

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

Кафедра электронных приборов

ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

Методические указания по курсовому проектированию
для студентов направления «Электроника и микроэлектроника»
(специальность «Электронные приборы и устройства»)

2012

Орликов Леонид Николаевич.

Технология материалов и изделий электронной техники: методические указания по курсовому проектированию для студентов направления «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. - 15 с.

Цель курсового проектирования - развитие инженерных навыков разработки и конструирования технологической оснастки и узлов технологического оборудования.

Задачи курсового проектирования:

- 1) закрепление и углубление теоретических знаний, полученных студентами в теоретических курсах и на производственной практике;
- 2) приобретение опыта работы с научно-технической, справочной патентной литературой, ГОСТами, технологической документацией;
- 3) практическое применение знаний, полученных при изучении общеинженерных и профилирующих дисциплин, использование вычислительной техники, инженерных методов расчета, а также конструкторских навыков для проектирования оснастки и узлов технологического оборудования;
- 4) выработка и закрепление навыков грамотного изложения результатов работы и их защитой перед комиссией.

Основной тематикой курсовых проектов является проектирование и расчет перспективных технологических процессов по заказам предприятий.

Пособие предназначено для студентов очной и заочной форм, обучающихся по направлению «Электроника и микроэлектроника» (специальность «Электронные приборы и устройства» по дисциплине «Технология материалов и изделий электронной техники».

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.

Технология материалов и изделий электронной техники

Методические указания по курсовому проектированию
для студентов направления «Электроника и микроэлектроника»
(специальность «Электронные приборы и устройства»)

Разработчик
д-р техн. наук, проф.каф.ЭП
_____Л.Н.Орликов
«__» _____ 2012 г

Содержание

1	Введение	5
2	Темы курсовых проектов	5
3	Объем и примерная структура проекта	7
	3.1 Вводная часть	7
	3.1.1 Задание	7
	3.1.2 Реферат	7
	3.1.3 Введение	7
	3.1.4 Литературный обзор	9
	3.1.5 Анализ исходных данных	9
	3.2 Вакуумная часть проекта	9
	3.2.1 Расчет вакуумной системы	9
	3.3 Электрофизическая часть проекта	10
	3.3.1 Разработка конструкции источника	11
	3.3.2 Расчет параметров электрофизического процесса	11
	3.4 Заключительная часть проекта	11
	3.4.1 Экспериментальная часть	11
	3.4.2 Заключение	12
	3.4.3 Список литературы.	12
4	Методические указания по выполнению проекта	12
	4.1 Рекомендации по использованию ЭВМ	12
	4.2 Рекомендации по соблюдению ГОСТ	12
5	Прием курсового проекта	13
6	Оценка проекта	13
	Список литературы	14

1 Введение

Методические указания предназначены для студентов при работе над курсовым проектом и при подготовке к его защите. Они также могут использоваться консультантами при составлении заданий на курсовые проекты, в процессе проведения консультаций, для выработки единых критериев оценки проектов.

Цель курсового проектирования - развитие инженерных навыков разработки и конструирования технологической оснастки и узлов технологического оборудования, а также развитие навыков самостоятельной творческой работы, что способствует успешному решению конкретных производственных задач.

Задачи курсового проектирования:

- 1) закрепление и углубление теоретических знаний, полученных студентами в теоретических курсах и на производственной практике;
- 2) приобретение опыта работы с научно-технической, справочной патентной литературой, ГОСТами, технологической документацией;
- 3) практическое применение знаний, полученных при изучении общепромышленных и профилирующих дисциплин, использование вычислительной техники, инженерных методов расчета, а также конструкторских навыков для проектирования оснастки и узлов технологического оборудования;
- 4) выработка и закрепление навыков грамотного изложения результатов работы и их защитой перед комиссией.

