

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»



Кафедра электронной техники и технологии

***ТЕХНОЛОГИЯ ДЕТАЛЕЙ
И КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ***

Методические указания и контрольные задания
для студентов специальности I-39 02 01
«Моделирование и компьютерное проектирование РЭС»
заочной формы обучения

Минск 2006

УДК 621.7(075.8) + 669.017(075.8)

ББК 30.3 я 73

Т 38

Составитель:

Г.М. Шахлевич

Технология деталей и конструкционные материалы: Метод. указания
Т 38 и контрольные задания для студ. спец. I-39 02 01 «Моделирование и компьютерное проектирование РЭС» заоч. формы обуч. / Сост. Г.М. Шахлевич. – Мн.: БГУИР, 2006. – 28 с.
ISBN 985-444-917-3

Методические указания и контрольные задания составлены на основе рабочего учебного плана специальности I-39 02 01 «Моделирование и компьютерное проектирование РЭС» и типовой программы дисциплины, утвержденной Министерством образования Республики Беларусь 03.06.2003 г., регистрационный № ТД – 39-026/тип.

Предназначены для закрепления и углубления теоретических знаний студентов заочной формы обучения, получаемых ими на аудиторных занятиях и в процессе самостоятельного изучения дисциплины.

УДК 621.7(075.8)+ 669.017(075.8)

ББК 30.3 я 73

ISBN 985-444-917-3

© Шахлевич Г.М., составление, 2006

© БГУИР, 2006

ВВЕДЕНИЕ

Радиоэлектронная промышленность отличается самой высокой наукоемкостью изделий, производство которых основано на высокоэффективных, прогрессивных технологиях. Используются высокотехнологичные материалы самой широкой номенклатуры, от металлических и неметаллических конструкционных до сверхчистых монокристаллических полупроводниковых и материалов с особыми физико-химическими свойствами. При изготовлении конструктивной и элементной базы электронных и функциональных устройств большой удельный вес имеют высокопроизводительные ресурсосберегающие методы обработки давлением и литьем, электрофизико-химические размерные и упрочняюще-чистовые обработки, современные автоматизированные методы сборки, монтажа, контроля и регулировки. Индивидуальные технологические процессы в большинстве случаев разрабатываются на базе прогрессивных, отработанных в производстве унифицированных (групповых и типовых) ТП. Поскольку основная номенклатура современных радиоэлектронных средств (РЭС) изготавливается в условиях массового и крупносерийного производства, широко применяются системы автоматизации проектирования, производства и управления, основанные на информационных технологиях, вычислительной и микропроцессорной технике.

Одной из задач дисциплины «Технология деталей и конструкционные материалы» является ознакомление студентов специальностей «Моделирование и компьютерное проектирование РЭС» с современными материалами, основными этапами технологической подготовки производства, высокоэффективными технологиями обработки материалов и унифицированными технологическими процессами (ТП) производства типовых деталей конструктивной базы РЭС, оборудованием и средствами технологического оснащения. Ее изучение должно обеспечить их технологическую подготовку, а также формирование технологического мышления, подразумевающего научность, конкретность, объективность и системность при рассмотрении и исследовании современных производственных систем.

Методология курса строится таким образом, чтобы студенты овладели необходимыми знаниями и практическими навыками, получили представление о месте технологии в современном обществе.

1. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цель и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Целью преподавания дисциплины является:

- овладение научным подходом к выбору и использованию материалов при проектировании и изготовлении РЭС;
- знание физико-химических основ современного материаловедения, классификации, маркировки и свойств конструкционных материалов;
- знакомство с содержанием основных этапов технологической подготовки производства;
- изучение методов размерной и упрочняюще-чистой обработки конструкционных материалов и типовых технологических процессов (ТП) изготовления характерных деталей конструктивной базы РЭС.

Задачи изучения дисциплины:

- изучить функциональные, эксплуатационные и технологические характеристики основных групп конструкционных материалов РЭС;
- ознакомить с основами проектирования ТП изготовления деталей;
- изучить базовые методы размерной и упрочняюще-чистой обработки конструкционных материалов;
- дать представление о ТП изготовления типовых деталей конструктивной базы РЭС.

В результате изучения дисциплины студенты должны:

- **знать** физико-химические основы материаловедения РЭС, классификацию, маркировку, функциональные, технологические и потребительские свойства конструкционных материалов, способы управления их свойствами, порядок и состав работ технологической подготовки производства, технологические возможности различных методов обработки, основы технологии изготовления типовых деталей конструкций РЭС;
- **иметь представление** о методах измерения механических и технологических характеристик материалов РЭС, основных видах термической и химико-термической обработки, проведении технологических расчетов и выборе оптимального метода изготовления детали с учетом типа производства, программы выпуска и других факторов, проектировании или выборе типового ТП, СТО, правилах оформления технологической документации;
- **уметь** охарактеризовать процессы, происходящие в материалах при внешних воздействиях, выбрать материал для конкретного применения с учетом условий изготовления и экономических факторов, проектировать ТП изготовле-

ния деталей РЭС, назначить или разработать необходимое технологическое оснащение, оформить технологическую документацию на разработанные ТП.

Перечень дисциплин, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины. Дисциплина предназначена для общенаучной и профессиональной подготовки студентов. Успешное освоение учебного материала может быть гарантировано знанием курсов физики, химии, «Физико-химические основы микроэлектроники и технологии», «Материалы и компоненты электронной техники».

Рассматриваемая дисциплина является базовой для таких курсов учебного плана, как «Конструирование РЭС», «Технология интегральных микросхем», «РЭУ и автоматизация производства» и др.

1.2. Наименование тем и их содержание

Программа курса рассчитана на 80 учебных часов. Их примерное распределение по видам занятий: лекций – 6 часов, лабораторных работ – 8 часов, практических занятий – 4 часа, самостоятельная работа – 60 часов.

Введение

Предмет и содержание дисциплины. Специфические требования к конструкционным материалам и технологии деталей РЭС. Задачи теоретического и прикладного материаловедения. Прогресс в области получения и обработки материалов.

1.2.1. Основы физико-химического материаловедения

Тема 1. Строение твердых тел

Типы и природа химической связи. Строение и свойства аморфных, стеклообразных и кристаллических материалов. Кристаллическая решетка, ее параметры и характеристики. Поли- и изоморфизм.

Классификация и характеристика дефектов кристаллической структуры. Взаимодействие дефектов и их влияние на свойства вещества. Строение реальных материалов (моно- и поликристаллы). Понятие микроструктуры.

Тема 2. Функциональные, технологические и потребительские свойства материалов

Классификация свойств конструкционных материалов. Критерии выбора материалов для конкретного применения.

Механические свойства в условиях статического, динамического и циклического нагружения. Механические испытания. Закон единства противоположностей – прочность и вязкость.

Теплофизические свойства материалов (теплостойкость, жаропрочность, теплопроводность, тепловое расширение и др.).

Триботехнические свойства материалов (прирабатываемость, износостойкость, коэффициент трения).

Коррозионная стойкость материалов. Коррозия и защита от нее.

Технологические свойства материалов. Технологические испытания.

Тема 3. Кристаллизация металлов и сплавов

Процесс кристаллизации, его характеристики: температура, степень переохлаждения, скорость кристаллизации. Зарождение и рост кристаллов, критический размер зародыша при гомогенной и гетерогенной кристаллизации. Структура сплава в зависимости от условий кристаллизации. Вторичная кристаллизация металлов.

