

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

Кафедра электронных приборов

СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ВАКУУМНОЙ УСТАНОВКИ УВН 2М-1

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

2012

Орликов, Леонид Николаевич

Сервисное обслуживание вакуумной установки УВН 2М-1: 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. - 21 с.

Целью настоящей работы является комплексное исследование УВН 2М-1.

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.

СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ
ВАКУУМНОЙ УСТАНОВКИ УВН 2М-1

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

1. Введение.....	4
2. Описание установки.....	4
2.1 Вакуумная схема установки.....	4
2.2 Схема работы вакуумной установки.....	5
2.3 Гидравлическая система вакуумной установки.....	6
2.4 Электрические схемы.....	6
2.5 Схема охлаждения.....	9
2.6 Конструкции соединений пушки.....	11
2.7 Высоковольтная схема питания источников электронов.....	12
3. Сервисное обслуживание установки.....	13
3.1 Исследование и сервисное обслуживание термодатчика.....	13
3.2 Исследование механического насоса на предельный вакуум.....	14
3.3 Десорбционная характеристика.....	16
3.4 Диффузионный насос 2НВР – 5ДМ.....	17
3.5 Карта течей установки.....	20
Заключение.....	21
Список литературы.....	22

1. Введение

Целью настоящей работы является комплексное исследование УВН 2М-1.

2. Описание установки

2.1 Вакуумная схема установки

2.2

На рисунке 2.1 изображена вакуумная схема установки.

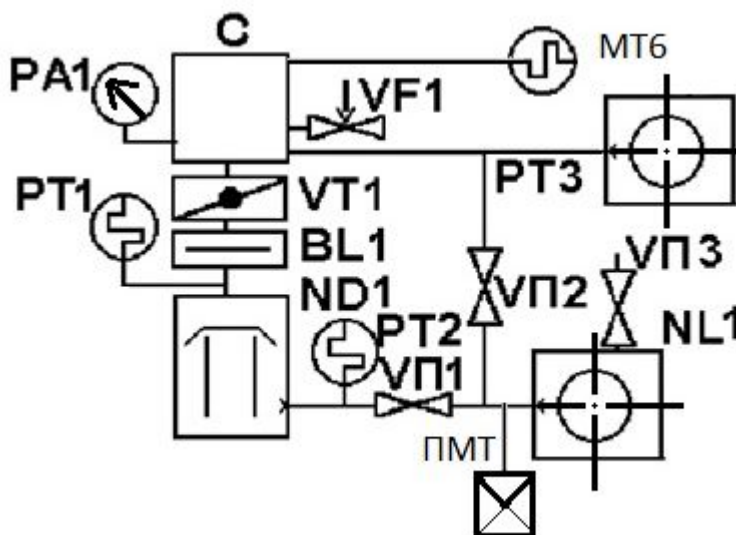


Рисунок 2.1 – Вакуумная схема установки

На рисунке 2.1 вакуумная камера С откачивается с помощью диффузионного насоса ND1 с ловушкой BL1 и двумя диффузионными насосами NL1,NL2. Так же присутствуют вакуумные затворы VT1, VП2, VП3. Давление измеряется с помощью датчиков ПМТ, МТ6, РТ1, РА1.

Вакуумную камеру следует содержать в чистоте. При разгерметизации вакуумная камера работает как пылесос. Пыль воздуха оседает в труднодоступных местах. Чистка вакуумных камер и отдельных элементов установок от ранее распыленных материалов должна проводиться по специальной технологии, разрешенной отделом техники безопасности. Не допускается чистка камер механическими средствами или наждачными шкурками без использования вытяжных пылесосов и противогазов с протяженными воздуховодами. Иногда для чистки камер могут использоваться слабые щелочные или кислотные растворы. В некоторых случаях очистка мелких деталей может проводиться путем прокаливания.

2.2 Схема работы вакуумной установки

Алгоритм включения установки рекомендуется проводить в следующей последовательности:

- 1) составить вакуумную схему установки;
- 2) закрыть все вентили;

- 3) перевести все тумблеры влево/вниз;
- 4) провести внешний осмотр установки на наличие нагревателя на диффузионном насосе, наличие воды для охлаждения, отсутствие посторонних предметов, проводов и т.п.;
- 5) провести импульсное включение механического насоса (рывками);
- 6) открыть обводную (байпасную) систему для откачки рабочей камеры;
- 7) по достижении вакуума $\sim 0,1$ мм рт. ст. включить нагреватель диффузионного насоса и ждать 45 минут до выхода установки на высокий вакуум.

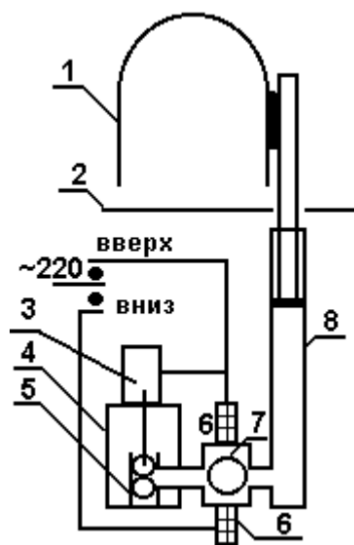
При работе категорически запрещается оставлять установку без присмотра, отвлекаться на посторонние дела или проводить работы, не предусмотренные программой процесса.

Алгоритм выключения установки рекомендуется проводить в следующей последовательности:

- 1) производится выключение измерительной аппаратуры и вакуумметров;
- 2) закрывается вентиль на входе диффузионного насоса. Выключается нагреватель диффузионного насоса. Выдерживается время ~ 40 мин для остывания диффузионного насоса;
- 3) закрываются вентили на выходе диффузионного насоса;
- 4) выключается форвакуумный насос;
- 5) выключается охлаждение установки.

