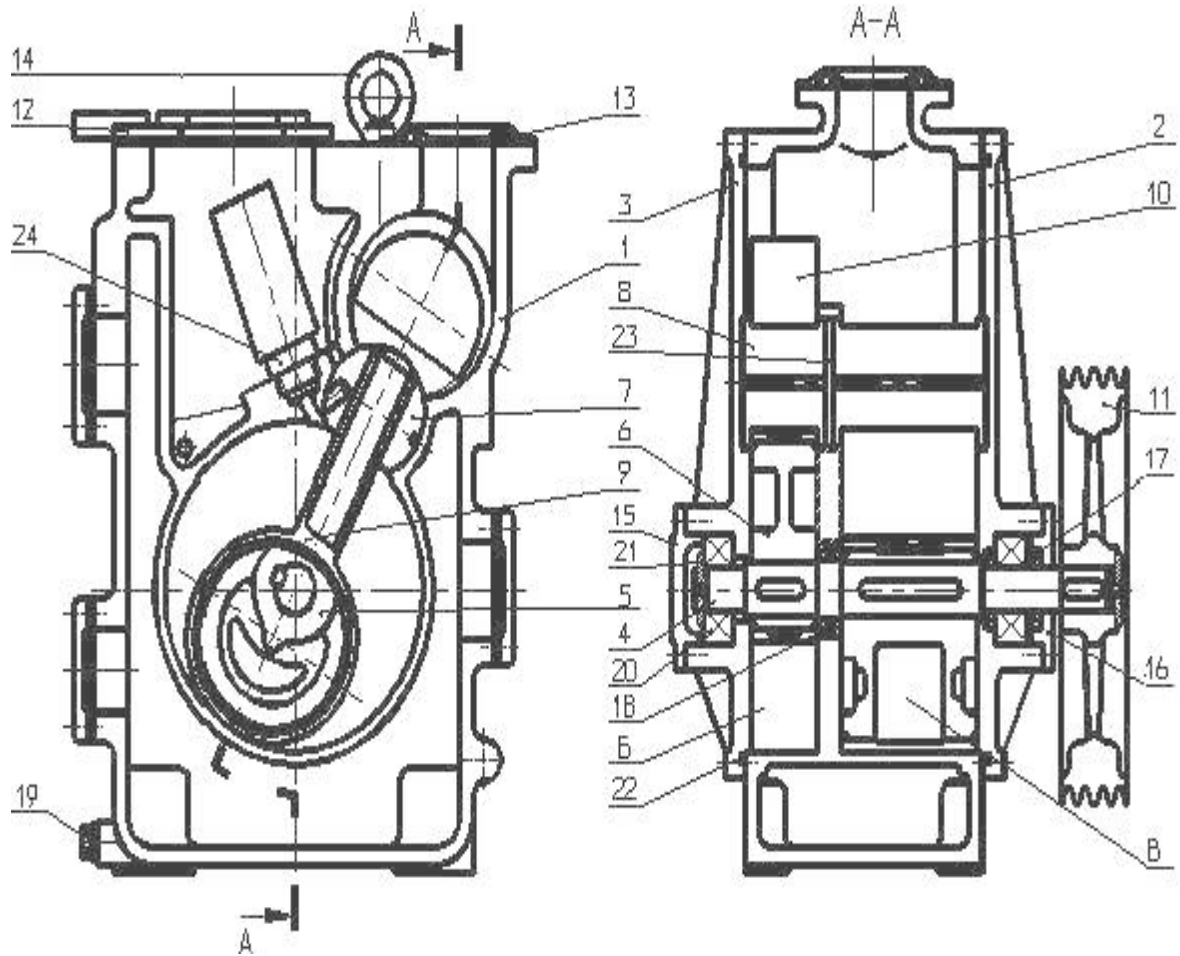
Технические характеристики золотниковых насосов АВЗ:

Типоразмер насосного агрегата	Быстро-действие, л/с (м3/мин) л/с (м3/мин)	Предельное остаточное давление (полное), Па	Параметры электродвигателя			Габаритные и присоединительные размеры			Масса, кг
			Тип двигателя	Мощность, кВт	п, мин-1	Длина, мм	Ширина, мм	Высота, мм	
АВЗ-20Д	20 (1)	1,1x10 ⁻³	АИР90L4	2,2	1480	650	400	665	175

На рисунке 1.5 представлен разрез вакуумного золотникового насоса АВЗ-20Д.

Ограничения применения вакуумных насосов АВЗ:

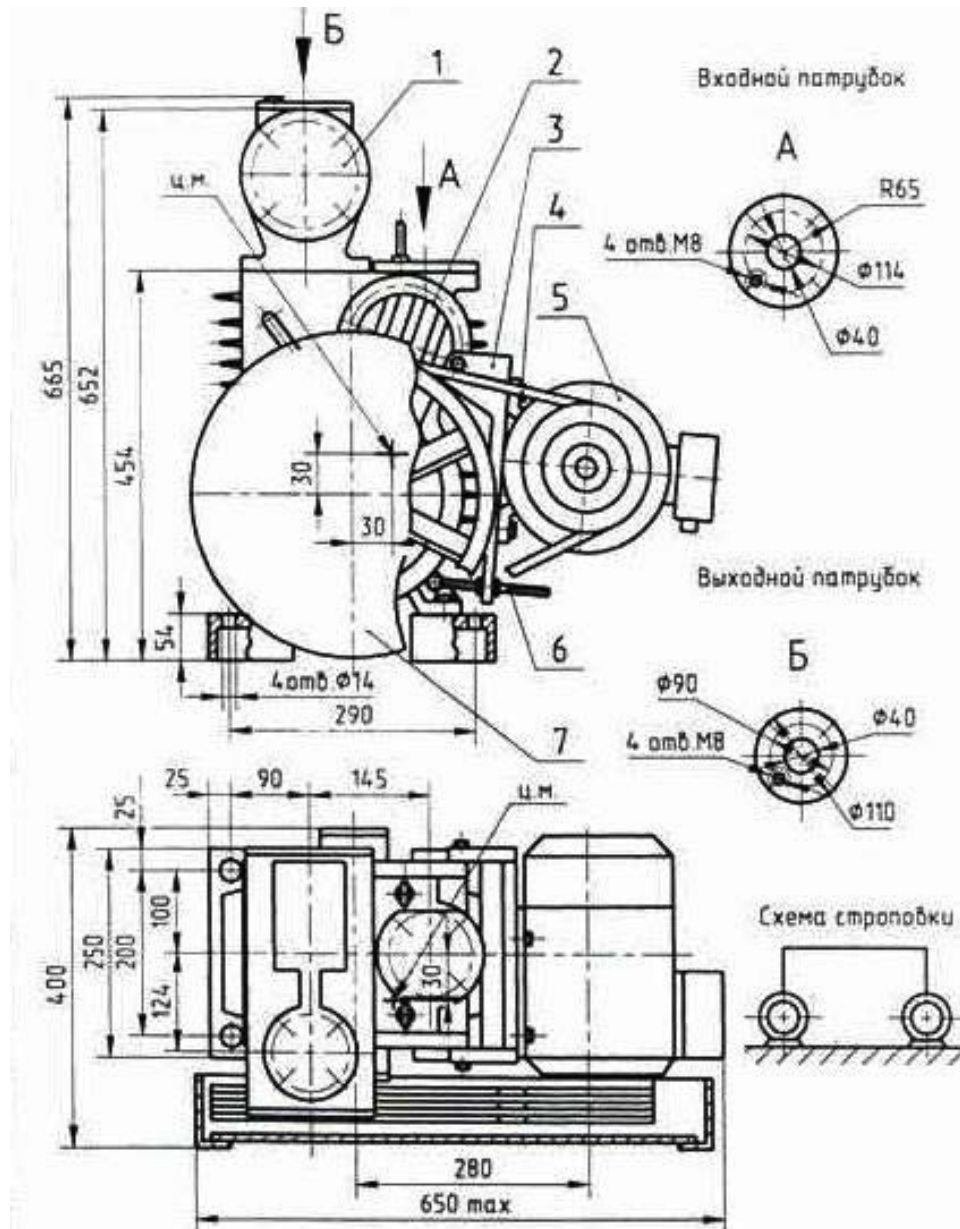
- вакуумные насосы АВЗ непригодны для откачки агрессивных сред, вступающих в реакцию со смазочными маслами и черными металлами;
- вакуумные насосы АВЗ непригодны для перекачки сред из одной емкости в другую;
- предельно допустимая концентрация паров углеводородов, масляного тумана в воздухе должна соответствовать требованиям безопасности ОСТ 38.01402-86;
- не допускаются: работа насоса без охлаждения;
- перегрев насоса;
- выброс откачиваемых газов в помещение, где установлены агрегаты;
- пуск агрегата без предварительного заполнения маслоотделителя вакуумным маслом;
- превышение выходного давления по отношению к атмосферному более чем на 9,3 кПа (70 мм.рт.ст).



1 - корпус; 2 и 3 - крышки передняя и задняя; 4 - вал; 5 и 6 - эксцентрики; 7 и 8 - направляющие; 9 и 10 - плунжеры; 11 - маховик; 12 - крышка; 13 - кольцо; 14 - рем-болт; 15 и 16 - крышки; 17 и 18 - манжеты; 19 - пробка; 20 - подшипник; 21 - шайба; 22 - кольцо; 23 - перегородка; 24 - клапан. Б и В - роторные камеры

Рисунок 1.5 - Разрез вакуумного золотникового насоса АВЗ-20Д.

Конструктивно данный насос представляет из себя следующее, на рисунке 1.6 представлен реальный насос АВЗ-20Д и его размеры.



1 - маслоотделитель, 2 – насос, 3 – основание, 4 – ремень, 5 – двигатель, 6 – винт натяжений, 7 – ограждение

Рисунок 1.6 - Чертеж насоса, размеры

2 Спектрометрия газовыделения

2.1 Определение спектрометрии

Спектрометрия оптическая [2] (от *спектр* и греч. *metres* - измеряю) - совокупность методов и теория измерений спектров электромагнитного излучения и изучение спектральных свойств веществ и тел в оптическом диапазоне длин волн (~ 1 нм - 1 мм). Измерения в спектрометрии осуществляются с помощью спектральных приборов. Основные задачи спектрометрии: теория спектральных приборов, модельное рассмотрение условий измерений в типовых вариантах, разработка критериев сравнения приборов, способов оптимизации условий и режимов измерений с целью

получения наиболее точных результатов за наименьшее время.

2.2 Спектральный анализ

Спектральным анализом [2] называется физический метод определения химического состава вещества, основанный на изучении спектра излучения или поглощения электромагнитных волн этим веществом. Различают качественный и количественный анализ. Задачей качественного спектрального анализа является установление всех химических элементов, из которых состоит исследуемый образец. Она решается путем измерения длин волн спектральных линий излучения вещества и отождествления их по таблицам с определенными химическими элементами.