Курсовой проект построен по многоуровневой схеме, и предполагает его выполнение исходя из различного стартового уровня знаний, возможностей по использованию ЭВМ или интереса студента к определенной области знаний. Приоритетными тематиками являются электрофизические методы обработки материалов с применением электронов, ионов, плазмы или паров металлов. Особенность состоит в том, что электроны, ионы или пары металлов формируются в вакууме. Вследствие этого выбранный для обработки материал должен помещаться в вакуумную камеру. У нескольких студентов может быть одна тема, поскольку дублирование исключается выбором размеров конкретного изделия и способа его обработки. В отдельных случаях задание на курсовое проектирование может быть составлено с учетом практической научной деятельности студента.

При решении отдельных вопросов в связи с выполнением курсового проекта студент должен проявить самостоятельность и творческую инициативу, а сами принятые решения должны быть рациональными.

2 Темы курсовых проектов

Основной тематикой курсовых проектов является проектирование и расчет перспективных технологических процессов.

Тематика курсовых проектов формируется из банка запросов различных организаций на решение конкретных задач. Студент выбирает тему самостоятельно

В качестве примера выбора можно назвать следующие темы

1. Процесс магнетронного напыления полиэтиленовой пленки под золото.
2. Процесс напыления алюминия под золото.
3. Процесс упрочнения штампов для изготовления таблеток лекарства.
4. Упрочнение коленчатого или распределительного вала.
5. Упрочнение сверл напылением нитридов титана или циркония.
6. Упрочнение токарных резцов методом ионной имплантации.
7. Процесс антикоррозийного покрытия трубопроводов изнутри или снаружи.
8. Тонирование автомобильных стекол.
9. Формирование теплообразующих покрытий на стеклах витрин.
10. Напыление покрытий на медицинские инструменты.
11. Напыление нитрида титана или циркония на протезы зубов.
12. Напыление антипригарного покрытия для обувных колодок.
13. Отжиг и очистка проволоки из различных материалов в тлеющем разряде.
14. Упрочнение алюминиевых расходомеров.
15. Напыление нитрида циркония на лопатки авиационных турбин.
16. Упрочнение стригальных пар электронным ударом.
17. Упрочнение измерительных сухариков методом ионной имплантации.
18. Изготовление антибликовых покрытий методом ионной обработки.
19. Антикоррозийное покрытие наручных часов.
20. Электронно-лучевая наплавка.
21. Металлизация пластмассовых изделий.
22. Распыление фторопласта в порошок.
23. Электронно-лучевая сварка титана, алюминия и др.
24. Напыление ферромагнитного покрытия на пластмассовые диски.
25. Декоративное напыление на посуду под золото.
26. Упрочнение азотированием в тлеющем разряде.
27. Изготовление порошков алюминия, меди, свинца и тд.
28. Ионное травление ниобата лития.
29. Изготовление волноводов на стеклах.
30. Изготовление волноводов на ниобате лития.
31. Напыление зеркал различного назначения и применения
32. Металлизация бересты, дерева, мебели.
33. Металлизация бумаги.
34. Металлизация шелковых нитей.

3 Объем и примерная структура проекта

Условно проект делится на 2 части: вакуумную и электрофизическую. Вакуумная часть аккумулирует первую половину изучаемой дисциплины, электрофизическая - вторую часть.

Перед выполнением проекта целесообразно просмотреть фрагменты эмуляции лабораторных работ, отдельные подобные технические решения и методики расчета.

Проект выполняется по требованиям стандарта. В случае отсутствия стандартов следует обратить внимание на оформление методических описаний, статей в журналах, на представление материалов в книгах последних лет издания. Желательно (но необязательно) оформлять проект на компьютере 14 шрифтом через полтора интервала с рисунками в формате «bmp». При отсутствии ЭВМ проект выполняется в рукописном или машинописном варианте.

3.1 Вводная часть

Вводная часть проекта состоит из следующих разделов: задание, реферат, введение, литературный обзор, анализ исходных данных.