Влияние формы и размера зерен на свойства металлов и сплавов, модифицирование структуры. Дендритный рост. Перераспределение примесей при затвердевании, зональная и обратная ликвации и способы их устранения.

Тема 4. Строение сплавов. Диаграммы состояния

Термодинамическая система и ее параметры. Фазы двойных сплавов: твердые растворы, химические соединения, механические смеси и др.

Типы диаграмм состояния: с неограниченной и ограниченной растворимостью, образованием соединений, полиморфным превращением, эвтектические, механической смеси и др. Фазовые превращения и формирование структуры сплавов, правило отрезков.

Связь между строением сплава и его свойствами. Понятие о диаграммах состояния тройных систем.

Тема 5. Пластическая деформация и рекристаллизация

Упругая и пластическая деформация. Механизмы пластической деформации. Изменение структуры и свойств поликристаллических материалов в процессе пластической деформации. Изменение прочности и пластичности при деформации, наклеп. Роль дислокаций в процессах пластической деформации. Механизм упрочнения металлов. Влияние температуры и выдержки на строение и свойства пластически деформированных материалов. Возврат (отдых), полигонизация, рекристаллизация.

Разрушение металлов и сплавов. Механизмы хрупкого и вязкого разрушения. Влияние трещин на процесс разрушения. Хладоломкость.

1.2.2. Конструкционные материалы РЭС

Тема 1. Сплавы на основе железа

Система железо–углерод: полиморфизм железа, формы существования углерода в сплавах, фазы, фазовые превращения и реакции в системе.

Классификация, маркировка углеродистых сталей. Влияние углерода и постоянных примесей на их строение и свойства.

Чугуны (серые, белые, ковкие и др.): структура, свойства, классификация, методы управления структурой и свойствами, применение.

Легированные стали. Распределение легирующих элементов по фазам, влияние легирующих элементов на структуру и свойства.

Конструкционные машиностроительные стали: хромистые, хромомарганцевые, хромоникелевые и другие с высокими механическими свойствами. Стали, улучшаемые и подвергаемые химико-термической обработке.

Пружинные, шарикоподшипниковые, износо- и коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные, криогенные и другие специальные стали.

Инструментальные стали и твердые сплавы.

Тема 2. Конструкционные материалы на основе цветных металлов

Сплавы на основе алюминия, основные свойства, классификация, применение. Деформируемые алюминиевые сплавы (дуралюмины), дисперсионное твердение, методы управления структурой и свойствами. Литейные алюминиевые сплавы (силумины) и сплавы с особыми свойствами.

Сплавы на основе меди, свойства, классификация, применение. Деформируемые сплавы (латуни), структура и свойства, маркировка. Литейные сплавы меди (бронзы): оловянистые, алюминиевые, кремниевые и др.

Сплавы титана, магния и бериллия. Методы получения, влияние легирующих элементов и термообработки на структуру и свойства, маркировка, применение.

Тема 3. Термическая, термомеханическая и химико-термическая обработка металлов и сплавов

Сущность и назначение термической обработки (ТО).

Изменение структуры и свойств при ТО сплавов: без фазовых (отжиг 1-го рода) и без полиморфных превращений (система Al-Cu). Виды и режимы ТО: отжиг, закалка, отпуск, естественное и искусственное старение.

ТО сплавов с полиморфными превращениями (система Fe-C). Основные фазовые превращения в сталях при ТО. Закалка: критические точки, превращения при непрерывном и изотермическом охлаждении, критическая скорость охлаждения. Мартенситное превращение. Полная и неполная закалка, прокали-

ваемость и закаливается стали. ТО закаленной стали: отпуск, нормализация и др. Сложные виды термической обработки.

Термомеханическая обработка: сущность, назначение, изменение структуры и свойств. Виды термомеханической обработки (НТМО, ВТМО).

Химико-термическая обработка (ХТО): сущность, назначение, физико-химические основы. Классификация и краткая характеристика ХТО. Цементация, азотирование, борирование и диффузионная металлизация.

Тема 4. Неметаллические конструкционные материалы

Классификация и основные свойства неметаллических конструкционных материалов, области применения и критерии выбора.

Пластмассы: классификация и основные физико-химические свойства. Термо- и реактопласты. Однокомпонентные пластмассы (полиэтилен, фторопласты, лавсан, полихлорвинил, полиамиды и др.) и смолы (фенолформальдегидные, эпоксидные и др.).

Многокомпонентные (композиционные) пластмассы, слоистые и анизотропные пластики, эластомеры, газонаполненные пластмассы. Влияние внешних воздействий на свойства пластмасс.

Неорганические конструкционные материалы: классификация, основные физико-химические свойства, области применения.

Керамика: природа, состав, свойства, получения, классификация, применение. Установочная, огнеупорная, теплоизоляционная керамика, металлокерамические узлы и вакуумные вводы. Стекло и стекломатериалы.

1.2.3. Проектирование технологических процессов

Тема 1. Производственный и технологический процессы

Организация и структура производственного и технологического процессов.

Технологическая операция и ее элементы. Тип производства. Коэффициент закрепления операций. Единичное, серийное и массовое производство. Основные характеристики технологического процесса – производительность, точность, трудоемкость, экономичность.

Тема 2. Технологичность конструкции и технологическое обеспечение качества изделий

Технологичность конструкции изделия (ТКИ). Виды и показатели ТКИ. Методика количественного и качественного анализа ТКИ.

Технологическое обеспечение качества изделий. Показатели качества. Точность – основной показатель качества изделий.

Основы теории точности и устойчивости ТП: физико-технологическая теория размерных параметров, моделирование ТП, анализ точности ТП, производственные погрешности, устойчивость технологического процесса.

Шероховатость поверхности. Методы измерения шероховатости.

Тема 3. Технологическая подготовка производства

Этапы и содержание работ технологической подготовки производства (ТПП). Единая система ТПП – ЕС ТПП. Автоматизированная система ТПП – АС ТПП.

Проектирование ТП изготовления деталей: исходная информация, выбор технологического маршрута, оборудования, оснастки, заготовок и технологических баз, назначение и расчет припусков и режимов обработки.

Проектирование ТП изготовления деталей в условиях автоматизированного производства. САПР ТП.

Единая система технологической документации – ЕСТД. Виды и формы технологических документов.

1.2.4. Методы изготовления деталей РЭС

Тема 1. Общая характеристика методов. Изготовление деталей литьем

Классификация методов обработки. Размерная (формообразующая) и не-размерная (упрочняюще-чистовая) обработки и их особенности.

Литьевые процессы и их классификация. Общая характеристика методов литья. Особенности конструкции литьевых форм. Литниковая система.

Литье в землю, под давлением, в кокиль, литье по выплавляемым моделям, методы непрерывного литья и др. Дефекты литья.

Тема 2. Обработка давлением

Общая характеристика и классификация методов. Сущность холодной и горячей обработки давлением. Обработка деталей и заготовок методами прокатки, волочения, прессования,ковки, штамповки.

Холодная листовая штамповка – классификация и технико-экономические характеристики методов. Разделительные и формообразующие операции. Раскрой материала. Штамповка пластмасс. Точная штамповка. Штамповка на штампах последовательного и совмещенного действия.