2.3 Гидравлическая система вакуумной установки

На рисунке 2.2 представлена схема гидравлической системы вакуумных установок.



- 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 2.2 – Схема гидравлической системы вакуумной установки

При нажатии кнопки «ВВЕРХ» замыкается цепь электродвигателя и верхнего электромагнита. 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 масляный бак.

2.4 Электрические схемы

В устройствах электропитания трансформаторы применяются для преобразования напряжения, преобразования числа фаз в фазовращателях и т.д.

В установках нашли применение несколько схем регулирования напряжения. Наиболее распространенная схема – это схема с автотрансформатором. На рисунке 2.3 представлены схемы с применением автотрансформатора для нагрева испарителя

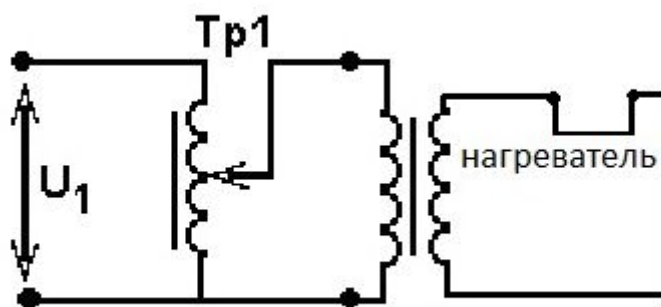


Рисунок 2.3 – Схемы питания испарителя.

Достоинством схем с авторегуляторами являются:

1. плавная регулировка напряжения до нуля;
2. передача синусоиды напряжения без искажений.

Недостатком автотрансформаторных схем являются:

1. отсутствие развязки по напряжению. (При малом снятом напряжении относительно конца обмотки, напряжение относительно «земли» равно 220 В);
2. наличие подвижного изнашиваемого контакта провоцирует съём напряжения сразу с двух соседних витков. Вследствие этого возникает КЗ-виток и загорание регулятора.

Регулирующим элементом могут выступать тиристорные регуляторы. На рисунке 2.4 представлены схема для нагрева подложки.

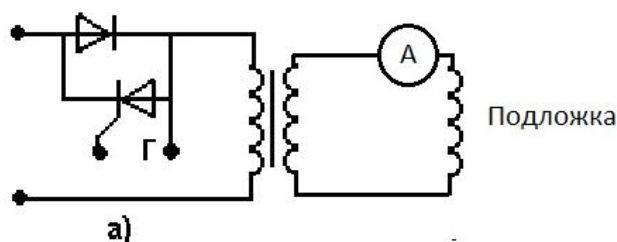


Рисунок 2.4 – Схемы для нагрева подложки

Тиристорные схемы позволяют регулировать напряжение по первичной и по вторичной обмотке трансформатора (а). Преимущества тиристорных схем проявляются при необходимости регулировать большие токи. Тиристор открывается импульсами, подаваемыми от генератора Г.

Известно достаточно большое количество выпрямительных устройств. Однополупериодные схемы содержат один выпрямляющий диод на фазу и нагрузку. Такие схемы применяются при небольших мощностях нагрузки и малых требованиях к пульсациям напряжения. На рис. 2.5 приведена схема питания магнетрона.

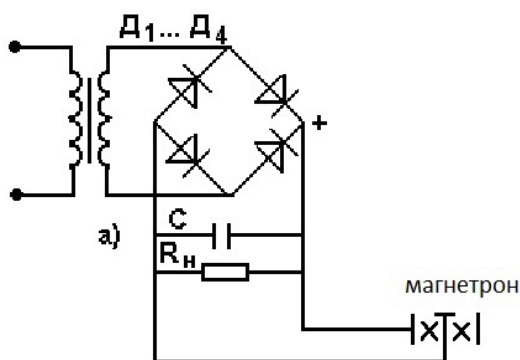


Рисунок 2.5 – схема питания магнетрона

Схема может содержать емкость С для сглаживания пульсаций.

Для получения вакуума в рабочей камере служит вакуумный агрегат, электрическая схема которого представлена на рис. 2.6. Электродвигатель форвакуумного насоса ФН соединен с электросетью 220/380 В через плавкие предохранители F_u и включается замыканием контактов магнитного пускателя П1 через тумблер К1, расположенный на пульте управления. Сигнальные неоновые лампы Л подключены параллельно контактам пускателя через резисторы R величиной по 150 кОм и свидетельствует о наличии напряжения на выводах электродвигателя. Обычно такие лампы стоят в каждую фазу. Это позволяет заметить обрыв цепи питания, и не допустить работу двигателя на двух фазах, поскольку в таком режиме двигатель перегревается и может выйти из строя. (При работе на двух фазах от электродвигателя исходит характерный несвойственный звук).