3.1.1 Задание

Задание на проект оформляется в виде бланка, содержащего название темы, наименование изделия для обработки, тип напылительного устройства и перечень рассмотренных вопросов. Форма бланка приведена на с.8, на примере конкретного выполнения проекта.

3.1.2 Реферат

В реферате описывается суть решения проблемы. Указывается объем рабочей камеры, используемые откачные средства, тип устройства для обработки материала, рабочее давление, число использованных литературных источников. Объем реферата не должен превышать тысячу знаков. Желателен перевод реферата на английский язык.

3.1.3 Введение

Во введении проводится посвящение в суть проблемы. Описывается как решается данный вопрос на основании литературных источников. Дается критика недостатков. Следует отметить, что критикуются только те недостатки, которые устраняются в данном проекте. Рассказывается как можно более качественно и быстро решить проблему. Объем введения составляет 2-3 страницы.

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

Кафедра электронных приборов

ЗАДАНИЕ

по курсовому проектированию Технология материалов и изделий
 по дисциплине электронной техники

студенту _____

Фамилия, имя, отчество (полностью)

группа _____ Факультета электронной техники

1. Тема проекта _____

2.Срок сдачи студентом законченного проекта _____

3.Исходные данные к проекту _____

Объем рабочей камеры _____ м³

Рабочее давление 10⁻² Па; рабочий газ аргон (азот)

Вакуумная система масляная (безмасляная); площадь подложек 0,25 м²

Время проведения процесса не более 40 минут

4.Содержание пояснительной записки (перечень подлежащих
 разработке вопросов):

Заполняется согласно глав содержания

Приложение: программа конкретного процесса на С⁺⁺ (и т.д.)

5.Перечень графического материала (с точным указанием
 обязательных чертежей):

Схема вакуумной системы и источника частиц,

Схема последовательности технологических операций, кривые

согласования откачных средств

6.Дата выдачи

задания _____

Дата, месяц, год

Руководитель _____

должность, место работы,

фамилия, имя, отчество

Задание принял к исполнению _____

(подпись студента)

3.1.4 Литературный обзор

В этом разделе дается краткая характеристика литературных источников, в которых описаны схемы устройств для нанесения покрытий или обработки материалов. Число описанных аналогов должно быть около 10. Предпочтение следует отдавать периодической литературе, описаниям патентов или авторских свидетельств.

3.1.5 Анализ исходных данных

В этом разделе обосновывается выбранный метод решения проблемы, выбор объема рабочей камеры, выбор типа откачных средств (масляные или безмасляные), выбор рабочего давления. Обычно объем рабочей камеры составляет от 0,1 до 3 м³. Чаще устройства для обработки материалов содержат источник частиц на основе вакуумной дуги, магнетрона или источник паров металлов на основе термического испарения в вакууме. Все эти устройства чаще работают при давлениях 10⁻² Па.

3.2 Вакуумная часть проекта

3.2.1 Расчет вакуумной системы

Расчет вакуумной системы заключается в определении производительности откачных средств, необходимых для проведения процесса. Вместе с этим рассчитывается время откачки, проводимость трассы к откачному средству. Следует отметить, что расчет является упрощенным, а для соответствия реальным условиям в нем предусмотрены элементы коррекции. Начинать расчет следует с рисунка схемы вакуумной системы.

Для определения производительности высоковакуумного откачного средства необходимо определить суммарный поток выделения газов и разделить его на рабочее давление. Суммарный поток газовой выделения « Q » определяется произведением площади рабочей камеры « A » и площади изделий « A_i » на коэффициент удельного газовойделения материала « g ». В первом приближении $g=4,5 \cdot 10^{-5}$ для большинства материалов. Значения удельных газовойделений приводятся в литературе по вакуумной технике. Если процесс связан с напуском рабочего газа, например аргона при ионной обработке материала, или азота при формировании упрочняющих или декоративных покрытий, то следует добавить поток напуска газа равный $(30-80) \times 2,4 \cdot 10^{-4}$ торл/с. Найденную производительность высоковакуумного средства следует увеличить на коэффициент « X_0 » равный 2 для вывоковакуумных откачных средств. В итоге находится ближайший типоразмер откачного средства с производительностью равной 500, 2000, 5000, 7000 л/с. Обычно берется большее значение, поскольку в ходе проведения процесса происходит стимулированное выделение газов

под действием электронного или ионного пучка, температуры и т.п. Если значение производительности выпадает из этих значений, то следует изменить рабочее давление на порядок, либо изменить поток натекания газа.