Тема 3. Изготовление деталей резанием

Способы обработки материалов резанием и элементы режима резания. Физические основы процесса обработки резанием. Характеристика оборудования и инструментов. Базирование. Припуски.

Токарная и фрезерная обработки: характеристика методов, технологические схемы, виды работ, оборудование, приспособления, инструмент.

Обработка отверстий (сверление, зенкерование, развертывание, растачивание, протягивание и др.). Нарезание наружной и внутренней резьбы.

Отделочные операции обработки резанием: плоское, круглое и внутреннее шлифование, протягивание, притирка, полирование, алмазное выглаживание, хонингование, суперфиниш и др.

Тема 4. Изготовление деталей из пластмасс и спеченных материалов

Технологические свойства пластмасс. Методы изготовления изделий из пластмасс: прямое и литьевое прессование, литье под давлением, экструзия, формовка, обработка резанием.

Общие сведения о керамических материалах. Технология изготовления керамических деталей – подготовка шихты, тонкий помол порошка, формование, сушка, обжиг, глазурование, металлизация.

Сущность металлокерамической технологии. Этапы ТП: производство порошков, формование заготовок, спекание и окончательная обработка.

Тема 5. Методы электрофизико-химической обработки

Классификация методов, область их применения и эффективность.

Методы, основанные на химическом действии электрического тока. Катодные и анодные процессы. Анодное полирование и размерная обработка.

Методы, основанные на тепловом действии тока: электроэрозионная, плазменная, электронно-, свето- и ионно-лучевая обработки.

Методы, основанные на импульсном механическом воздействии: УЗ-размерная обработка, очистка и упрочнение, электрогидравлическая и другие обработки. Комбинированные методы обработки.

Тема 6. Покрытия и антикоррозионная защита деталей РЭС

Классификация и назначение покрытий. Химическая, электрохимическая и биохимическая коррозия и методы защиты от нее. Особенности получения защитно-декоративных покрытий. Химические и гальванические способы получения покрытий.

Негальванические покрытия.

1.2.5. Типовые ТП изготовления специфических деталей РЭС

Тема 1. Изготовление типовых точных и корпусных деталей

Изготовление осей и валов: получение заготовок, механическая и термическая обработки, покрытия.

Изготовление деталей зубчатых механизмов: получение заготовки, механическая обработка, образование и отделка зубьев.

Технология изготовления точных ходовых винтов. Методы нарезания внешней и внутренней резьбы.

Типовой ТП изготовления корпусных деталей.

Тема 2. Изготовление корпусов полупроводниковых приборов и микросхем

Изготовление металлических деталей корпусов полупроводниковых приборов. Особенности операций холодной листовой штамповки. Изготовление фланцев и баллонов.

Изготовление проволочных выводов и выводных рамок. Изготовление деталей из припоя. Обработка деталей после штамповки.

Изготовление изолирующих деталей корпусов из стекла и керамики. Нанесение и вжигание металлизации.

Тема 3. Изготовление упругих элементов и контактов

Виды и основные требования к контактными и упругим элементам РЭС. Конструктивно-технологическая характеристика упругих элементов. Технологические методы достижения заданных свойств, точности и качества поверхности контактных и упругих элементов.

Изготовление витых и плоских пружин. Покрытие контактных площадок. Изготовление плоских контактов и лепестков.

Тема 4. Изготовление элементов СВЧ-устройств и магнитопроводов

Особенности изготовления волноводов и полых резонаторов. Методы изготовления волноводных звеньев: из труб, литых, наращенных, гибких и др. Профилированные волноводы. Полосковые волноводы. Изготовление антенных отражателей: со сплошной поверхностью, сетчатых и решетчатых.

Материалы магнитопроводов. Конструктивно-технологические характеристики магнитопроводов. ТП изготовления пластинчатых и ленточных магнитопроводов. Технология магнитопроводов из ферритов и магнитодиэлектриков.

Заключение

Актуальные вопросы современного материаловедения и технологии обработки материалов. Эффективность применения новых материалов и ТП.

Унификация материалов и ТП. Роль материалов в развитии наукоемких отраслей. Перспективы использования новых материалов и технологий их обработки. Экологические проблемы материаловедения и технологии.

1.3. Практические занятия и их содержание

№ п.п.	Название темы	Содержание
1	2	2
1	Изучение превращений в сплавах системы железо–углерод. Выбор вида и режимов термообработки	Изучение основных фазовых и структурных превращений в сталях при термообработке и влияния термообработки на свойства черных и цветных металлов и сплавов. Выбор и назначение режимов термообработки для получения требуемых механических свойств по диаграмме состояния двойных сплавов
2	Расчет организационно-технических параметров производства и технологичности деталей	Методика определения коэффициента закрепления операций и типа производства. Расчет частных и комплексных показателей ТКИ и отработка деталей РЭС на технологичность
1	2	3
3	Выбор схем и расчет погрешностей базирования заготовок. Расчет припусков под обработку	Базы и базирование деталей. Выбор схем и расчет погрешностей базирования. Общие и промежуточные припуски под обработку. Определение припусков табличным и расчетно-аналитическим методами
4	Разработка технологической документации на ТП изготовление деталей	Виды и назначение технологических документов. Комплектность ТД при различных типах производства. Правила кодирования и заполнения маршрутных и операционных карт

1.4. Лабораторные занятия и их содержание

№ п.п.	Название темы	Содержание
1	Исследование механических свойств конструкционных материалов	Изучить методы и приобрести навыки проведения основных видов механических испытаний (на растяжение, твердость, ударную вязкость и др.)
2	Исследование точности и настроенности технологических процессов	Изучить основные виды производственных погрешностей, методы анализа точности и настроенности ТП, овладеть навыками проведения измерений и расчетов, исследовать точность и настроенность ТП изготовления типовых деталей РЭС

3	Исследование ТП электроискрового покрытия методом планирования эксперимента	Изучить сущность и технологические особенности электроискрового нанесения покрытий; провести моделирование ТП методом планирования многофакторного эксперимента
---	--	---

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

2.1. Основная и дополнительная литература

Основная

1. Достанко А.П., Пикуль М.И., Хмыль А.А. Технология производства ЭВМ: Учебник. – Мн.: Выш. шк., 1994. – 347 с.
2. Арзамасов Б.Н., Макарова В.И. Материаловедение: Учебник для вузов. – М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2002. – 648 с.
3. Пасынков В. В., Сорокин В. О. Материалы электронной техники: Учебник для вузов.– М.: Лань, 2001. – 368 с.
4. Технология деталей радиоэлектронной аппаратуры: Учеб. пособие для вузов / Под ред. С.Е. Ушаковой. – М.: Радио и связь, 1986. – 256 с.
5. Технология конструкционных материалов: Учеб. пособие для вузов. В 2 т. / Под ред. А.М. Дальского. – М.: Машиностроение, 1998.