В задачу количественного спектрального анализа входит определение концентраций химических элементов, в содержащихся в веществе-источнике излучения. Этот анализ производится путем измерения интенсивностей спектральных линий данного элемента и последующего сравнения их с интенсивностями тех же линий в образцах с известной концентрацией того же элемента.

Спектральный анализ в подавляющем большинстве случаев точнее, быстрее и чувствительнее химических методов и поэтому широко применяется в современном производстве и в научных исследованиях.

«Когда в спектре пламени появляются какие-либо определенные линии, они характеризуют металл, содержащийся в пламени» - в 1834 г. сказал Ф. Тальбо. Для каждого материала характерен свой спектр.

Число спектральных линий одинаковых атомов может быть очень велико. Например спектр железа только в видимой и ультрафиолетовой областях содержат около 60 тысяч линий. Следовательно, не исключено случайное совпадение некоторых частот в спектре различных атомов, что называется в спектроскопии «наложением» линий. Поэтому качественный спектральный анализ следует проводить по нескольким наиболее интенсивным линиям в исследуемом спектре. Совпадение измеренных длин волн этих линий с табличными данными надежно показывает присутствие элемента в источнике излучения.

2.3 Спектральные приборы

Спектральные приборы предназначены для анализа сложного излучения, непосредственно излучаемого различными телами или преобразованного в результате взаимодействия излучения с веществом. Эти исследования проводятся в широком диапазоне длин волн от далекой ультрафиолетовой области до миллиметровых радиоволн.

Спектральные приборы позволяют:

1. Разложить исследуемое излучение в спектр, т.е. расположить по длинам волн излучение, которое попадает на вход прибора;

2. Зафиксировать положение отдельных участков спектра или отдельных спектральных линий;

3. Измерить интенсивность какого-либо участка спектра или спектральной линии.

Если на пересечение оптической оси прибора с фокальной плоскостью объектива установить вторую щель (выходную), параллельную входной. Выходная щель при соответствующей ширине вырежет из всего спектра только одну также можно изучить весь спектр только одну спектральную линию. Такие приборы называются монохроматорами. С их помощью также можно изучить весь спектр, но для этого необходимо проворачивать диспергирующий элемент (диспергирующий элемент - элемент, который осуществляет пространственное разделение излучения разных длин волн, отклоняя их на разные углы). Тогда через входную щель последовательно пройдут все линии спектра. Если за щель поставить фотоприемник с усилителем (фотодиод или фотоэлектронный умножитель), а призму вращать автоматически, то можно записать весь спектр в виде максимумов интенсивности фотосигнала, расположенных в определенном порядке. Фотоэлектрическая запись спектра имеет то преимущество, что на графике одновременно регистрируются длины волн, относительные интенсивности и форма спектральных линий.

Двойной монохроматор [3] — спектральный прибор, состоящий из двух последовательно состыкованных монохроматоров, таким образом, что выходное излучение первого монохроматора является входным излучением второго монохроматора (выходная щель первого монохроматора является входной щелью второго монохроматора). Последовательное использование двух монохроматоров позволяет достичь очень низкого уровня рассеянного света, а также увеличить дисперсию, получаемую на выходе второго монохроматора, почти в 2 раза.

Двойные монохроматоры позволяют избавиться от рассеянного света. В вакуумной области спектра такие приборы особенно нужны, так как применение фильтров часто является затруднительным. Наличие рассеянного света, в первую очередь при использовании источников сплошного спектра, сильно искажает результаты, что особенно существенно при определении малых коэффициентов поглощения.

В данной работе используется двойной монохроматор ДМР-4 (рисунок 2.1). *Двойной монохроматор ДМР-4* состоит из двух призм из кристаллического кварца и стекла ТФ-1; они позволяют производить измерения в области спектра от 210 до 2500 нм. Входная и выходная щели прибора расположены на его противоположных сторонах. Изменение длины волны выходящего из ДМР-4 излучения управляется градуированным барабаном, его вращение вызывает одновременный поворот обеих парных призм.

Двойной монохроматор ДМР-4 предназначается для получения монохроматического излучения высокой чистоты в широком диапазоне длин

ВОЛН.

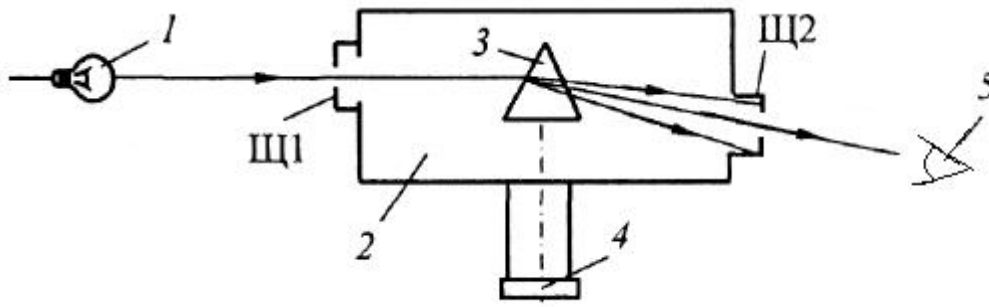


Рисунок 2.1 – Схема монохроматора

Свет от источника *1* поступает в монохроматор *2* - спектральный оптический прибор, выделяющий узкие (квазимонохроматические) участки спектра оптического излучения. Основной частью монохроматора является диспергирующий элемент *3*, пространственно разделяющий излучение с различными длинами волн, отклоняя лучи на разные углы от первоначального направления. Выделение нужного участка спектра осуществляется поворотом диспергирующего элемента на угол φ с помощью барабана *4*. При этом излучение в узком спектральном интервале выводится из монохроматора через щель Щ2.