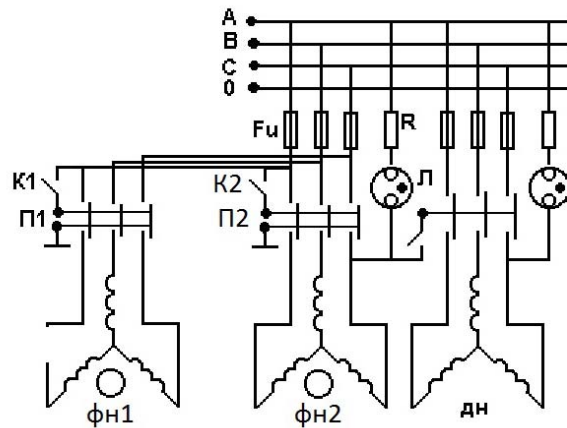


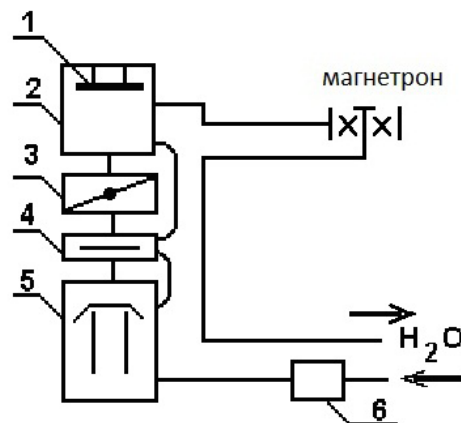
Рисунок 2.6 – Электрическая схема вакуумного агрегата

2.5 Схема охлаждения

Воздушное охлаждение применяется при наличии передвижных вакуумных постов или для охлаждения источников частиц с выделяемой тепловой мощностью до ста ватт. Чаще всего охлаждается катод, находящийся под высоким потенциалом. Особенность воздушного охлаждения источников является наличие турбины со скоростью вращения 2800 об/мин и более, расположенной на расстоянии большем, чем может развиться пробой по воздуху на турбину.

На рисунке 2.7 представлена упрощенная обобщенная схема водяного охлаждения электрофизических установок

Вода из магистрали подается на водяное реле 6, а затем поступает на коллектор. Часть трассы направляется на охлаждение высоковакуумного насоса 5, стенок вакуумной камеры 2, стенок трансформаторов, токовыводов или элементов привода обрабатываемой детали. Прощедшая вода направляется в выходной коллектор.



1 – катод-мишень; 2 – вакуумная камера; 3 – вакуумный затвор; 4 – ловушка паров масел; 5 – диффузионный насос; 6 – водяное реле;

Рисунок 2.7 – Схема водяного питания вакуумной установки

Другая часть водяной магистрали из приемного коллектора через длинные шланги (змеевик 5 метров и более) укладывается в емкость 7 из изолятора и направляется на охлаждение катода или мишени 1, находящихся под высоким потенциалом. После катода шланг опять укладывается в емкость из изолятора и далее направляется к выходному коллектору. Такая длинная трансмиссия шлангов необходима для обеспечения высокого водяного сопротивления, чтобы высокое напряжение «не уходило в землю» по воде. Ток утечки через воду не должен превышать 2-3 мА при напряжении 20 кВ. В ряде случаев для сокращения габаритов и повышения рабочего напряжения водяное охлаждение подводят к баку с маслом. В баке располагается масляный насос, прокачивающий охлажденное масло через катод, или мишень.

2.6 Конструкции соединений пушки

Приведем пример соединения с резиновым уплотнением рисунок 2.8.

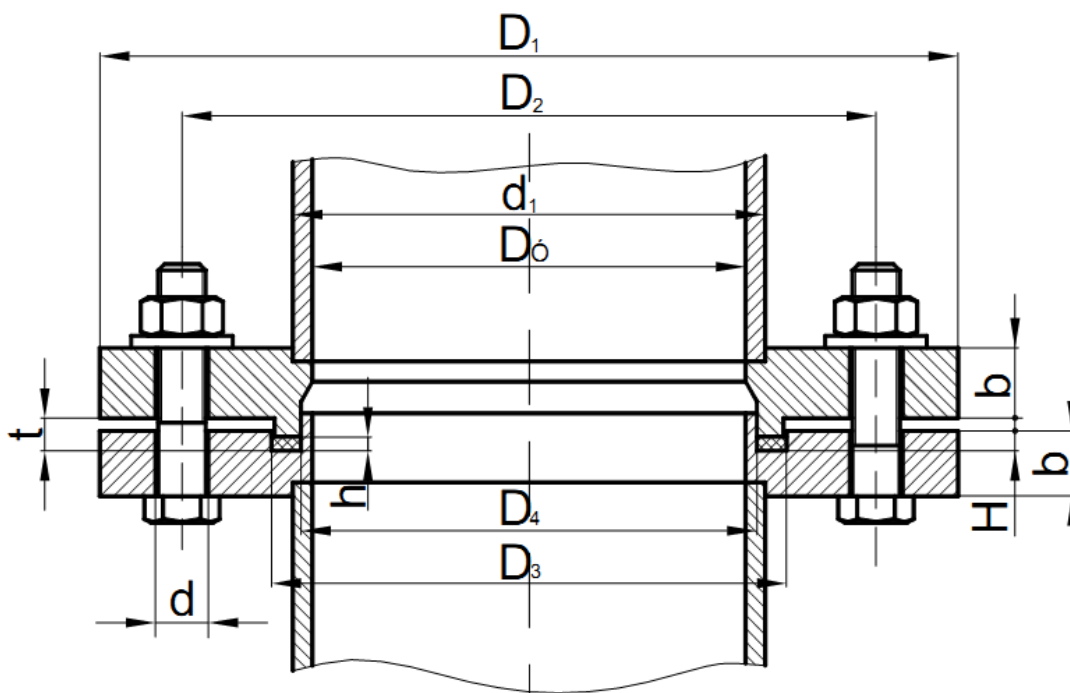


Рисунок 2.8 – Соединение с резиновым уплотнением

Ниже изображен пример соединения с плоской металлической прокладкой и канавочно-клиновым уплотняющим профилем.