Дополнительная

6. Материаловедение и технология металлов: Учебник для вузов / Под ред. Г.П. Фетисова. – М.: Высш. шк., 2001. – 638 с.
7. Машиностроение. Энциклопедия. Т.П-2. Стали. Чугуны / Под ред. О.А. Банных, Н.Н.Александрова. – М.: Машиностроение, 2001. – 784 с.
8. Машиностроение: Энциклопедия. Т.П-3. Цветные металлы и сплавы. Композиционные материалы / Под ред. И.Н.Фридляндера. – М.: Машиностроение, 2001. – 880 с.
9. Горохов В.А. Технология обработки материалов: Учеб. пособие для вузов.– Мн.: Бел. навука, 2000. – 439 с.
10. Кенько В.М. Неметаллические материалы и методы их обработки.– Мн.: Дизайн ПРО, 1998. – 240 с.
11. Ушаков Н.Н. Технология производства ЭВМ: Учебник для вузов. – М.: Высш. шк., 1991.– 416 с.
12. Павловский В.В., Васильев В.И., Гутман Г.Н. Проектирование технологических процессов изготовления РЭА. – М.: Радио и связь, 1982. – 160 с.
13. Пейсахов А.М. Материаловедение и технология конструкционных материалов: Учебник. – СПб.: Изд-во Михайлова В.А., 2003. – 407 с.
14. Технология конструкционных материалов: Учеб. пособие для вузов/ Под ред. О.С. Комарова. – Мн.: Дизайн ПРО, 2002. – 416 с.
15. Машиностроение. Энциклопедия. Т.П-2. Технология заготовительных производств / Под общ. ред. В.Ф. Мануйлова. – М.: Машиностроение, 1996. – 736 с.

16. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. /Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова и др. – М.: Машиностроение, 2001. – 912, 944 с.
17. Бобылев А.В. Механические и технологические свойства металлов: Справочник. – М.: Металлургия, 1987. – 208 с.
18. Конструкционные материалы: Справочник/ Под общ. ред. Б.Н. Арзамасова. – М.: Машиностроение, 1990. – 688 с.
19. Машиностроение: Энциклопедия. Т. III-3. Технология изготовления деталей машин / Под ред. А.Г. Суслова. – М.: Машиностроение, 2000.– 840 с.
20. Справочник технолога-приборостроителя. В 2 т. / Под ред. Е.А. Скороходова. – М.: Машиностроение, 1980.
21. Проектирование технологических процессов мехобработки в машиностроении / Под ред. В.В. Бабука. – Мн.: Выш. шк., 1987. – 255 с.
22. Проектирование технологической оснастки машиностроительного производства: Учеб. пособие для вузов / Под ред. Ю.М. Соломенцева. – М.: Выш. шк., 1999. – 415 с.
23. Девятов В.В. Малоотходная технология обработки материалов давлением. – М.: Машиностроение, 1987. – 288 с.
24. Липницкий А.М., Морозов И.В., Яценко А.А. Технология цветного литья.– М.: Машиностроение, 1986. – 224 с.
25. Еленев С.А. Холодная штамповка. – М.: Высш. шк., 1988. – 271 с.
26. Горохов В.А. Проектирование технологической оснастки: Учебник для вузов. – Мн.: Бервіта, 1997. – 344 с.
27. Гапонкин В.А. и др. Обработка резанием, металлорежущий инструмент, станки. – М.: Машиностроение, 1990. – 448 с.
28. Поляков А.А. Технология керамических радиоэлектронных материалов. – М.: Радио и связь, 1989. – 200 с.
29. Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов: Учеб. пособие. В 2 т. / Под ред. В.П. Смоленцева. – М.: Высш. шк., 1983.

Учебно-методическая

30. Максимов Б.Г., Тявловский М.Д. Методические указания по курсу МК и ТД РЭС. Ч.1. Классификация и основные свойства материалов РЭС. – Мн.: МРТИ, 1993. – 43 с.
31. Методические указания по курсу МК и ТД РЭС. Ч.2–5 / Б.Г. Максимов, Г.М. Шахлевич и др. – Мн.: БГУИР, 1993–1996.
32. Ланин В.Л., Емельянов В.А., Хмыль А.А. Проектирование и оптимизация технологических процессов производства электронной аппаратуры. – Мн.: БГУИР, 1998. – 196 с.
33. Кундас С.П., Боженков В.В., Шахлевич Г.М. Методические указания «Разработка и оформление технологической документации на процессы производства РЭС и ЭВС». В 2 ч. – Мн.: МРТИ, 1991.
34. Кундас С.П., Ланин В.Л., Ануфриев Л.П. Моделирование технологических процессов производства РЭС: Учеб. пособие. – Мн.: БГУИР, 2000. – 155 с.

35. Технология обработки материалов: Метод. пособие по курсовому проектированию. Ч.1 – 2 / Г.М. Шахлевич и др.– Мн.: БГУИР, 2001. – 112 с.

36. Костюкевич А.А., Шахлевич Г.М. Технологические процессы изготовления типовых деталей электронной аппаратуры. В 2 ч. Ч.1. Технология изготовления осей, валов, втулок, зубчатых колес и многоосных деталей.– Мн.: БГУИР, 2002. – 86 с.

37. Боженков В.В., Шахлевич Г.М. и др. Покрытия в технологии РЭС (ЭВС): Метод. указания по курсу «Материаловедение». Ч.1, 2. – Мн.: МРТИ, 1992.

38. Шахлевич Г.М., Боженков В.В., Костюкевич А.А. Лабораторные работы по курсу «Материаловедение». В 2 ч. Ч.1.– Мн.: БГУИР, 2001.– 46 с.

39. Шахлевич Г.М., Баранов В.В., Телеш Е.В. Лабораторные работы по курсу «Материаловедение». В 2 ч. Ч. 2.– Мн.: БГУИР, 2003.– 52 с.

40. Материаловедение: Практикум/ В.В. Баранов, Г.М. Шахлевич, Е.В. Телеш.– Мн.: БГУИР, 2004.– 34 с.

41. Практикум по дисциплинам «Технология обработки материалов», «Технология деталей РЭС», «Производственные технологии»/ А.П. Достанко, Г.М. Шахлевич, С.В. Бордусов, Е.В. Телеш.– Мн.: БГУИР, 2004.– 37 с.

2.2. Перечень ТСО, методических указаний и учебных пособий

1. Типовая и рабочая программа дисциплины.
2. Иллюстративный материал и телевизионные заставки к лекциям.
3. Слайды и плакаты по отдельным темам программы.
4. Диафильмы, учебные кино- и телефильмы.
5. Методические указания к лабораторным работам.
6. Методические материалы к проведению практических занятий.
7. Контрольно-обучающие программы на ПЭВМ по темам.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Общие указания

Дисциплина относится к циклу дисциплин, обеспечивающих материаловедческую и технологическую подготовку студентов указанной специальности. Ее основная цель – подготовка студентов к изучению курсов конструкторско-технологической направленности, охватывающих проектирование и производство РЭС. Особое место при этом отводится изучению новых конструкционных материалов и перспективных технологий.

Изучение дисциплины предусматривает систематическую самостоятельную работу студентов над специальной технической литературой, патентной информацией, а также использование технических средств обучения и вычислительной техники при выполнении лабораторных работ.

Лекции, практические и лабораторные занятия проводятся в период установочных и экзаменационных сессий. На них рассматриваются темы, выделенные в программе жирным шрифтом. По выполненной лабораторной работе студент оформляет индивидуальный отчет и защищает его. Основные разделы дисциплины студенты изучают самостоятельно. В течение учебного семестра студенты выполняют контрольную работу, задание на которую выдается каждому студенту индивидуально. Тематика контрольных заданий по разделам, относящимся к изучению конструкционных материалов, частично приведена в издании «Программа, методические указания и контрольные задания по дисциплине «Материаловедение». – Мн., БГУИР, 2002. При выполнении контрольной работы студент дает ответ на два теоретических вопроса и решает две практические задачи материаловедческой и технологической направленности (выбор материала для конкретного применения, расчет свойств, разработку ТП, конструирование СТО, выбор режимов обработки, схем базирования, оформление технологических документов и т.п.). Ответы должны быть полными, отражать сущность вопроса и поясняться рисунками, графиками и диаграммами (можно в

виде ксерокопий). При решении задачи приводятся расчетные формулы, расшифровка условных обозначений величин, указываются единицы их измерения.