2.4 Цветовая система RGB

Субтрактивные схемы легко иллюстрировать с помощью красок. При смешении двух красок мы получаем новую краску. Краски мы наносим на белый лист бумаги. Если смешать две краски, то результат будет насыщеннее и темнее. Итак, субтрактивные схемы при смешении всех базовых цветов дают оттенки серого цвета. Отсутствие составляющих означает белый цвет, а их максимальное количество – чёрный.

Эта аддитивная схема принята в большинстве световых аппаратных решений, включая мониторы. Базовыми являются 3 цвета: красный (**R**ed), зелёный (**G**reen) и синий (**B**lue).



Рисунок 2.2 – Цвета системы RGB

Результат смешения основных компонентов вы можете наблюдать на рисунке 2.3. Нередко говорят о пространстве цветов RGB, понимая под координатами количество той или иной составляющей.

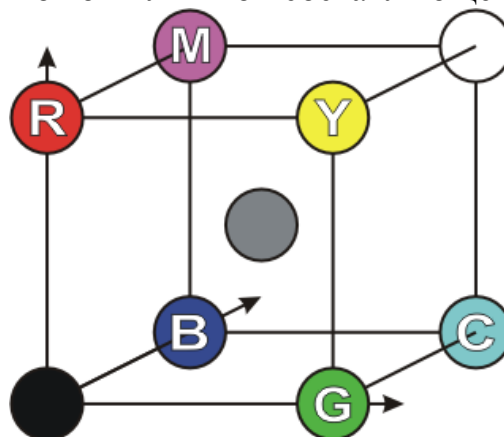


Рисунок 2.3 – Цвета RGB в пространстве

Каждый конкретный цвет в таком случае обозначается точкой в пространстве. Почему же именно красный, зелёный и синий? Основой человеческого зрения является сетка из сенсоров света, расположенная внутри нашего глаза. Эти сенсоры реагируют на волны различной длины, посылая мозгу комбинации электрических сигналов. Вопрос в том, как эти сенсоры посылают информацию. Разве информация это непосредственно длины волн? Человеческому зрению приходится работать быстро, чтобы справиться с потоком ежесекундно поступающих новых изображений. В удивительной конструкции этой системы используется гораздо более эффективный метод — метод “пакетной обработки” потока волн различной длины. В нашем мозгу видимый спектр разбивается на три доминирующие области – красную, зеленую и синюю, и по этим цветам затем вычисляется совокупная цветовая информация. Таким образом, схема RGB [5] соответствует в некоторой степени методам восприятия цвета глазом.

В таблицу стандартных наблюдений МОК внесены удельные координаты цвета и координаты цветности (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Удельные координаты цвета и координаты цветности

\bar{r}	\bar{g}	\bar{b}	нм	r_λ	g_λ	b_λ
-0.0121	0.0068	0.3167	450	-0.0390	0.0218	1.0172

На основе исследований Райта и Гилда было получено следующее цветовое уравнение:

$$F = r'R + g'G + b'B,$$

где: R,G,B- основные цвета системы;

F – цвет излучения, который по количественной и качественной характеристикам определяется через основной цвет системы;

r', g', b' – координаты цвета;
 $r'R, g'G, b'B$ – компоненты цвета.

Координаты цветности системы:

$$r = \frac{r'}{\sigma}; \quad g = \frac{g'}{\sigma}; \quad b = \frac{b'}{\sigma}$$

где: $\sigma = r' + g' + b' \Rightarrow r + g + b = 1$.

Равенство суммы координат цветности позволяет построить простую диаграмму цветности, используя известное из геометрии свойство равностороннего треугольника, у которого сумма расстояний от любой точки до его сторон равна высоте треугольника (рис. 2.4):

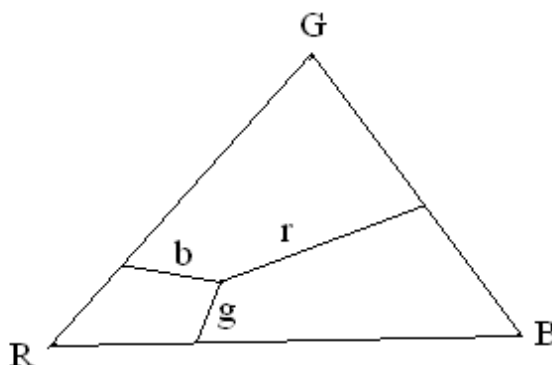


Рисунок 2.4 – Треугольник цветности

Система RGB является основной системой, для которой опытным путем установлены ординаты кривых сложения (удельные координаты цвета) (рис. 2.5):