Высоковакуумный насос не может работать самостоятельно. К выходу высоковакуумного насоса подсоединяется форвакуумный насос, обеспечивающий требуемое давление на его выходе. Большинство электрофизических установок укомплектованы диффузионными насосами, выходное давление которых составляет 10 Па (10^{-1} мм рт ст). Разделив суммарный поток на выходное давление, получим требуемую производительность форвакуумного насоса. Следует учесть, что производительность насоса зависит от давления. Полученная величина производительности форвакуумного насоса соответствует давлению 10 Па. Требуемая производительность будет больше на коэффициент запаса, равный 1,25 для форвакуумных насосов. Завод-изготовитель указывает максимальную производительность насоса. Для форвакуумных насосов максимальная производительность достигается при 1 мм рт ст. Поэтому для определения истинной производительности требуется увеличить полученное значение в 5-10 раз или ориентировочно построить зависимость производительности насоса от давления. Таким образом получатся форвакуумные насосы марок 2НВР5ДМ, НВПр-16, НВПр-40, АВЗ-90 с истинной производительностью 5,16,40,90 л/с. Если при расчете получаются более высокие значения, то следует проверить используемую систему единиц.

При расчете времени откачки следует учесть, что с уменьшением давления сильно возрастают газовыделения (от 10 до 10^{-2} Па на 3 порядка). В формулах для расчета времени высоковакуумной откачки используется приведенный к давлению объем, и соответственно величина объема камеры должна быть увеличена на 3 порядка. В итоге величина времени высоковакуумной откачки должна получиться в пределах 20-40 минут, что соответствует реальным условиям производства. Коррекция времени проводится порядком приведенного объема (до трех порядков) и коэффициентом увеличения поверхности (до порядка).

При расчете проводимости вакуумных коммуникаций рассчитывается только форвакуумный тракт. Предполагается, что для ликвидации огромных потерь в проводимости высоковакуумный насос подключен непосредственно к вакуумной камере. Из анализа произведения давления на размер следует, что режим течения газа в тракте молекулярно-вязкостный. Величина диаметра тракта выбирается в пределах 40-100 мм. Полученная величина проводимости должна превышать производительность форвакуумного насоса.

3.3 Электрофизическая часть проекта

Электрофизическая часть предполагает разработку схемы или

конструкции устройства для напыления или травления покрытий, а также расчет параметров проводимых процессов.

3.3.1 Разработка конструкции источника

В качестве конструкции может быть чертеж или схема источника электронов, ионов, паров металлов или плазмы. Конструкция имеет более высокий рейтинг и предполагает возможность практического изготовления по сборочному чертежу. В качестве исходных конструкций могут быть выбраны схемы их лекционного материала или лабораторного практикума.

Первоначально, исходя из особенностей проведения процесса, следует выбрать тип используемого источника на основе зарубежных и отечественных аналогов. Следует сделать вывод о достоинствах и недостатках этих устройств применительно к рассматриваемому технологическому процессу. После выбора конструкции следует описать какие элементы она содержит. После этого описывается как это устройство работает и какие физические эффекты применяются для улучшения параметров изделий.

Следующим этапом проводится проработка конструкции источника с учетом электрической прочности изоляторов, тепловой и механической прочности, стойкости элементов к агрессивным газам и газовому разряду. В ходе конструирования целесообразно провести расчеты мощности устройства. Дополнительные расчеты являются необязательными, но поднимающими авторитет проекта: это тепловой расчет охлаждения, расчет магнитных линз, расчет первеанса и т.п.