3.2. Указания по выполнению контрольной работы

При рассмотрении химических связей, строения твердых тел и дефектов кристаллической решетки рекомендуется пользоваться [2, 3, 6, 13 и 18]. В ответе дается характеристика химической связи, описание кристаллических решеток, классификация и схемы дефектов, указывается их влияние на свойства.

Состав основных функциональных, технологических и потребительских свойств материалов, связь между ними и методика выбора материала изложены в [2, 3, и 30].

При освещении вопросов, касающихся механических, теплофизических, технологических, триботехнических свойств и коррозионной стойкости материалов, следует руководствоваться [2, 3, 17, 18 и 38]. Должны быть рассмотрены физические свойства и инженерные характеристики, их описывающие, классификация материалов в соответствии с данным свойством, приведены примеры характерных материалов каждой группы.

Данные по вопросам, относящимся к темам «Кристаллизация», «Строение сплавов», приведены в [2, 6, 13 и 24]. Необходимо обратить внимание на движущие силы процесса, сущность понятия «переохлаждение» и влияние различных факторов процесса на структуру закристаллизованного металла. Ответ на вопрос по теории сплавов желательно дополнить анализом диаграммы состояния какого-либо сплава с указанием характерных линий и точек, пределов растворимости компонентов, фаз и структур, объяснением изменения свойств от состава и температуры и т.п.

Процессы деформирования и рекристаллизации рассмотрены в [2, 6, 13 и 17]. Необходимо ознакомиться с механизмами упругой и пластической деформации моно- и поликристаллов, видами внутренних механических напряжений и причинами их возникновения, природой разрушения, сущностью наклепа и его практическим применением, стадиями рекристаллизации, происходящей при нагреве напряженно-деформированного металла.

При подготовке ответов по теме «Сплавы на основе железа» используются данные [2, 6, 7, 13, 18]. Анализируется диаграмма состояния железо–углерод: фазовые и структурные составляющие, их состав, строение и свойства, превращения, происходящие при изменении концентрации и температуры, и др. Должны быть рассмотрены физико-химические основы термической обработки, влияние углерода, постоянных и легирующих элементов на свойства сталей и чугунов. Кроме принципов их классификации и маркировки необходимо привести: расшифровку химического состава и назначение легирующих элементов, основные свойства, возможные методы упрочнения и др.

По теме «Конструкционные материалы на основе цветных металлов» [2, 6, 8, 13, 18 и 38] структура ответа должна быть аналогичной. Кроме этого, рассматриваются физико-химические основы упрочняющей обработки сплава и области применения соответствующего материала.

При изучении темы «Термическая, химико-термическая и термомеханическая обработка» следует руководствоваться [2, 6, 7, 8, 13 и 18]. Должны быть освещены физико-химические основы указанных обработок в применении к черным и цветным металлам с учетом их состава, исходных свойств, функциональных и технологических характеристик, которые требуется получить. В ответ включаются режимные параметры ТО, ХТО или МТО, сведения о структурных изменениях, микроструктуре и свойствах обработанного материала.

В ответ по теме «Неметаллические конструкционные материалы» [2, 3, 10, 18 и 28] обязательно должны быть включены основные физико-химические и механические свойства соответствующей группы материалов, технология их получения и обработки, маркировка, применение в РЭС.

Структура производственного и технологического процесса, типы производства и их основные технико-экономические характеристики рассмотрены в [1, 12, 16, 21, 31, 32 и 34], технологичность конструкций и технологическое обеспечение качества изделий – в [1, 11, 15, 16, 31 и 32]. Вопросы технологической подготовки производства, стандартизации и автоматизации ТПП освещены в [1, 12, 20, 21, 32], комплектность и правила оформления технологической документации – в [12, 21, 33] и стандартах ЕСТД, на которые в обязательном порядке надо ссылаться при ответе.

Вопросы по темам 1–3 раздела «Методы изготовления деталей РЭС» подробно изложены в [1, 5, 6, 9, 13-16, 23-25, 27, 31, 35], подходы к решению задач – в [32, 35 и 41]. Рассматривая метод формообразования или чистовой обработки, надо обязательно указывать его разновидности, технологические возможности, схемы, режимы, оборудование, инструмент, оснастку или станочные приспособления. Для резания важно показать сущность явлений в зоне обработки, методы формообразования, порядок назначения или расчета режимов. Также указываются материалы, технологичные для данного вида обработки.

Информацию по темам, относящимся к изготовлению деталей из пластмасс и спеченных материалов, электрофизико-химической обработке, получению защитных, упрочняющих и декоративных покрытий, можно найти в [5, 9, 10, 16, 19, 20, 23, 28, 29, 31, 37]. Структура ответа должна быть аналогичной.

Темы раздела «Типовые ТП изготовления специфических деталей РЭС» предполагают знакомство с [4, 10, 11, 14, 16, 19, 20, 27, 28, 36]. Полезную информацию можно найти также в учебной и справочной литературе по технологии приборостроения, электронных устройств, изделий микроэлектроники и СВЧ-техники. В ответе надо отразить конструктивные особенности этих деталей, области их приме-

нения, содержание наиболее важных операций технологического маршрута, СТО и оборудование, которые используются при их выполнении.

4. КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Вариант 1

1. Пластическая деформация моно- и поликристаллов (условия и механизмы, зависимость от дефектности структуры и др.). Ее влияние на структуру и свойства металлов и сплавов.

2. По диаграмме состояния системы Cu-Ni опишите взаимодействие компонентов в твердом состоянии, укажите структурные составляющие во всех ее областях, объясните характер изменения свойств сплавов с помощью правила Курнакова.

3. Техническая (конструкторская и технологическая) подготовка производства. Состав работ основных стадий КПП и ТПП.

4. Требуется провести поверхностное упрочнение изделия из стали 20. Какие виды обработки можно для этого применить? Опишите одну из технологий и превращения, которые происходят при этом в материале.

Вариант 2

1. Сущность и назначение основных видов термической обработки. Изменение структуры и свойств при ТО сплавов без фазовых и полиморфных превращений (на примере сплавов алюминий–медь).

2. Приведите основные характеристики кристаллических решеток Fe_α и Fe_γ , вычислите изменение объема железа при его полиморфном превращении, если радиусы атомов Fe в ОЦК плотной упаковке $r_{\text{ОЦК}} = 0,1241$ нм, а в ГЦК – $r_{\text{ГЦК}} = 0,127$ нм.

3. Производственный и технологический процессы. Структура технологического процесса.

4. В качестве основной формообразующей операции изготовления детали из алюминиевого сплава Д16Т выбрано литье под давлением. Насколько обоснован этот выбор с точки зрения технологических свойств материала? Какой метод был бы более эффективен в условиях крупносерийного производства?

Вариант 3

1. Деформируемые сплавы на основе меди (латуни). По диаграмме состояния медь–цинк опишите характер превращений в сплавах и объясните изменение свойств латуней в зависимости от состава.

