

Краткая неофициальная версия программы учебной дисциплины

Название дисциплины	Научно-исследовательский семинар: высоковакуумная техника и технология напыления тонких пленок
Автор(ы) программы	д.ф.-м.н А.М.Ионов
Курс	3 курс
Модули	1 модуль
Объём курса	<i>1 лекция или семинар в неделю</i>
Элементы контроля	Еженедельная домашняя подготовка к лабораторной работе Устный коллоквиум в формате ответа по вопросам лекций Устный коллоквиум в формате сдачи лабораторных работ

1. Аннотация курса

Предметом изучения в практикуме дисциплины являются современные методы получения, измерения и сохранения вакуума. В системе подготовки инженера они должны занимать существенное место, т.к. вакуум является неперенным условием функционирования современных физических приборов различного назначения и вакуумных технологических установок. Для изучения дисциплины необходимы знания математики, информатики, физики, физической химии в пределах программ естественно-научного цикла дисциплин.

Студент должен иметь представление:

- о физических процессах в вакууме,
- о способах и средствах получения, измерения и поддержания вакуума.

Студент должен знать и уметь использовать:

- основы кинетической теории газов,
- устройство, принцип действия и возможности наиболее употребительных средств откачки и измерения вакуума,
- принципы построения и эксплуатации вакуумных систем
- выбора насосов, вакууметров, коммутирующих и соединительных элементов.
- иметь опыт работы на конкретных вакуумных установках.

2. Программа курса

Лекционная часть курса

Теоретические основы вакуумной техники.

Основные понятия кинетической теории разреженных газов. Единицы давления. Процессы переноса в газах. Виды процессов переноса. Кинетические характеристики молекулярного движения. Средняя длина свободного пробега. Течение разреженных газов. Основное уравнение вакуумной техники. Измерение состояния в вакуумной технике. Виды течения.

Проводимость элементов вакуумных систем.

Элементы вакуумных систем.

Вакуумные свойства материалов для электронной техники. Процессы поглощения газов металлами, физическая адсорбция, миграция адсорбированных атомов по поверхности, хемосорбция, растворение, окисление, образование газовых включений, газы в металлах, стекле и керамике, обезгаживание.

Конструктивные элементы вакуумных систем. Общие сведения, разъемные и неразъемные соединения, вентили, клапаны, вспомогательное оборудование. Откачные вакуумные системы, принципы конструирования и расчета вакуумных систем, особенности вакуумных систем для электронной технологии. Шлюзовые системы в вакуумном оборудовании.

Физические принципы работы вакуумных насосов.

Вакуумные насосы и их классификация. Основные характеристики вакуумных насосов. Объемная откачка. Вращательные насосы. Рабочие жидкости вакуумных насосов. Пароструйная откачка. Диффузионные и бустерные насосы. Рабочие жидкости для пароструйных насосов. Турбомолекулярные насосы. Ионно-сорбционная откачка. Криогенная откачка.

Измерение вакуума и течеискание.

Классификация приборов для измерения низких давлений. Механические манометры. Тепловые и ионизационные манометры. Измерение парциальных давлений. Основные параметры масс-спектрометров. Магнитный, времяпролетный, квадрупольный и монополюсный масс-спектрометры. Течеискание. Требования к герметичности вакуумных систем. Вакуумметрический, галоидный, масс-спектральный методы течеискания.

Перечень лабораторных занятий по дисциплине и порядок их проведения

Порядок прохождения лабораторного практикума

Лабораторный практикум выполняется в соответствии с графиком и календарным планом, составляемым на каждый учебный год. Объем лабораторного практикума составляет 14 часов и студенты выполняют 5 лабораторных работ. Каждая лабораторная работа выполняется, как правило, бригадами в составе не более трех студентов. Перед каждой лабораторной работой студент сдаёт краткий коллоквиум, отражающий уровень предварительной подготовки к выполнению работы. Коллоквиум проводится в виде устного собеседования с преподавателем или путем тестирования на ПЭВМ.

В процессе выполнения работы студент

1. составляет план проведения эксперимента, оценивает интервал изменения измеряемых величин, выбирает количество характеристик, согласует план работы с преподавателем;
2. изучает экспериментальную установку, знакомится с правилами эксплуатации всех её элементов и электрорадиоизмерительных приборов;
3. готовит установку к работе и проверяет правильность подготовки у преподавателя или

- дежурного инженера;
4. включает нужные приборы и выполняет запланированный объем измерений, обращая внимание на воспроизводимость результатов. Все экспериментальные данные и показания приборов заносятся в рабочий журнал
 5. проводит предварительную обработку результатов эксперимента и сравнивает их с ожидаемыми. Предъявляет полученные данные преподавателю или дежурному инженеру;
 6. выключает установку и сдает ее дежурному инженеру.

Все данные, полученные в ходе работы, записываются в рабочий лабораторный журнал. Рабочий журнал по лабораторному практикуму ведется в отдельной тетради. По каждой лабораторной работе в журнал заносятся:

- название работы;
- задание на выполнение работы;
- план работы;
- схема установки;
- первичные экспериментальные данные в виде таблиц ;
- результаты предварительной обработки данных

По окончании работы лабораторный журнал подписывается преподавателем.