3.3.2 Расчет параметров электрофизического процесса

В ходе выполнения проекта обязателен один из электрофизических расчетов: расчет массопереноса, расчет коэффициентов распыления, расчет неравномерности и др. Кроме того, рисуется схема последовательности технологических операций с указанием времени проведения процесса, давления и температуры. Число каналов должно быть больше или равно числу участников процесса. Например, участниками процесса напыления пленки в вакууме являются камера, испаритель, навеска, подложка, свидетель, напыляемый материал и т.д. В ходе построения последовательности операций следует предусмотреть обратную связь на случай устранения брака.

3.4 Заключительная часть проекта

3.4.1 Экспериментальная часть

В экспериментальной части описывается на какой установке можно воспроизвести тот, или иной фрагмент процесса. Приводится схема

эксперимента и условия его выполнения. В качестве экспериментальной части могут быть использованы фрагменты лабораторных работ. Особенность экспериментальной части состоит в том, что в ней указываются конкретные размеры устройств, токи, давления, расходы газа, напряжение, используемое оборудование и т.д. Полученные экспериментальные данные сравниваются с литературными источниками.

3.4.2 Заключение

В заключении следует отметить преимущества предлагаемого процесса перед известными, виды на возможные применения, рискованные и сомнительные предположения. Объем заключения должен составлять не менее 1000 знаков.

3.4.3 Список литературы.

По требованиям ГОСТ устанавливается следующий порядок ссылок.

Ссылка на журнал: Фамилия, И,О. Название статьи, название журнала, год, номер, том, страницы.

Ссылка на книги: Фамилия, И, О. Название книги, издательство, год, конкретная страница или номер рисунка в этой книге.

Ссылка на патент или авторское свидетельство: Фамилия, И,О. Название. Номер патента или авторского свидетельства, номер и год бюллетеня патентной информации. Желательно использование зарубежных источников. Ссылки приводятся на том языке, на котором напечатан материал. Данные по обзору литературы также входят в ссылки.

4 Методические указания по выполнению проекта

4.1 Рекомендации по использованию ЭВМ

Обязательным является приложение программы, написанной на любом из используемых в технологии языках. Это может быть компьютерная графика, таймерные программы, базы данных оборудования или последовательности технологических операций.

Проект предполагает разный уровень компьютерной подготовки студента. Самостоятельная инициатива в использовании ЭВМ поднимает рейтинг проекта. В ходе выполнения проекта оценивается уровень использования ЭВМ.

4.2 Рекомендации по соблюдению ГОСТ

В настоящее время разработано достаточно много требований по соблюдению стандартов, которым трудно удовлетворить. Основное требование ГОСТ- это понятливость и удобство чтения. Компьютерный

набор текста решает многие проблемы. В случае рукописного варианта высота букв должна быть не менее 5 мм. На рисунки, таблицы или формулы должны быть ссылки, с какой страницы они взяты. Оси координат должны быть подписаны с простановкой единиц измерения. Рисунок должен содержать расшифровку нарисованных элементов или спецификацию. Ссылки на литературу делаются в квадратных скобках. Приложение должно иметь название и прилагаться сразу, либо перед списком литературы.

5 Прием курсового проекта

Первая часть проекта принимается на проверку при наличии задания, введения, реферата, обзора литературы более 10 наименований, схемы вакуумной системы, расчета откачных средств, расчета вакуумных коммуникаций, расчета времени откачки, заключения, списка литературы более 10 наименований.

Вторая часть проекта принимается при наличии схемы источника частиц и описания принципа его работы, расчета мощности источника, расчета одного из параметров процесса, наличие последовательности технологических операций, наличие экспериментальной части, наличие программы для ЭВМ.

6 Оценка проекта

Система оценок предполагает обязательную и инициативную часть.