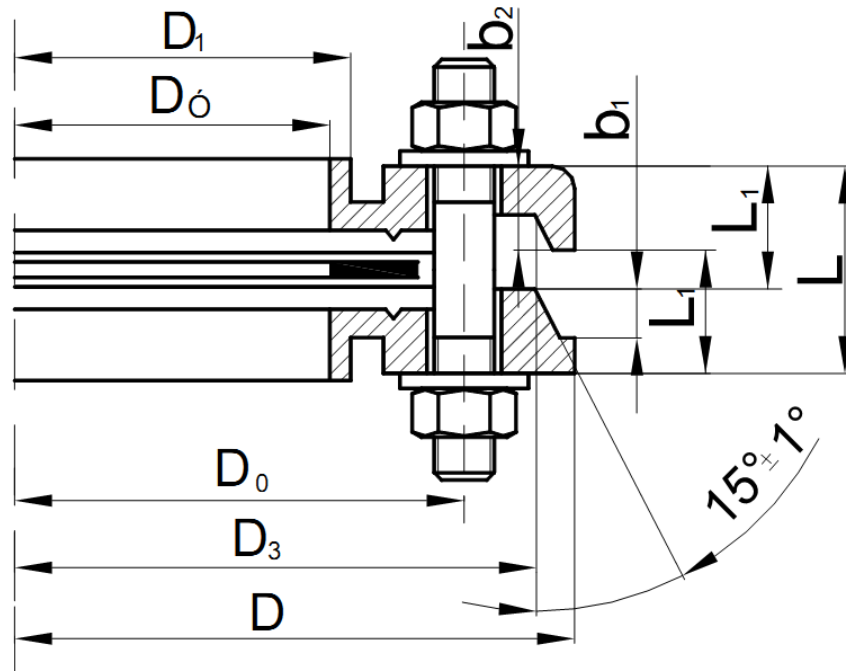


Рисунок 2.9 – Соединение с плоской металлической прокладкой и канавочно-клиновым уплотняющим профилем

Рассмотрим конструкцию соединений пушки на примере плазменного источника электронов.

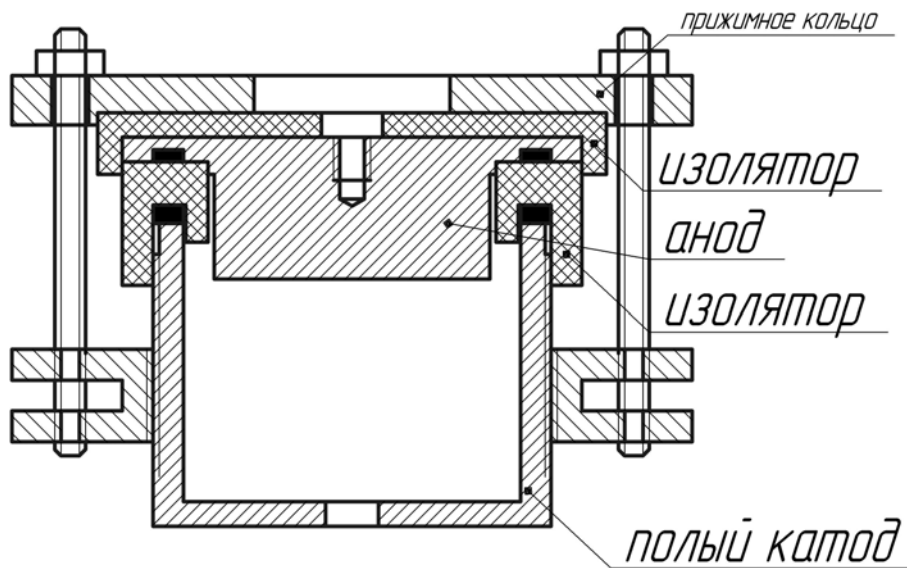


Рисунок 2.10 – Конструкция соединений пушки на примере плазменного источника электронов

2.7 Высоковольтная схема питания источника электронов

Источники на основе разряда Пеннинга построены на основе извлечения частиц из плазмы газового разряда. Газовый разряд может гореть при давлениях от 1-0,1 Па. Стимулирование горения разряда при малом давлении достигается магнитным полем.

На рисунке 2.11 приведена схема питания электронно-лучевой пушки на основе разряда Пеннинга.

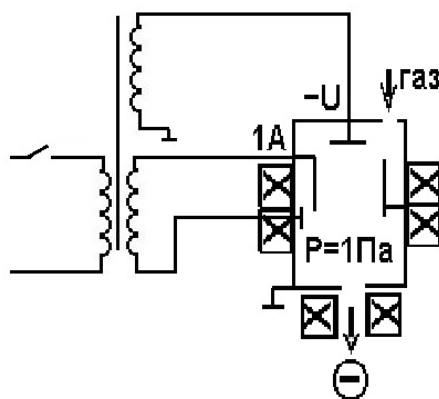


Рисунок 2.11 – Схемы питания электронно-лучевой пушки на основе разряда Пеннинга

3. Сервисное обслуживание установки

3.1 Исследование и сервисное обслуживание терморного датчика

Чаще всего измерители вакуума выходят из строя из-за включения их на высоком давлении. В это время происходит перегорание катода, окисление электродов, уменьшение эмиссии, запредельная генерация тока ионов и т.д, что выводит из строя усилитель и датчик. Сервисное обслуживание (ремонт) аналоговой техники заключается в замене датчиков и замене элементов выходного каскада. В последнее время появились цифровые измерители вакуума и температуры типа МИНИТЕРМ, МЗТА, ПРОТЕРМ и др. Сервисное обслуживание подобных устройств заключается в соблюдении условий эксплуатации, указанных в инструкции к приборам. Если срок эксплуатации более двух лет, то в микросхемах возможна взаимодиффузия слоев и могут появляться ложные команды.