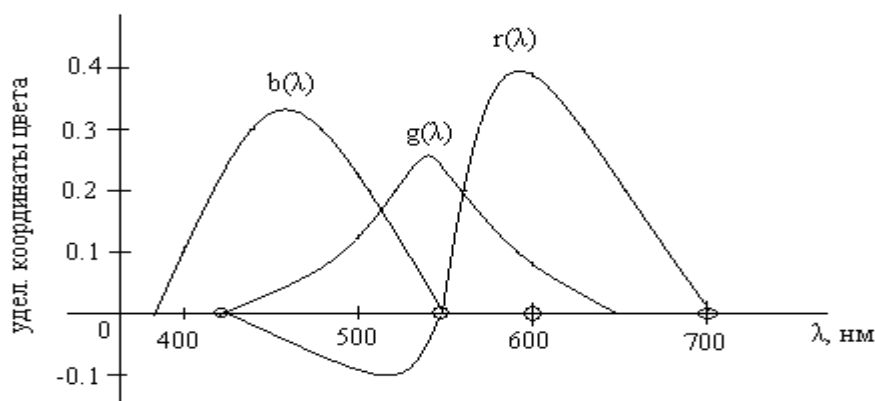


Рисунок 2.5 – Удельные координаты цвета

Все цвета, лежащие внутри цветового треугольника, имеют положительные координаты цветности, а у цветов, лежащих вне этого треугольника, одна координата всегда отрицательна. Система RGB для цветовых расчетов не используется. Основным недостатком этой системы – наличие области отрицательных значений r'_λ , что усложняет определение координат цвета.

3 Экспериментальная часть

Газы могут залегать на поверхности кристалла, в приповерхностных слоях и в глубине кристалла. Разной глубине соответствует разные три механизма выделения газа.

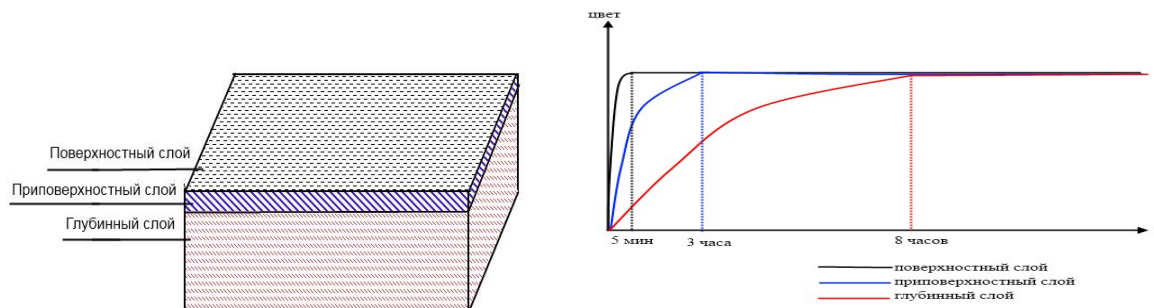
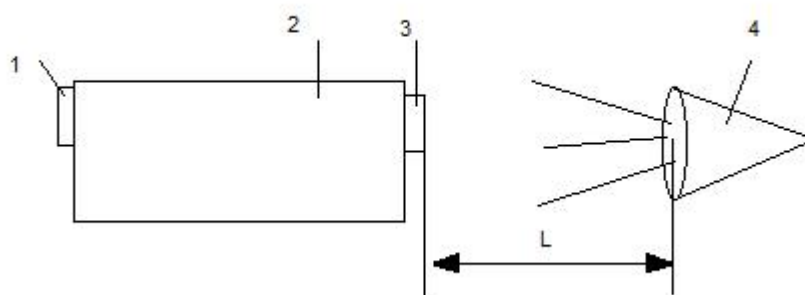


Рисунок 3.1 – Глубина залегания газов, время выделения газа в зависимости от глубины залегания

Механизм определяется по величине выделения газов во времени. При ионно-плазменной обработке изменяется спектр свечения в зависимости от интенсивности выделения газа кристаллом.

Провидите эксперимент на построение цветового треугольника с использованием монохроматора и лампы накаливания. Схема экспериментальной установки представлена на рисунке.



1 – выходная щель, 2- устройство монохроматор ДМР-4, 3 – входная щель, 4 – источник излучения, L – расстояние от источника излучения до монохроматора.

Рисунок 3.2 – Схема экспериментальной установки

Ранее нами были проведены эксперименты и получен цветовой треугольник, полученные результаты сравниваются с теорией цветowych треугольников (рисунок 3.3).

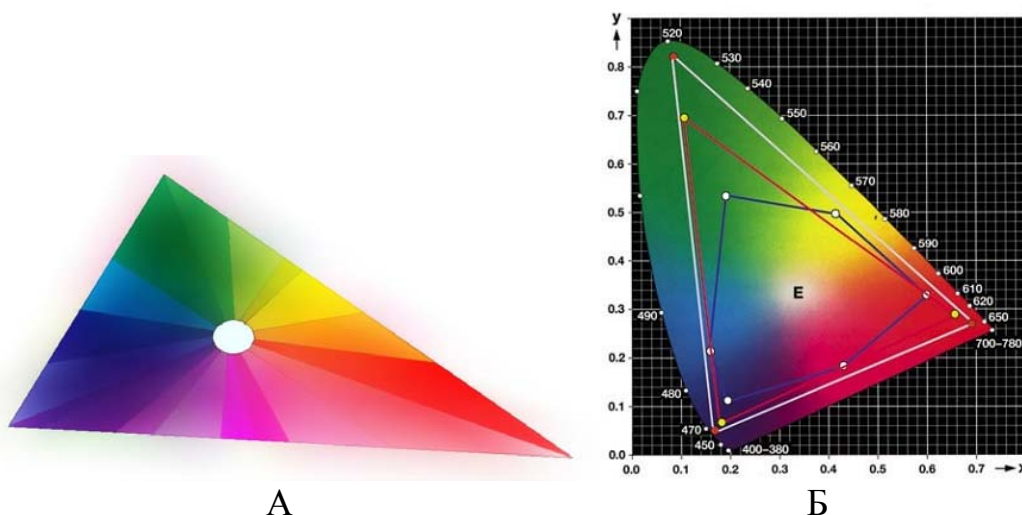


Рисунок 3.3 – А - Экспериментальный цветовой треугольник, Б – Теоретический цветовой треугольник

Из рисунков мы видим, что цветовой треугольник теоретический и экспериментальный совпадают. Из этого можно сделать вывод, что наша установка устройство монохроматора ДМР-4 дает верные спектральные линии. Следовательно, с помощью этой установки можно проводить полноценный спектральный анализ, который действительно будет давать нам верные результаты. Мы сможем определить начало и конец напыления тонких пленок, что сократит время работы установки и увеличит качество напыления, напыление всегда будет закончено во время, а не раньше или намного позже.