По итогам каждой лабораторной работы оформляется отчет, который сдается преподавателю на следующем после выполнения данной работы занятии.

Отчет должен включать:

- краткое теоретическое введение, отражающее устройство, принцип действия и назначение исследуемого прибора;
- задание на выполнение работы;
- план проведения эксперимента;
- схему установки и ее краткое описание;
- результаты и их обсуждение, в том числе анализ погрешности эксперимента, методику обработки результатов,
- теоретические расчеты, анализ полученных данных и сравнение их с литературными;
- выводы;
- список использованной литературы.

По итогам каждой лабораторной работы преподаватель выставляет оценку, учитывающую предварительную подготовку, объем и качество экспериментальной части работы и глубину обсуждения результатов и качество отчета.

Лабораторная работа №1: Конструктивные элементы вакуумных систем, конструирование и сборка вакуумного поста для для физических экспериментов.

Цель работы: Приобрести практические навыки по конструированию, сборке и получению вакуума.

Оборудование: Разъемные и неразъемные соединения, вентили, клапаны, насос, вспомогательное оборудование. Вакуумная установка с диафрагменным и ротационным механическим насосами, вакуумметр ионизационно-термопарный (ВИТ-1) и Пирани.

Лабораторная работа №2: Получение и измерение безмасляного и сверхвысокого вакуума и вакуумные насосы

Цель работы: Приобрести практические знания по получению безмасляного вакуума и вакуумным насосам.

Оборудование: Криоадсорбционный цеолитовый насос и вакуумметры

Лабораторная работа №3: Получение и измерение сверхвысокого вакуума

Цель работы: Приобрести практические навыки получения сверхвысокого вакуума.

Оборудование: Сверхвысоковакуумный комплекс УСУ-4 с криоадсорбционным цеолитовым и магниторазрядным насосами.

Лабораторная работа №4: Изучение техники течеискания

Цель работы: Течеискание. Требования к герметичности вакуумных систем. Вакуумметрический, масс-спектральный методы течеискания.

Оборудование: Гелиевый масс-спектрометрический течеискатель ПТИ-10

Лабораторная работа №5: Масс-спектральный анализ процессов дегазации

Цель работы: Вакуумные свойства материалов. Процессы поглощения газов металлами, физическая адсорбция десорбция, хемосорбция, растворение, окисление, газы в металлах, стекле и керамике. Принцип действия масс-спектрометров. Термообработка, обезгаживание и анализ газовой выделения в вакууме.

Оборудование: Сверхвысоковакуумный комплекс УСУ-4 с модулем отжига и квадрупольным масс-спектрометром

3. Элементы контроля и правила оценивания

Элементы контроля:

- Еженедельная домашняя подготовка к лабораторной работе
- Устный коллоквиум в формате ответа по вопросам лекций (может проводиться в формате компьютерного тестирования)
- Устный коллоквиум в формате сдачи лабораторных работ

Правила выставления оценки:

По каждой работе практикума оцениваются: уровень домашней подготовки к работе, результаты коллоквиума на тему работы (по вопросам лекций) перед выполнением работы, результаты сдачи работы (представления и обсуждения отчёта). Оценки усредняются с указанными ниже весами, каждая составляющая итоговой оценки может быть дробной, сумма округляется по арифметическим правилам

- Еженедельная домашняя подготовка к лабораторной работе- 20% (максимум 2 балла)
- Устный коллоквиум в формате ответа по вопросам лекций - 30% (максимум 3 балла)

- Устный коллоквиум в формате сдачи лабораторных работ — 50% (максимум 5 баллов)

4. Примеры заданий элементов контроля

Пример вопросов коллоквиума

Классификация вакуумных насосов и их основные характеристики: Форвакуумные насосы. Диффузионные насосы. Турбомолекулярные насосы. Магниторазрядные насосы.

Пример задания для практикума :

Лабораторная работа №4: Изучение техники течеискания

Цель работы: Течеискание. Требования к герметичности вакуумных систем. Вакуумметрический, масс-спектральный методы течеискания.

Оборудование: Гелиевый масс-спектрометрический течеискатель ПТИ-10

5. Рекомендованная литература и ссылки по теме

5.1. Основной список

1. Основы вакуумной техники: Учебник. – М.: Энергоиздат, 1981. – 432 с.
2. Розанов Л.Н. Вакуумная техника: Учеб. для вузов. – М.: Высшая школа, 1989. – 208 с.
3. Глазков А.А., Милованова Р.А. Учебная лаборатория вакуумной техники: Учеб. для вузов. – М.: Атомиздат, 1971. – 274 с.
4. Грошковский Я. Техника высокого вакуума /Пер. с польск. В.Л.Булата и Э.Л.Булата с прилож. Рейхруделя Э.М., Смирницкой Г.В. – М.: Мир, 1975. – 622 с.
5. Пипко А.И., В.Я. Плисковский, Е.А. Пенчко Конструирование и расчет вакуумных систем, М, Энергия, 1979.

5.2. Дополнительный список

1. Дж. Уэстон, Техника сверхвысокого вакуума, М, Мир, 1988..