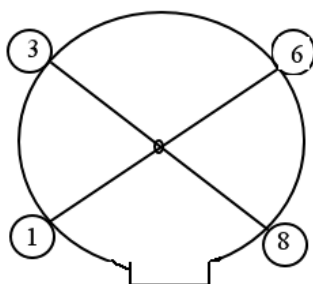
Поиск причин неисправности терморного датчика давления ПМТ-4М.

При разборе датчика давления были обнаружены следы масла и посторонние предметы. Датчик был промыт бензином-калошей, а посторонний предмет – извлечен.

Приведем основные технические данные датчика.

Преобразователь манометрический термопарный ПМТ-4М

Преобразователь манометрический термопарный ПМТ-4М предназначен для преобразования изменения давления газа в электрический сигнал.



ключ

Рисунок 3.1 – Схема соединения электродов с выводами

Обозначение вывода	Наименование электрода
1	Хромель (+)
3,8	Нагреватель
6	Копель (-)

Таблица 3.1 – Основные технические данные

Рабочий диапазон давлений, Па (мм рт. ст.)	0,133-13,3 ($1 \cdot 10^{-3}$ - $1 \cdot 10^{-1}$)
Ток накала нагревателя, при котором Э.Д.С. термопары равна 10 мВ, мА	100 - 140
Сопротивление термопары, Ом	6 – 8
Отклонение индивидуальной градуировочной кривой от типовой, не более, %	± 50

На рисунке 3.2 приведена градуировочная кривая представленного датчика.

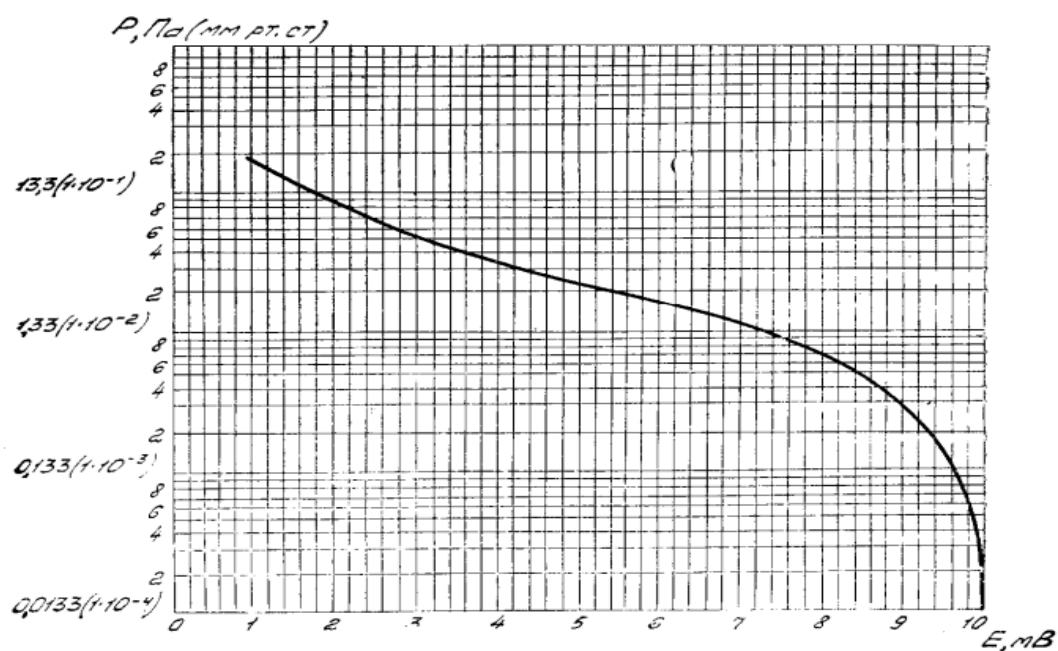


Рисунок 3.2 – Типовая градуировочная кривая.

3.2 Исследование механического насоса на предельный вакуум

В исследуемой установке используется насос вакуумный двухступенчатый пластинчато - роторный НВПР-16-066 производит откачку воздуха, химически неагрессивных газов, паров и парогазовых смесей из герметичных объемов в диапазоне давлений от атмосферного до 0,66 Па (5×10^{-3} мм рт. ст.). Наличие газобалластного устройства позволяет исключить конденсацию паров при их парциальном давлении на входе насоса до 2000 Па (15 мм рт. ст.). Минимальные габаритные размеры насоса и концентрация узлов регулировки режимов работы, обслуживания и информации во фронтальной зоне насоса улучшает компануемость изделия и его техническое обслуживание. Минимальная масса допускает транспортировку и монтаж насоса без применения средств механизации.

В таблице 3.2 представлены технические характеристики насоса.

Таблица 3.2 – Технические характеристики насоса НВПР-16-066

Быстрота действия насоса при входных давлениях $1,01 \times 10^5 \dots 133,3$ Па (760...1 мм рт. ст.)	л/с	$16^{+15\%}_{-10\%}$
Предельное остаточное давление, не более при применении масла:		
ВМ-1, ВМ-5 ГОСТ 23013-78		
- полное без газобалласта	Па (мм рт. ст.)	$0,66 (5 \times 10^{-3})$
- полное с газобалластом	Па (мм рт. ст.)	$1,33 (1 \times 10^{-2})$
ВМ-6 ГОСТ 23013-78		
- полное без газобалласта	Па (мм рт. ст.)	$1,33 (1 \times 10^{-2})$
- полное с газобалластом	Па (мм рт. ст.)	$3,9 (3 \times 10^{-2})$
Мощность, потребляемая насосом при номинальном напряжении электропитания в безрасходном режиме, не более	кВт	0,8
Питание насоса - трехфазный переменный ток: напряжение	В	$380 \pm 10\%$
Частота	Гц	50 ± 1
Габаритные размеры	мм	655x235x260
Масса насоса (без масла), не более	кг	50

В таблице 3.3 приведены результаты исследования насоса на предельный вакуум.