Спектр изучается монохроматорами. Предварительные эксперименты проведенные с монохроматором показали, что недостаточна его чувствительность.

После проведения литературного обзора установлено, что для повышения чувствительности монохроматора, необходимо вмонтировать в него приемник излучения. Были рассмотрены различные спектральные характеристики фотоприемников и из них выбран фоторезистор ФСК-1. Параметры ФСК-1:

Предельные эксплуатационные данные

Рабочее напряжение.....	50 В
Мощность рассеяния.....	125 мВт
Минимальная наработка.....	10 000 ч
Срок сохраняемости.....	10 лет
Диапазон рабочей температуры окружающей среды.....	-60...+85 °С

Цоколевка ФСК-1

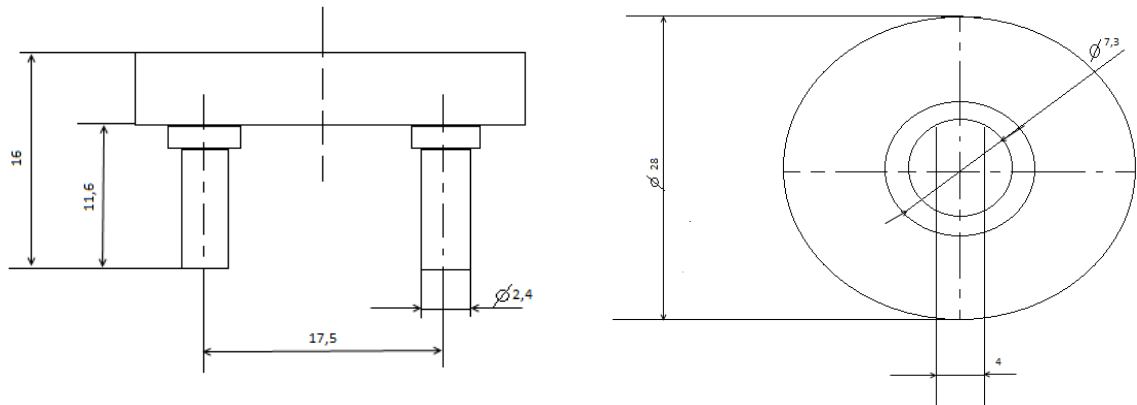


Рисунок 3.4 – Цоколевка и размеры фоторезистора ФСК-1

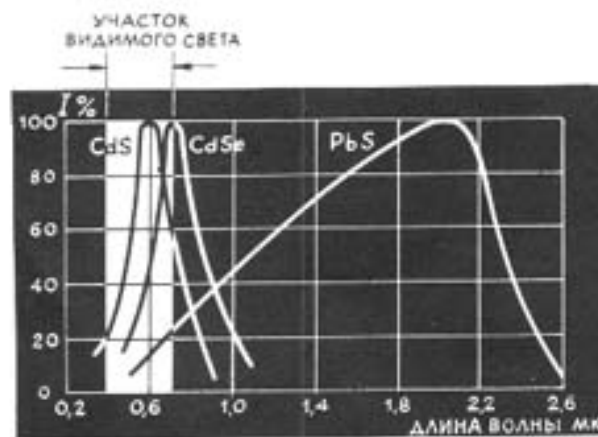


Рисунок 3.5 – Спектральные характеристики фоторезисторов

Как видно из этих характеристик, фоторезисторы с сернисто-кадмиевым светочувствительным элементом имеют максимальную чувствительность в видимой части спектра, фоторезисторы, выполненные на основе селенистого кадмия, наиболее чувствительны к красной и инфракрасной части спектра, а сернисто-свинцовые фоторезисторы имеют максимум чувствительности в инфракрасной, области спектра.

Необходимо посмотреть как в реальных условиях работает ФСК-1. То есть, как зависит величина фототока от интенсивности свечения, от расстояния на котором он находится от источника излучения.

Проведите ряд экспериментов с фоторезистором внутри вакуумной камеры и вне камеры на разном расстоянии от смотрового окна. Интенсивность свечения разряда при этом изменяли при помощи изменения тока разряда.