2. Что такое ликвация? Ее виды и причины возникновения. Какая ТО применяется для сплавов типа твердый раствор с целью устранения ликвации?

3. Типы производства. Коэффициент закрепления операции. Организационно-технические особенности различных типов производства.

4. Определите $T_{\text{ш-к}}$ и уровень технологичности конструкции детали по трудоемкости, если $T_{\text{шт}} = 120$ с, программа выпуска $N = 110$ шт., $T_{\text{пз}} = 21$ мин. Базовый показатель трудоемкости равен 6,5 мин.

Вариант 4

1. Гетерогенная кристаллизация и модифицирование структуры закристаллизованного металла. Вторичная кристаллизация и ее механизмы. На диаграмме состояния систем железо–углерод укажите линии и точки, связанные с протеканием процессов вторичной кристаллизации.

2. Опишите явление полиморфизма на примере кобальта. Как различаются строение, характеристики кристаллической решетки (размеры, координационное число, плотность упаковки и др.) и свойства Co_{α} и Co_{β} .

3. Организационно-техническая классификация технологических процессов (по степени унификации, применению, детализации и др.).

4. В условиях крупносерийного производства необходимо изготовить станину технологической установки из чугуна ВЧ42-12. Предложите и обоснуйте наиболее эффективный метод изготовления заготовки.

Вариант 5

1. Физическая сущность процесса первичной кристаллизации чистых расплавов (изменение свободной энергии, зародышеобразование, механизмы роста, влияние степени переохлаждения и внешних факторов).

2. Основные фазы и структуры в системе Fe-C. Рассчитайте соотношение толщин пластинок феррита и цементита в субзерне пластинчатого перлита, если плотность Fe_{α} – 7,68 г/см³, а Fe_3C – 6,36 г/см³.

3. Технологичность конструкции изделия (ТКИ). Основные (техно-экономические) и дополнительные показатели ТКИ. Порядок анализа ТКИ.

4. Выберите заготовку и разработайте технологический маршрут изготовления детали (чертеж с техническими требованиями прилагается) в условиях единичного производства.

Вариант 6

1. Напряженно-деформированное состояние: виды внутренних напряжений и деформаций, изменение прочности и пластичности металла при деформации, наклеп и нагартовка.

2. С помощью диаграммы состояния Fe-Fe₃C определите температуры нормализации, отжига и закалки для стали У10. Опишите микроструктуру и свойства стали после каждого вида обработки.

3. Принципы проектирования и содержание работ по проектированию ТП. Исходная информация для разработки ТП.

4. В механическом цеху имеются следующие группы станков: шлифовальные, фрезерные, зубонарезные, токарные, сверлильные, протяжные. Расположите указанное оборудование в последовательности операций типового ТП изготовления зубчатых колес.

Вариант 7

1. Классификация и маркировка сталей. Конструкционные машиностроительные стали: углеродистые обыкновенного качества и качественные, экономно и комплексно легированные, улучшаемые, цементуемые и др.

2. Влияние температуры на строение и свойства пластически деформированного металла. Стадии и механизмы рекристаллизации. Влияние примесей и исходного состояния материала на протекание рекристаллизации.

3. Проектирование ТП: анализ исходных данных, выбор заготовки, выбор аналога ТП. Технологический код детали.

4. В условиях массового производства необходимо изготовить деталь из бронзы БрО-6. На основе анализа технологических свойств материала выберите метод изготовления заготовки.

Вариант 8

1. Литейные алюминиевые сплавы: классификация, свойства, применение. По диаграмме состояния алюминий–кремний опишите характер превращений и взаимодействия компонентов, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы и объясните изменение свойств сплавов. Рафинирование состава и модифицирование структуры отливок.

2. Алмаз, графит, несиликатные материалы и минеральные материалы на основе силикатов.

3. Проектирование ТП: составление технологического маршрута, проектирование технологических операций.

4. На 250 рабочих местах, оснащенных 640 единицами оборудования, в течение месяца выполняется 3600 операций. Определить тип производства и дать его технико-экономическую характеристику.

Вариант 9

1. На примере систем Fe-Ni и Fe-Si описать превращения в сплавах, компоненты которых обладают полиморфизмом. Диаграммы состояния тройных систем (концентрационный треугольник, изо- и политермические сечения).

2. Причины возникновения внутренних напряжений при закалке. На примере углеродистых сталей приведите способы предотвращения образования закалочных микротрещин и напряжений.

3. Проектирование ТП: базы и базирование деталей. Единство и постоянство баз. Погрешности базирования.

4. Табличным методом определите припуск под обработку отверстия диаметром $40^{+0,06}$ и шероховатостью $R_a 0,63$ в корпусной детали. Материал заготовки – ковкий чугун, метод изготовления – литье по выплавляемым моделям.

Вариант 10

1. Классификация конструкционных материалов РЭС. Основные функциональные, технологические и потребительские свойства и связь между ними. Методика выбора материала для конкретного применения.

2. На примере системы Fe-C опишите эвтектическое, эвтектоидное и перитектическое превращения. Механизм образования мелкодисперсных эвтектик. Зависимость свойств сплавов типа механической смеси от состава.

3. Проектирование ТП: определение припусков под обработку и промежуточных размеров наружных и внутренних поверхностей табличным и расчетно-аналитическим методами.

4. При изготовлении заготовок односторонних печатных плат из фольгированного стеклотекстолита применяется вырубка по контуру и пробивка базовых отверстий. Укажите особенности выполнения этих операций по сравнению с листовой штамповкой металлов.

Вариант 11

1. Кристаллические твердые тела. Особенности строения, виды и параметры кристаллических решеток, индексы Миллера, анизотропия свойств, поли- и изоморфизм.

2. Диаграммы состояния сплавов, образующих химические соединения (постоянного и переменного состава, конгруэнтно и неконгруэнтно плавящиеся, сингулярные точки и др.). Описать превращения в сплавах системы Mg-Zn и зависимость их свойств от состава.

3. Проектирование ТП: выбор технологического оборудования и специального технологического оснащения (СТО). Нормирование ТП.

4. Выберите заготовку и разработайте технологический маршрут изготовления детали (чертеж с техническими требованиями прилагается) в условиях среднесерийного производства.

Вариант 12

1. Диаграмма состояния сплавов системы железо-цементит. Формы существования углерода, фазы и структуры, фазовые превращения и реакции в системе. Особенности равновесной диаграммы состояния сплавов системы железо-графит.

2. Композиционные материалы: классификация, конструирование, критерии сочетания компонентов, перспективы развития и использования.

3. Показатели качества продукции. Основные положения физико-технологической теории размерных параметров.

4. Рассчитайте комплексный показатель технологичности детали (чертеж с ТТ прилагается) по конструкторским и технологическим показателям, рекомендуемым для электромеханических узлов РЭС.

Вариант 13

1. Механические свойства материалов в условиях статического нагружения. Методика испытаний на растяжение, сжатие, изгиб и кручение. Модули упругости и связь между ними.

2. Термообработка сплавов с полиморфными превращениями (на примере системы Fe-C). Основные фазовые превращения в сталях при ТО. Превращение перлит-аустенит.

3. Точность – основной показатель качества продукции. Производственные погрешности и методы их анализа (расчетно-аналитические, экспериментально-статистические и др.).