Таблица 3.3 – Результаты исследование насоса на предельный вакуум

Время откачки, мин.	2	5	7	10	12	14	36
Скорость откачки, дел.	30	33	34	34	34	34	34

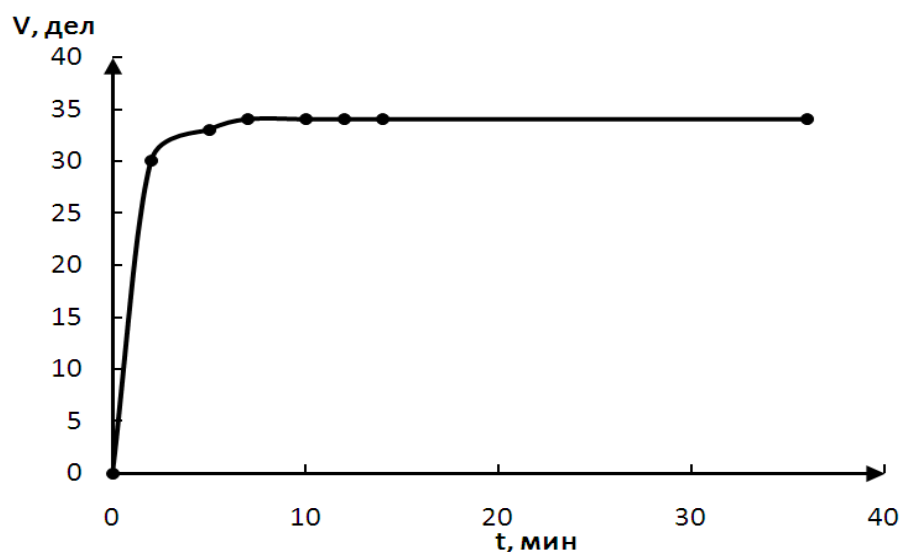


Рисунок 3.3 – Результаты исследование насоса на предельный вакуум

3.3 Десорбционная характеристика.

Таблица 3.4 – Десорбционная характеристика.

P, атм	t, с	P, атм	t, с
0,45	0	0,03	150
0,38	5	0,035	145
0,35	10	0,037	140
0,31	15	0,039	135
0,25	20	0,04	130
0,22	25	0,05	125
0,2	30	0,055	120
0,18	35	0,06	115
0,16	40	0,06	110
0,15	45	0,065	105
0,14	50	0,07	100
0,125	55	0,075	95
0,12	60	0,08	90
0,1	65	0,085	85
0,08	70	0,09	80
0,075	75	0,095	75
0,066	80	0,1	70
0,055	85	0,11	65
0,054	90	0,12	60
0,05	95	0,125	55
0,05	100	0,125	50