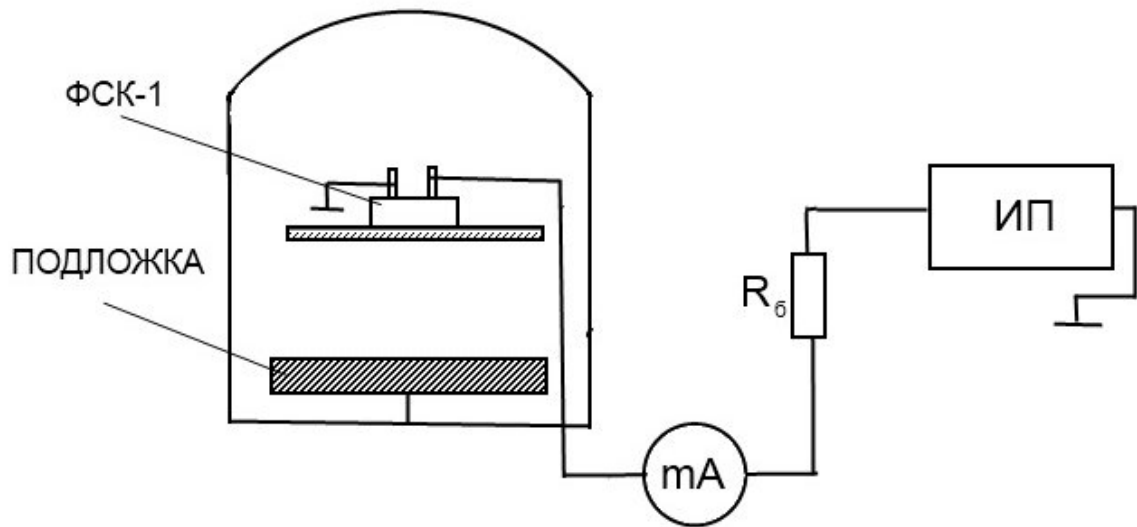


Рисунок 3.6 – Схема эксперимента с фоторезистором внутри камеры

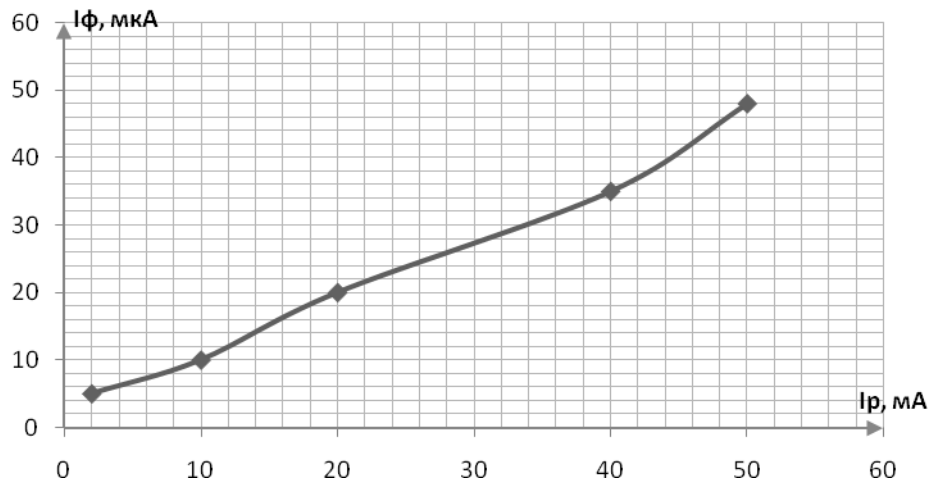


Рисунок 3.7– График зависимости $I_{\phi} = f(I_p)$ с фоторезистором внутри камеры

Из данного эксперимента мы видим, что внутри камеры фоторезистор хорошо регистрирует излучение разряда и малейшие изменения цвета свечения. Так же мы видим, что с увеличением тока разряда, увеличивается и фототок.

Чтобы поставить фоторезистор в монохроматор нужно проверить сможет фоторезистор регистрировать излучение вне камеры. Для этого фоторезистор выносим за пределы камеры и ставим его напротив смотрового окна. При этом, проведем эксперимент на разных расстояниях от камеры, поскольку если фоторезистор ставить в монохроматор, то он будет находиться на большом расстоянии от смотрового окна.