4. На основе анализа физико-химических и технологических свойств материала выберите метод изготовления втулки подшипника скольжения из полиамида ПА 610-1-101. Производство массовое.

Вариант 14

1. Композиционные материалы на полимерной (силовые пластики), металлической (дисперсно-упрочненные, эвтектические, волокнистые) и керамической матрице.

2. Основные физико-химические свойства углеродистых сталей и чугунов. Влияние углерода и постоянных (технологических) примесей на их строение и свойства. Раскисление сталей.

3. Качество поверхности. Параметры и обозначение шероховатости. Методы определения шероховатости.

4. Определите состав штамповочных операций, рассчитайте их усилия и выберите пресс для их выполнения. Чертеж детали с ТТ прилагается.

Вариант 15

1. Теплофизические свойства материалов (устойчивость к воздействию повышенных и пониженных температур, тепло- и температуропроводность, тепловое расширение и др.). Методы теплофизических испытаний.

2. Процессы, протекающие при нагреве закаленной стали. Отпуск, искусственное и естественное старение, их назначение и технология.

3. Обработка литьем – общие положения. Классификация и технологические возможности основных методов литья. Назначение и виды литниковых систем.

4. Поверхность детали из низкоуглеродистой стали марки 20кп должна иметь твердость HRC42-46, быть износо- и коррозионно-стойкой. Предложите метод обработки, обеспечивающий указанные эксплуатационные свойства.

Вариант 16

1. Закалка сталей: критическая скорость охлаждения, структуры сорбита и троостита, мартенситное и бейнитное превращения. Полная и неполная закалка. Прокаливаемость и закаливаемость. Термокинетические диаграммы.

2. Полимеры: классификация, структура, основные свойства, получение, применение.

3. Литье в землю, по выплавляемым моделям, в кокиль. Технологичность конструкции отливок.

4. Какие методы обработки резанием позволяют получить шероховатость поверхности деталей типа тел вращения из углеродистых сталей меньше $R_a0,32$?

Вариант 17

1. Термомеханическая и механотермическая обработка (НТМО, ВТНО и др.): сущность, назначение, технология. Упрочнение материалов методами поверхностного пластического деформирования.

2. Виды диаграмм растяжения. Методика определения основных прочностных и пластических свойств материалов. Чему равен коэффициент Пуассона, модуль Юнга и модуль сдвига, если образец с $d_0 = 2,2$ мм и $l_0 = 100$ мм упруго деформировался до $d_1 = 1,97$ мм и $l_1 = 127$ мм. Модуль объемной упругости материала $k = 1,87 \cdot 10^5$ МПа.

3. Литье под давлением и центробежное литье. Методы непрерывного литья. Технологическое оборудование литейного производства.

4. Дайте классификацию, рекомендации по выбору и методику расчета конструктивных элементов литниковых систем, применяемых при литье в кокиль.

Вариант 18

1. Конструкционные машиностроительные стали специального назначения (высокопрочные, пружинные, износо-, коррозионно- и жаростойкие и др.). Стали с особыми физическими и химическими свойствами (криогенные, с заданным ТКЛР, кислотостойкие и др.).

2. Изделия из чугуна имеют близкие состав и механические свойства ($\sigma_B = 400$ МПа, $\delta = 3 - 4$ %), но разные формы графитовой составляющей: шаровую – в одном и комковатую – в другом. Укажите название чугунов и способы получения указанных форм графита.

3. Обработка давлением – общие положения. Прокатка, волочение, ковка, прессование, объемная штамповка.

4. Выберите заготовку и разработайте технологический маршрут изготовления детали (чертеж с техническими требованиями прилагается) в условиях массового производства.

Вариант 19

1. Классификация и характеристика основных видов дефектов кристаллического строения (природа, виды, влияние на свойства кристаллов). Взаимодействие дефектов между собой.

2. Химико-термическая обработка: физико-химические основы, назначение, классификация и краткая характеристика основных видов (цементация, карбидирование, азотирование, нитроцементация и др.).

3. Холодная листовая штамповка: сущность, виды операций, оборудование и СТО. Основные этапы проектирования ТП разделительной и формообразующей штамповки.

4. Опишите приемы обработки, схемы базирования и виды станочных приспособлений и инструмент, применяемый при изготовлении валов и осей с отношением длины к диаметру большим 5 – 7.

Вариант 20

1. Материалы электровакуумной и криогенной техники (катодные, упругие, с заданным ТКЛР и др.). Припой и флюсы.

2. По диаграмме состояния железо – цементит опишите (с применением правила фаз) превращения в сплаве, содержащем 0,2 % С, в интервале темпера-

тур 0 – 1600 °С, а также определите содержание углерода и количественное соотношение фаз при любой температуре между линиями ликвидус и солидус.

3. Обработка резанием. Общие положения (технологические схемы, методы формообразования, режимы, явления в зоне обработки).

4. Технологические возможности и особенности выполнения разделительных операций точной листовой штамповки металлических сплавов.

Вариант 21

1. Механические свойства в условиях динамического и циклического нагружения, длительная прочность, ползучесть. Методы испытаний. Вязкое и хрупкое разрушение. Структура усталостного излома.

2. По диаграмме состояния железо–цементит опишите (с применением правила фаз) превращения в сплаве, содержащем 1,6 % С, в интервале температур 0 – 1600 °С, а также определите содержание углерода и количественное соотношение фаз при 1350 °С.

3. Обработка резанием: виды и геометрия инструмента (на примере токарного резца), станочные приспособления, классификация и компоновочные структуры металлорежущего оборудования.

4. Для изготовления деталей методом глубокой многооперационной вытяжки используется латунь Л68. Укажите состав, структуру и свойства сплава, назначьте и обоснуйте режим ТО, применяющийся между отдельными операциями вытяжки.

Вариант 22

1. Триботехнические характеристики материалов (прирабатываемость, износостойкость, коэффициент трения и др.). Виды износа и факторы, его определяющие. Методы повышения износостойкости. Испытания на износ.

2. Что такое технологическая анизотропия холоднодеформированного металла? Как она возникает, на какие свойства влияет и как устраняется?

3. Точение, обработка отверстий, растачивание. Технологические схемы и возможности, режимы, оборудование, приспособления, инструмент.

4. Выберите заготовительную операцию и разработайте технологический маршрут изготовления детали из силумина (чертеж с техническими требованиями прилагается) в условиях массового производства.

Вариант 23

1. Пластики на основе фенолформальдегидных, эпоксидных и кремний-органических смол: свойства, области применения, маркировка и сортамент. Технология пластмасс на указанных связующих.

2. Для изготовления деталей конструктивной базы РЭС применяют бронзы БрОФ10-1 и БрОЦС4-4-2,5. Расшифруйте состав и назначение легирующих элементов. Приведите механические и технологические свойства этих сплавов.

3. Фрезерование, протягивание, шлифование. Технологические схемы и возможности, режимы, оборудование, приспособления, инструмент.

4. На примере детали (чертеж прилагается) покажите, какие технологические приемы, схемы базирования и приспособления применяются при изготовлении тонкостенных деталей типа тел вращения.

Вариант 24

1. Конструкционные материалы на основе алюминия: свойства, классификация, применение. Деформируемые сплавы. По диаграмме состояния алюминий–медь опишите характер превращений и взаимодействие компонентов, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, объясните изменение свойств сплавов и механизм их дисперсионного упрочнения.