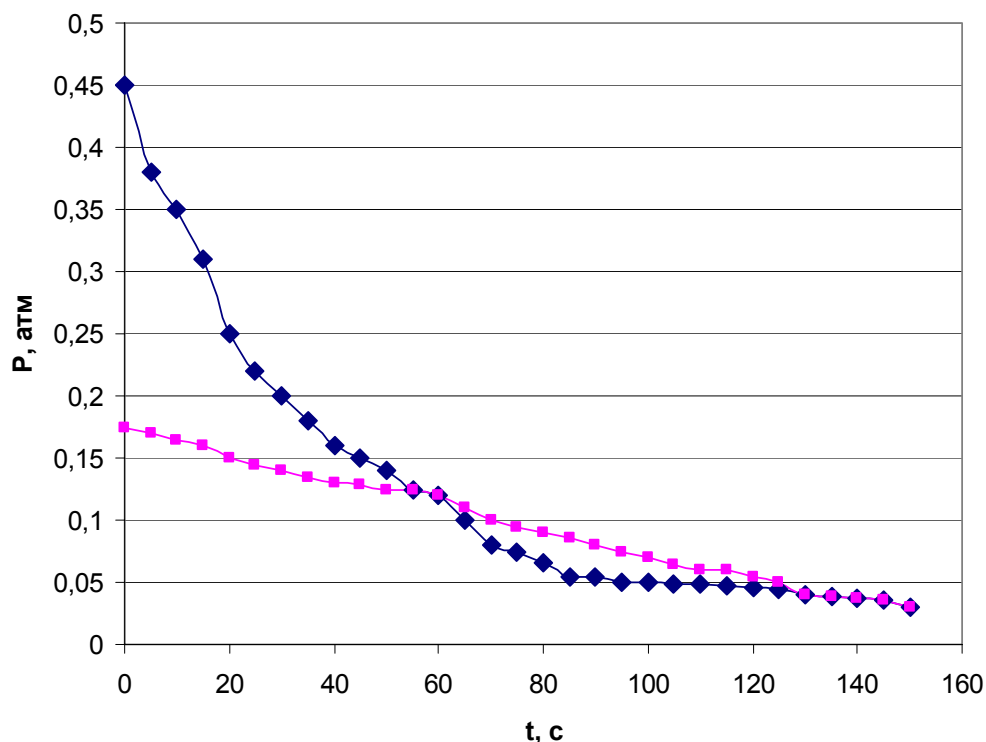


Рисунок 3.4 – Десорбционная характеристика

3.4 Диффузионный насос 2НВР – 5ДМ

Технические характеристики	
Быстрота действия в диапазоне давлений на входе от атмосферного до 0.26 кПа (2мм рт. ст.), м ³ /ч л/с	19,8(5,5)
Предельное остаточное давление кПа, (мм рт.ст.), не более, при применении масла: ВМ-1С ТУ 38.101 1187-88 парциальное без газобалласта полное без газобалласта полное с газобалластом	1×10^{-5} ($7,5 \times 10^{-5}$) $6,7 \times 10^{-4}$ (5×10^{-3}) $2,6 \times 10^{-3}$ ($2,0 \times 10^{-2}$)
ВМ-6 ТУ 38.401-58-3-90 парциальное без газобалласта полное без газобалласта полное с газобалластом	$1,3 \times 10^{-5}$ ($1,0 \times 10^{-4}$) $1,3 \times 10^{-3}$ (1×10^{-2}) $6,7 \times 10^{-3}$ ($5,0 \times 10^{-2}$)
Наибольшее рабочее давление, кПа (мм рт. ст.)	1,33(10)
Объём откачиваемого сосуда, м, не более	3,5
Наибольшее давление паров воды на входе насоса, кПа (мм рт. ст.)	2,7(20)
Количество рабочей жидкости, заливаемой в насос, л	1,2 \pm 0,1
Габаритные размеры, мм, не более: длина ширина высота	555 170 280
Масса, кг, не более***	26

*С таходатчиками типа ТС-210 У2.

** Без учёта фильтра.

*** Без учёта рабочей жидкости.

Примечание: Быстрота действия и предельное остаточное давление обеспечиваются

при температуре окружающего и откачиваемого воздуха от +10 до +25 °С и атмосферном давлении на выходе.