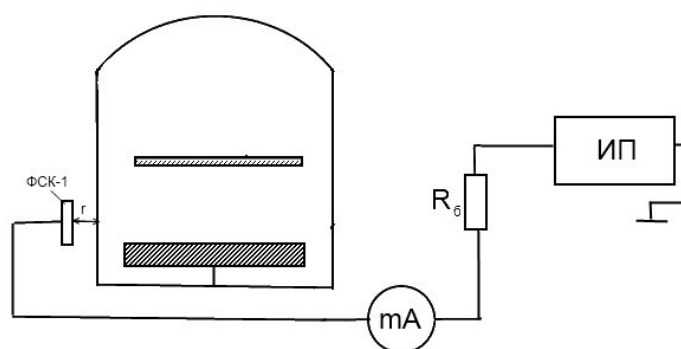
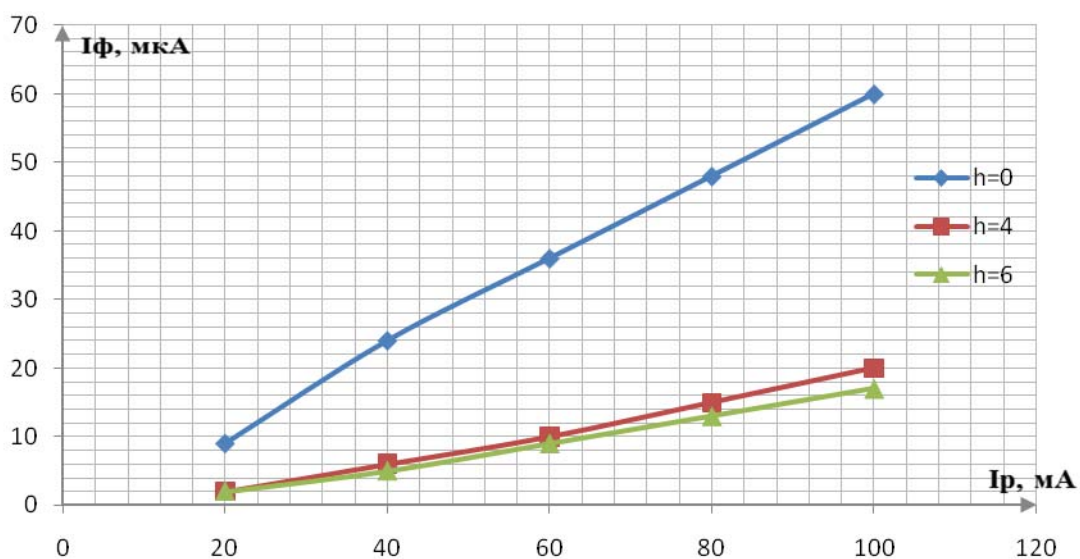
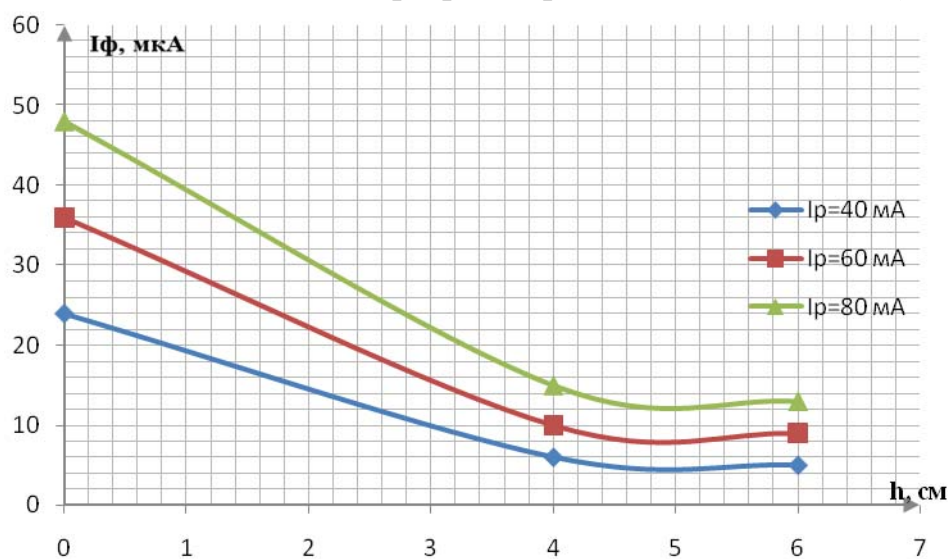


Рисунок 3.8 – Схема эксперимента с фоторезистором вне камеры

Рисунок 3.9 - График зависимости $I_{\Phi} = f(I_p)$ с фоторезистором вне камеры на разном расстоянии

Рассмотрим зависимости фототока от расстояния при постоянном токе разряда (интенсивность свечения разряда при этом не изменяется).

Рисунок 3.10 – График зависимости $I_{\Phi} = f(h)$ при постоянном I_p , с ФР вне камеры

ФСК-1 можно использовать в монохроматоре, в качестве приемника излучения, чем ближе будет стоять фоторезистор тем больше у него будет чувствительность.

После проведения выше указанных экспериментов проведите эксперимент с монохроматором в который установите фоторезистор.

После проведения всех экспериментов отключите установку, соберите монохроматор. Составьте отчет в котором приведите результаты экспериментов и сравнение полученных результатов с вышеприведенными данными. Сделайте выводы о получившихся результатах.

Заключение

Для разложения спектра достаточно использовать только два зеркала монохроматора. Механизм выделения газа можно засечь по изменению фототока (время изменения t , t^2 , \sqrt{t} [3 минуты, 5 часов, 8 часов]), но для того чтобы определить какой газ необходимо знать какой спектр преобладает в цвете свечения разряда. Для этой цели применяется монохроматор с установленным внутри фоторезистором, цветовой треугольник, таблица цветности газов.

Контрольные вопросы

1. Обозначить все элементы вакуумной схемы представленной на рисунке 1.1.
2. Для чего в системе охлаждения предусмотрена длинная трансмиссия шлангов?
3. Объяснить принцип работы гидравлической системы.
4. Для чего и как проводится сервисное обслуживание вакуумных установок?
5. При помощи каких приборов в данной лабораторной работе проводятся эксперименты?
6. О чем говорит цветное уравнение и цветовой треугольник?
7. Можно ли при помощи монохроматора определить какой газ выделяется из кристалла?
8. Из какого слоя наиболее долго выделяется газ и по каким причинам?
9. Почему в кристаллах много лишних газов, откуда он там появляется и почему необходимо исследовать газовыделение из кристаллов?
10. Для чего необходимо ставить фоторезистор? Куда его лучше ставить? Сильно ли зависят результаты от типа фоторезистора?

Список литературы

1. Нагибина И.М., Москалев В.А., Полушкина Н.А., Рудин В.Л. Прикладная физическая оптика. - М: Высшая школа, 2002, 562 с.
2. Плясецкий В.В. Цветное телевидение в вопросах и ответах. - Минск: Польша, 1994 г., 377 с.
3. Волосов Д. С., Цивкин М.В. Теория и расчет светооптических систем, М.: Искусство, 1961 г., 526 с.
4. Гуторов М.М., Основы светотехники и источники света. – М.: Энергоатомизда, 1983 г., 384 с.

Учебное пособие

Орликов Л.Н.

Спектрометрия газовой выделения из кристаллов
Методические указания к лабораторной работе

Усл. печ. л. _____ Препринт
Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники
634050, г.Томск, пр.Ленина, 40