2. Фрезы изготавливаются из стали 9ХС. Укажите состав и группу, к которой она относится, назначьте и обоснуйте режим упрочняющей ТО. Объясните, как влияют легирующие элементы на превращения, происходящие при ТО, микроструктуру и свойства стали.

3. Методы отделочной обработки резанием (хонингование, суперфиниширование, полирование, доводка).

4. Разработайте схему базирования (с учетом конструкторских требований, приведенных на чертеже) и представьте ее условно на технологической схеме обработки корпусной детали.

Вариант 25

1. Стекло и стекломатериалы (ситаллы, стекловолокниты и др.): свойства, классификация, получение, применение.

2. Влияние легирующих элементов на структуру и свойства сталей (аустенитные, ферритные и карбидообразующие элементы, их распределение по фазам, влияние на характер превращений и др.).

3. Изготовление изделий из полимеров и пластических масс (технологические свойства пластмасс, прямое и литьевое прессование, литье под давлением, экструзия и др.). Особенности обработки пластмасс резанием.

4. Табличным методом определите общий припуск под обработку наружной цилиндрической поверхности детали (чертеж прилагается) и выберите сортament горячекатаного проката для изготовления заготовки.

Вариант 26

1. Материалы для металлорежущего и измерительного инструмента (углеродистые и легированные инструментальные, быстрорежущие, твердые сплавы и др.). Методы формообразования и обеспечения высоких эксплуатационных характеристик инструментальных материалов.

2. Для изготовления шасси и лицевых панелей электронных приборов применяется сплав АМгЗ. Укажите его состав, назначение легирующих элементов и основные физико-химические свойства. Каким методом проводится его упрочнение?

3. Методы изготовления изделий из спеченных материалов (керамическая технология и порошковая металлургия).

4. Виды и конструктивное исполнение станочных приспособлений для установки и закрепления заготовок на станках токарной группы. Предложите приспособление для быстрой и точной установки заданной детали (чертеж прилагается).

Вариант 27

1. Легкие высокопрочные сплавы на основе магния и титана. Композиционные и порошковые материалы. Методы получения, структура, влияние легирования и термообработки на свойства, классификация, применение.

2. Назначьте режим термической обработки (температуру закалки, охлаждающую среду и температуру отпуска) пружин из стали 70. Опишите превращения, которые происходят, микроструктуру и свойства стали после ТО.

3. Электрофизические методы обработки: электроэрозионная, лазерная, электронно-лучевая.

4. Расчетно-аналитическим методом определить общий припуск под обработку наружной цилиндрической поверхности детали (чертеж прилагается) и выбрать сортамент горячекатаного проката для изготовления заготовки.

Вариант 28

1. Коррозионностойкость – основная химическая характеристика материалов РЭС. Классификация коррозии (по механизму, виду разрушения, среде). Методы повышения коррозионностойкости.

2. Для изготовления ответственных деталей РЭС выбран сплав В95Т1. Укажите состав и основные физико-химические свойства, механизм и технологию упрочнения сплава.

3. Электрофизико-химические методы обработки: ультразвуковая, плазменная, анодная и катодная электрохимические.

4. Разработать технологический маршрут изготовления детали (чертеж прилагается) из сплава Д16Т методом глубокой многооперационной вытяжки. По коэффициенту формоизменения рассчитайте количество вытяжных операций.

Вариант 29

1. Технологические свойства и технологические испытания материалов (на обрабатываемость резанием, давлением, литьем, свариваемость, паяемость, адгезию и др.).

2. Каким методом можно восстановить пластичность холоднокатаных медных лент? Назначьте режим ТО и опишите процессы, которые при этом происходят.

3. Технология изготовления типовых точных деталей РЭС типа валов, осей, втулок и многоосных деталей.

4. Приведите типовые схемы базирования деталей корпусного типа и методику расчета погрешностей их базирования и закрепления в универсальных фрезерных приспособлениях.

Вариант 30

1. Влияние степени переохлаждения и скорости охлаждения на строение закристаллизованного металла. Транскристаллизация и дендритный рост, их влияние на свойства слитка.

2. Для деталей, работающих в контакте с сильными кислотами, выбрана сталь 14X17H2. Укажите состав, структуру и класс стали, назначение легирующих элементов. Какая термообработка повышает эксплуатационные свойства этого класса сталей?

3. Технология изготовления деталей зубчатых и винтовых механизмов.

4. Виды и конструктивное исполнение форм для прямого прессования термопластов. Разработать технологический маршрут изготовления детали (чертеж прилагается) из аминопласта КФА2.

Вариант 31

1. Чугуны (белые, серые, ковкие, легированные и др.): классификация, структура, основные свойства, применение. Графитизация, отбеливание и другие методы управления структурой и свойствами чугунов.

2. Определение твердости по Роквеллу, Бринелю, Виккерсу и Шору. Алюминиевый сплав Д1 имеет твердость 118 НВ [кгс/мм²], бронза БрА7 – 180 НВ, а сталь 45 – 350 НВ. Чему равно их временное сопротивление σ_B [МПа]?

3. Технология изготовления магнитопроводов из магнитно-мягких сплавов, ферритов и магнитодиэлектриков.

4. Приведете методику выбора (расчета) режимов обработки резанием и назначьте режимы чернового, чистового и тонкого точения заданной поверхности (чертеж детали прилагается).

Вариант 32

1. Бронзы: свойства, классификация, применение. По диаграмме состояния медь–бериллий опишите превращения и взаимодействие компонентов, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы и объясните изменение свойств от состава и механизм дисперсионного твердения сплавов.

2. Газонаполненные пластмассы (пено-, поро- и сотопласты). Композиты на неметаллической матрице и армированные пластики.

3. Технология изготовления подложек и корпусов изделий интегральной электроники.

4. Виды технологических документов и общие правила их разработки. Состав технологической документации при маршрутном, операционном и маршрутно-операционном описании ТП.

Вариант 33

1. Классификация и свойства керамических конструкционных материалов. Применение плотной и пористой керамики. Особенности керамической технологии.

2. По диаграмме состояния железо–цементит опишите (с применением правила фаз) превращения в сплаве, содержащем 0,83 % С, в интервале температур 0 – 1600 °С, а также определите содержание углерода в фазах и их количественное соотношение при 750 и 680 °С.

3. Технология изготовления контактных и упругих элементов РЭС.

4. Кодирование технологических документов. Правила оформления маршрутной карты (на примере записи технологического маршрута изготовления заданной детали).

Учебное издание

ТЕХНОЛОГИЯ ДЕТАЛЕЙ И КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Методические указания и контрольные задания
для студентов специальности I-39 02 01
«Моделирование и компьютерное проектирование РЭС»
заочной формы обучения

Составитель:
Шахлевич Григорий Михайлович

Редактор Т.А. Лейко
Корректор Н.В. Гриневич

Подписано в печать 8.02.2006.
Гарнитура «Таймс».
Уч.-изд. л. 1,5.

Формат 60x84 1/16.
Печать ризографическая.
Тираж 125 экз.

Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 1,86.
Заказ 624.

Издатель и полиграфическое исполнение: Учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»
Лицензия на осуществление издательской деятельности №02330/0056964 от 01.04.2004.
Лицензия на осуществление полиграфической деятельности №02330/0131518 от 30.04.2004.
220013, Минск, П. Бровки, 6