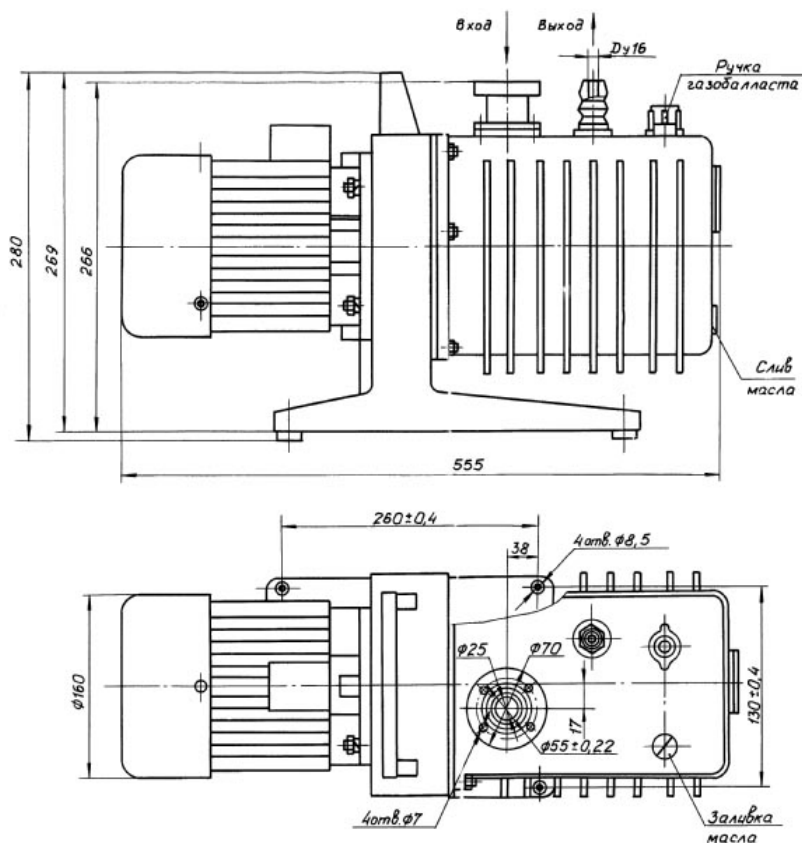


Рисунок 3.5 - Габаритный чертёж насоса 2НВР-5ДМ

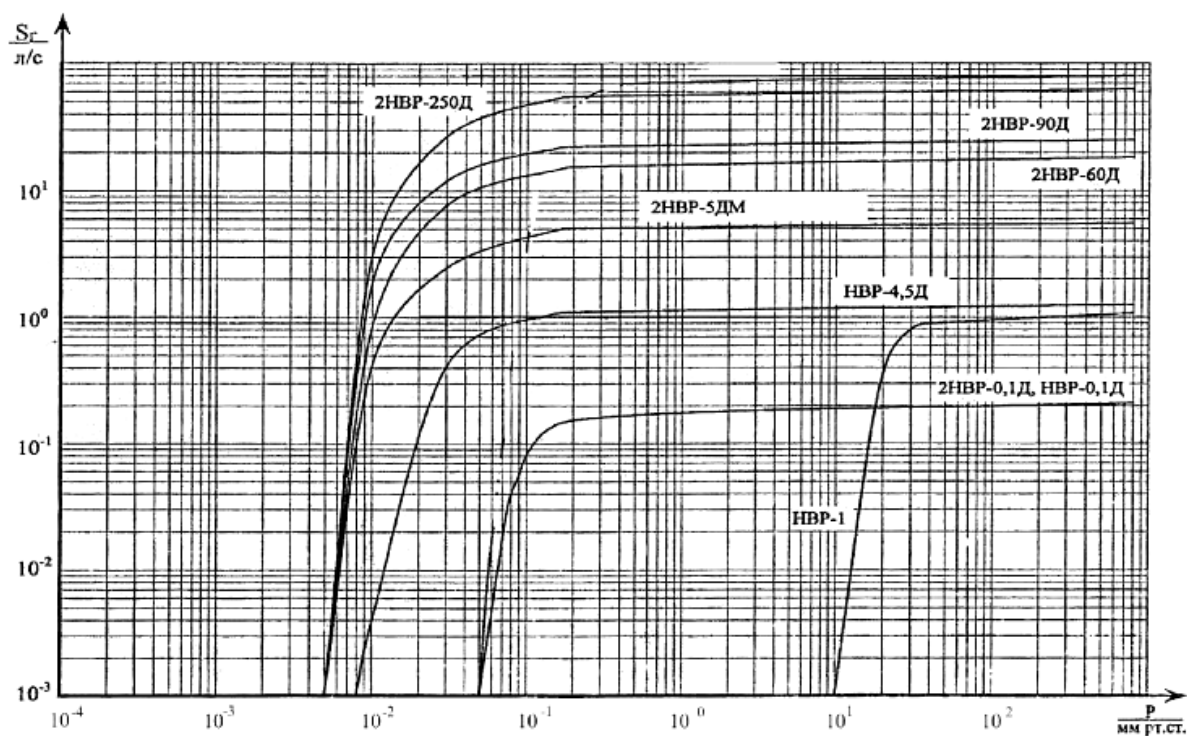


Рисунок 3.6 - Зависимость быстроты действия насосов типа НВР от давления на входе

Таблица 3.5 – Характеристика времени откачки диффузионного насоса.

t, с	1	2	3	4	5	6	8
P, деление	20	25	27	29	29	29	30

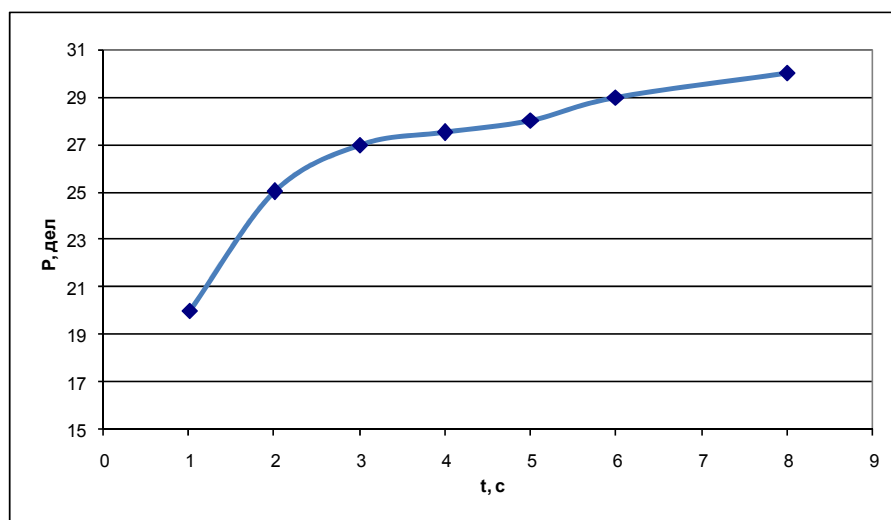


Рисунок 3.7 – Характеристика времени откачки диффузионного насоса

3.5 Карта течей установки

Возможные места натекания атмосферы в камеру:

1. Система охлаждения магнетрона.
2. Вводы питания магнетрона.

3. Ввод охлаждения магнетрона.
4. Высоковольтный изолятор.
5. Трансмиссия камеры (поворот подложек).
6. Ввод вращения подложек.
7. Система напуска газа (основное, натекатели).
8. Датчик давления.
9. Герметические вводы нагревателя подложки
10. Ввод движения затвора.
11. Байпасная система.
12. Источник электронов.

В ходе выполнения было обнаружена течь, расположенная непосредственно в системе напуска газа. Для устранения течи была разобрана система напуска газа и заменено уплотнительное кольцо. При повторном исследовании было обнаружено, что течь не устранена полностью.

Заключение

В ходе исследования установки вакуумного напыления УВН 2М-1 были изучены все основные составные узлы и выполнено сервисное обслуживание установки. Так же сняты различные характеристики насосов, для выявления и устранения неисправностей.

Список литературы

1. Орликов Л.Н. Специальные вопросы технологии: Учебное пособие. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2007 – 229 с.
2. Браун Я., Келлер Р., Холмс А. Физика и технология источников ионов. – М.: Мир, 1998. – 500с.
3. Анурьев В.И. Справочник конструктора – машиностроителя: В 3-х томах. – М.: Машиностроение, 1980. – 728 с.
4. Попов В.Ф., Горин Ю.Н. Процессы и установки электронно-ионной технологии. – М.: Высшая школа. 1988. – 255с.
5. Технологичность конструкции изделия.: Справочник./ под ред. Ю.Д. Амирова. – М.: Машиностроение, 1990, 768 с. – ISBN 5-217-01121
6. Розанов Л.Н. Вакуумная техника: Учебное пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 1990. – 320с.
7. Элементы и устройства пневмоавтоматики высокого и низкого давления.. Ч.3: Каталог-справочник./ВНИИТЭМР.М.: Каталог, 2000, 124с.
8. Интенсификация производственных процессов: Техническое обслуживание производства./ Под ред. В.М. Семенова. М.: Машиностроение, 1993, 348с. – ISBN 5-2170020237.

Учебное пособие

Орликов Л.Н.

Сервисное обслуживание вакуумной установки УВН 2М-1

Методические указания к лабораторной работе

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