П Р О Г Р А М М А

вступительного экзамена в аспирантуру
по научной специальности 2.2.9
Проектирование и технология приборостроения и радиоэлектронной аппаратуры

Санкт-Петербург
2022

Содержание программы

1. Технологический процесс и его содержание

Производственный и технологический процессы и их элементы.

Характерные особенности изготовления деталей, сборки и регулировки приборов, обусловленные основными требованиями к приборам.

Влияние типа производства на построение технологического процесса.

2. Единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП)

Назначение системы и стадии разработки технологической документации.

Правила обеспечения технологичности деталей и сборочных единиц изделия.

Исходные данные для проектирования технологических процессов (ТП).

Содержание работ по проектированию ТП изготовления деталей. Установление структуры ТП, определение степени концентрации и дифференциации процесса и последовательности операций и переходов. Выбор оборудования, приспособлений, рабочего инструмента, средств и условий измерения или контроля параметров деталей.

Основы бережливого производства. Цель и задачи ЛИН-офиса на предприятии.

3. Автоматизированное проектирование технологических процессов

Автоматизированная система технологической подготовки производства (АСТПП) и управления производством (АСУПр).

Система автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП). Структура и задачи САПР ТП. Методы оптимизации технологических процессов, выбор критериев оптимизации и системы ограничений, накладываемых на выбор оптимальных параметров. Математические модели технологического процесса.

Системы CAD/CAM/CAE – как системы САПР/АСТПП/АСУПр. Наиболее распространенные программные продукты, используемые в России.

4. Технологическая документация и правила ее оформления в соответствии со стандартами ЕСТД

Виды технологической документации. Правила оформления основных технологических документов.

Классификация ТП (маршрутные, операционные, маршрутно-операционные) и карт ТП (единичные, типовые, групповые).

5. Методы прогрессивного формообразования

Понятие о прогрессивных методах формообразования.

Литье в песчаные и оболочковые формы, в кокиль, под давлением, по выплавляемым моделям.

Технология и физико-механические основы обработки давлением.

Производство изделий способом порошковой металлургии.

Технология быстрого прототипирования (RP-технологии). Достоинства, ограничения, области применения.

Аддитивные технологии. Особенности, области и перспективы использования в точном приборостроении.

6. Расчет точности обработки

Виды погрешности обработки. Сущность методов расчета суммарной погрешности обработки. Статистический метод расчета точности технологических процессов при нормальном законе распределения размеров.

Понятие о базах и базировании. Классификация баз по назначению, характеру проявления и по степеням свободы.

Опорные элементы и приспособления для базирования заготовки.

Сущность способа определения погрешности базирования.

7. Технологические процессы обработки деталей

Виды обработки. Лезвийная, абразивная, электроэрозионная, электрохимическая, электроннолучевая, ионно-плазменная и лазерная технологии обработки материалов. Обработка деталей методами поверхностного пластического деформирования.

Классификация и технологические возможности металлообрабатывающих станков. Лезвийный и абразивный режущий инструмент.

Станки с ЧПУ и промышленные роботы. Сущность программного управления станком.

8. Особенности изготовления микроэлектромеханических и волоконно-оптических приборов

ТП в микромеханике – нанесение, удаление, модифицирование. Особенности изготовления элементов микромеханики – фотолитография, травление, герметизация, соединение элементов.

Использование плазменно-лучевых технологий для формирования функциональных элементов на прецизионных поверхностях изделий точного приборостроения.

Особенности изготовления волоконно-оптических датчиков. Процесс изготовления волокна, особенности его намотки, выполнение соединений, требования к каркасам для намотки.

9. Технология сборки приборов

Размерная цепь и ее элементы. Методы расчета линейных цепей при сборке способами полной и неполной взаимозаменяемости.

Методы сборки изделий. Организационные формы сборки. Содержание проектирования технологического процесса сборки.

Размерная стабильность приборных конструкций и методы стабилизации.

10. Соединение деталей и узлов в приборостроении

Разъемные и неразъемные соединения.

Винтовые, болтовые, заклепочные соединения. Виды стопорения.

Виды, назначение и особенности процессов сварки (дуговая, электронно-лучевая, лазерная, контактная, термокомпрессионная, диффузионная, холодная, трением).

Виды пайки в зависимости от способа удаления оксидной пленки и источника нагрева. Низко- и высокотемпературная пайка.

Клееные соединения. Виды и особенности. Типовые ТП.

11. Приборостроительные конструкционные материалы

Металлы и сплавы на основе черных и цветных металлов и их классификация по применяемости. Характеристики механических, электрических и тепловых свойств металлических материалов.

Виды термической и химико-термической обработки металлов и сплавов и их влияние на структуру и свойства. Термоциклирование.

Пластмассы, компаунды и композиционные полимерные материалы. Свойства и

применение керамики, стекла и ферритов.

Методы защиты деталей от коррозии. Химические и электрохимические методы нанесения покрытий. Физические основы методов нанесения тонкопленочных покрытий в вакууме.

12. Технологии изготовления герметичных приборов

Особенности сборки вакуумных чувствительных элементов.

Технология откачки, обезгаживания, заполнения и герметизации приборов. Обезжиривание, химическая, электрохимическая и ультразвуковая очистки. Оборудование и контрольно-измерительная аппаратура, применяемая при откачке.