Оценка удовлетворительно ставится в случае выполнения проекта в срок при обязательном выполнении всех пунктов проекта и правильности расчетов, уровень ЭВМ – текстовый с наличием программы, уровень математического аппарата – арифметический, уровень графики - от руки или сканер, отсутствие ссылок на иностранные издания, общее число ссылок менее 20.

Оценка хорошо предполагает минимум инициативы при выполнении проекта. Это может быть выполнение расчетов с применением дифференциального и интегрального вычисления, рисование конструкций непосредственно на компьютере, наличие новизны в решении проблемы, расчет вакуумной системы с учетом нелекционного материала и т.п. Учитывается число математических формул в электрофизической части, а также число ссылок на английском языке.

Оценка отлично предполагает участие в конкурсе проектов. Из нескольких проектов выбираются лучшие. Проект предполагает положительный отзыв от инженера предприятия, проявившего интерес к работе или отзыв преподавателя, предоставляющего проект на конкурс с обоснованием новизны проекта и перспектив его опубликования.

Список литературы

1. Баранов В.Н. Применение микроконтроллеров AVR, схемы, алгоритмы, программы. – М.: Изд. Дом «Додека XXI, 2004. – 250 с.
2. Барыбин А.А. Электроника и микроэлектроника. Физико-технологические основы: учебное пособие/ А.А. Барыбин. – Физматлит 2006. – 424 с
3. Браун Я., Келлер Р, Холмс А и др. Физика и технология источников ионов. – М.: Мир, 1998. – 500 с.
4. Вакуумные дуги. Теория и приложения./ Под ред. Дж. Лафферти. М.: Мир.– 1982, 432 с.
5. Герасименко Н.Н., Пархоменко Ю.Н. Кремний – материал нанoeлектроники. // уч. пособие для вузов. Сер. Мир материалов и технологий. – М.: Техносфера, 2007, 352 с.
6. Данилина Т.И. Смирнов С.В. Ионно-плазменная технология в производстве СБИС. – Томск: ТУСУР, 2000. - 140 с.
7. Данилина Т.И., Смирнова К.И., Илюшин В.А, Величко А.А. Процессы микро– и нанотехнологии. – Томск: ТУСУР, 2005. – 315 с.
8. Жданов С.К., Курнаев В.А., Романовский М.К., Цветков И.В. Основы физических процессов в плазме и плазменных установках Учебное пособие. – М.: МИФИ, 2000. – 260 с.
9. Кадыржанов К.К. Ионно-лучевая и ионно-плазменная модификация материалов. / К.К. Кадыржанов [и др.]– М.: Из-во МГУ, 2005. – 640 с.
10. Куш Г.Г. Оптоэлектронные устройства и приборы. – СПб.: Лань, 2001. – 176 с.
11. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования Учебник для ВУЗов. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – 360 с.
12. Орликов Л.Н. Технология и автоматизация производства электронных приборов. – Томск: ТМЦДО, 2001. – Ч.1-2. – 150 с.
13. Пасынков В.В, Сорокин В.С. Материалы электронной техники: Учебник для вузов. – СПб.: Лань, 2003. – 368 с
14. Пихтин. А.Н. Оптическая и квантовая электроника. – М.: Высшая школа, 2001. – 574 с.
15. Симонов В.В. Оборудование ионной имплантации. М.: Радио и связь 1988, 182 с
16. Степанов М.Ф. Автоматизация эскизного проектирования систем автоматического управления.: Учебное пособие./ М.Ф. Степанов. Саратов, ГТУ, 2000, 110 с .
17. Таиров Ю.М. Технология полупроводниковых и диэлектрических материалов: Учебник для вузов. – СПб.: Лань, 2002. - 424 с.
18. Черняев В.Н. Физико-химические процессы в технологии РЭА.– М.: Высшая школа, 1987. – 375 с.

Учебное пособие

Орликов Л.Н.

Методические указания по курсовому проектированию
по дисциплине «Технология материалов и изделий электронной техники»

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