13. Нанотехнологии – состояние и перспективы использования

Примеры использования нанотехнологий в современной технике.

Механические и электрофизические свойства наноразмерных покрытий.

Особенности измерения параметров нанопокрытий.

Оборудование и приборы, используемые для измерения параметров наноразмерных элементов техники.

Основная литература

1. ГОСТ 14.004-83 Технологическая подготовка производства. Термины и определения основных понятий.
2. ГОСТ 14.201-83 Обеспечение технологичности конструкции изделий. Общие требования.
3. ГОСТ 14.206-73 Технологический контроль конструкторской документации.
4. ГОСТ 3.1001-81 Единая система технологической документации. Общие положения.
5. ГОСТ 3.1102-81 Единая система технологической документации. Стадии разработки и виды документов.
6. ГОСТ 3.1109-82 Единая система технологической документации. Термины и определения основных понятий.
7. ГОСТ 3.1129-93 Единая система технологической документации. Общие правила записи технологической информации в технологических документах на технологические процессы и операции.
8. ГОСТ 15467-79 Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения.
9. ГОСТ 17535-77 Детали приборов высокоточные металлические. Стабилизация размеров термической обработкой. Типовые технологические процессы.
10. ГОСТ 23501.108-85 Системы автоматизированного проектирования. Классификация и обозначение.
11. ГОСТ 25330-82. Обработка электрохимическая. Термины и определения.
12. Ахмадиев, Ф. Г. Системный анализ технологических процессов и решение краевых задач их математических моделей / Ф.Г. Ахмадиев // Вестник ТГГПУ. – 2005. – №4. – С.112–118.
13. Валетов В. А., Помпеев К. П. Технология приборостроения - Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2014. - 234 с.
14. Валетов В.А. Технологии изготовления деталей приборов: Учебное пособие. - Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2017. - 149 с.
15. Вейко В.П., Петров А.А., Самохвалов А.А. Введение в лазерные технологии. Опорный конспект лекций по курсу "Лазерные технологии": Учебное пособие / под редакцией Вейко В.П. - Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2018. - 161 с.

16. Гаврюсев В.И. Основы технологии приборостроения, текст лекций – СПб.: Локальная сеть ГНЦ РФ ЦНИИ «Электроприбор»: \Образование\Учебные курсы, 2003. (http://education.elprib.ru/).
17. Грибовский А.А., Щеколдин А.И. Аддитивные технологии и быстрое производство в приборостроении: Учебное пособие - Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2018. - 48 с.
18. Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н., Мисюров А.И. Технологические процессы лазерной обработки/ Под ред. А.Г. Григорьянца. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006.– 664 с.
19. История создания электростатического гироскопа. Памяти главного конструктора А. С. Анфиногенова / сборник сост.: О.И. Парфенов и др.; под науч. ред. В. Г. Пешехонов. ГНЦ РФ АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор». – 2011. – 202 с.
20. Кожевников Д.В., Гречишников В.А., Кирсанов С.В. и др. Режущий инструмент: Учебник для вузов. /Под ред. С.В. Кирсанова. – М.: Машиностроение, 2004.
21. Кузьмичев А.И. Магнетронные распылительные системы. Кн. 1. Введение в физику и технику магнетронного распыления. К: Аверс, 2008, 244с.
22. Менушенков А.П., Неволин В.Н., Петровский В.Н. Физические основы лазерной технологии. Учебное пособие. – М.: МИФИ, – 2010. – 212 с.
23. Никифоров А.Д. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. – М.: Высшая школа, 2002.
24. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования. Учебник для вузов. – М: МГТУ им. Баумана, 2002.
25. Справочник технолога – машиностроителя в 2-х т. /Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой. Р.К. Мещерякова, А.Г. Суслова. – М.: Машиностроение. 2001.
26. Старостин В.В., Материалы и методы нанотехнологий. Бином, 2010 г., 432 с.
27. Технологические основы управления качеством машин. /А.С. Васильев, А.М. Дальский, С.А. Клименко и др. – М.: Машиностроение, 2003.
28. Технология машиностроения в 2-х кн. Кн.1. Основы технологии машиностроения. Кн.2. Производство деталей машин. /Э.Л.Жуков, И.И. Козарь, С.Л. Мурашкин и др. Под ред. С.Л. Мурашкина. – М.: Высшая школа, 2003.
29. Торопов Ю.А. Припуски, допуски и посадки гладких цилиндрических соединений. Припуски и допуски отливок и поковок: справочник. – СПб: Профессия, 2004.
30. Цыбин, А.С. Физические основы плазменной и лазерной технологий. Учебное пособие. - М.: МИФИ. – 2002. – 181 с.
31. Шахно Е.А., Самохвалов А.А. Лазерные микро- и нанотехнологии: Учебно-методическое пособие – СПб: Университет ИТМО, 2015. - 46 с.
32. Юльметова О.С., Щербак А.Г., Челпанов И.Б. Специальные технологии изготовления прецизионных узлов и элементов гироскопических приборов: Учебное пособие/ под ред. Валетова В.А. – СПб: Университет ИТМО, 2017.- 131 с.
33. Яблочников Е.И., Пирогов А.В., Андреев Ю.С. Автоматизация технологической подготовки производства в приборостроении: Учебное пособие / Рецензент: Валетов В. А. – СПб: Университет ИТМО, 2018. - 116 с.