

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Московский авиационный институт  
(национальный исследовательский университет)»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Козорез Д.А.  
“15” июня 2020

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (000148080)**

**Научные основы материаловедения**

*(указывается наименование дисциплины по учебному плану)*

Направление подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Квалификации выпускника Бакалавр

Профиль подготовки Материаловедение и технология новых материалов

Форма обучения очная  
(очно, очно-заочное, заочное)

Выпускающая кафедра ТАОМ

Обеспечивающая кафедра ТАОМ

Кафедра-разработчик рабочей программы ТАОМ

Семестр	З.Е.	Трудоемкость, час.	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	КСР, час.	СРС, час.	Экзаменов, час.	Форма промежуточ- ного контроля
5	3	108	30	12	12	0	54	0	Зо
6	4	144	16	6	8	0	78	36	Э
<b>Итого</b>	<b>7</b>	<b>252</b>	<b>46</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>132</b>	<b>36</b>	

Москва  
2020

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Разделы рабочей программы**

1. Цели освоения дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения.
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
3. Структура и содержание дисциплины.
4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.
6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.
8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.
9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

### **Приложения к рабочей программе дисциплины**

Приложение 1. Аннотация рабочей программы

Приложение 2. Прикрепленные файлы

Программа составлена в соответствии с требованиями СУОС НИУ МАИ, разработанного на основе ФГОС ВО по направлению 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

---

Авторы программы:

Драницин А.В.

---

Заведующий обеспечивающей кафедрой

---

ТАОМ

Программа одобрена:

Заведующий выпускающей кафедрой ТАОМ

Директор выпускающего филиала

---

---

# 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ.

Целью освоения дисциплины Научные основы материаловедения является достижение следующих результатов освоения(РО):

N	Шифр	Результат обучения
1	З-1(ПК-6)	Знать о возможном взаимодействии материалов и изделий с окружающей средой, полями, энергетическими частицами и излучением
2	З-2(ПК-11)	Знать области применения материалов и технологий для понимания значимости будущей профессии
3	У-1(ПК-6)	Уметь контролировать свойства материалов после их взаимодействия с окружающей средой, полями, энергетическими частицами и излучением.
4	У-1(ПК-11)	Уметь проводить выбор материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности
5	В-1(ПК-6)	Владеть современными представлениями о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, энергетическими частицами и излучением
6	В-2(ПК-11)	Владеть принципами выбора материалов для элементов конструкций и оборудования

Перечисленные РО являются основой для формирования следующих компетенций:

N	Шифр	Компетенция
1	ПК-6	Способность использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями
2	ПК-11	Способность применять знания об основных типах современных неорганических и органических материалов, принципах выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании высокотехнологичных процессов

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.

Дисциплина Научные основы материаловедения является предшествующей и последующей для следующих дисциплин:

N	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
1	Физическая химия	Итоговая гос. аттестация
2	Физическое металловедение	Экология
3	Общая химия 1 неорганическая химия	Материаловедение и технологии конструкционных материалов 1
4	Учебная практика 1	Материаловедение и технологии конструкционных материалов 2
5		Теплотехника и основы теплопередачи (Тепловые процессы и агрегаты)
6		Новые конструкционные и функциональные материалы (Материалы с особыми физико-химическими и физическими свойствами)

## 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных(ые) единиц(ы), 252 часа(ов).

Модуль	Раздел	Лекции	Практич.	Лаборат.	КСР	СРС	Всего	Всего с экзаменами
--------	--------	--------	----------	----------	-----	-----	-------	--------------------

			занятия	работы			часов	и курсовыми
НОМ 5 семестр	Классификация видов термической обработки	4	0	0	0	4	8	108
	Отжиг первого рода	4	2	0	0	4	10	
	Отжиг второго рода	2	0	12	0	16	30	
	Закалка	4	10	0	0	10	24	
	Старение и отпуск	4	0	0	0	4	8	
	Термомеханическая обработка	2	0	0	0	4	6	
	Химико-термическая обработка	2	0	0	0	4	6	
	Железоуглеродистые сплавы	8	0	0	0	8	16	
НОМ 6 семестр	Легированные стали	4	0	0	0	4	8	144
	Конструкционные стали	4	0	8	0	14	26	
	Инструментальные стали	2	2	0	0	8	12	
	Жаростойкие и жаропрочные стали	2	2	0	0	6	10	
	Коррозионностойкие (нержавеющие) стали	2	2	0	0	6	10	
	Износостойкие стали	2	0	0	0	4	6	
<b>Всего</b>		<b>46</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>96</b>	<b>180</b>	<b>252</b>

### 3.1.Содержание (дидактика) дисциплины

*В разделе приводится полный перечень дидактических единиц, подлежащих усвоению при изучении данной дисциплины.*

- 1. Классификация видов термической обработки по А.А. Бочвару. Классификация видов термической обработки, принятая в РФ.
- 2. Гомогенизационный отжиг. Изменения структуры и свойств литых и деформированных сплавов при гомогенизационном отжиге.
- 3. Дорекристаллизационный отжиг (отдых, полигонизация). Изменение свойств при дорекристаллизационном отжиге.
- 4. Рекристаллизационный отжиг. Первичная, собирательная и вторичная рекристаллизация. Изменение свойств при рекристаллизационном отжиге.
- 5. Термодинамика фазовых превращений. Гомогенное и гетерогенное зарождение фаз. Кинетика фазовых превращений.

- 6. Отжиг сталей. Образование аустенита при нагреве. Наследственное и действительное зерно аустенита.
- 7. Диффузионное превращение аустенита. Перлитное превращение, Превращение аустенита в доэвтектоидных и заэвтектоидных сталях.
- 8. Разновидности отжига сталей. Полный и неполный отжиг. Изотермический отжиг. Нормализация.
- 9. Закалка без полиморфного превращения. Нагрев и охлаждение при закалке без полиморфного превращения.
- 10. Закалка с полиморфным превращением. Механизм и кинетика мартенситного превращения. Изменение свойств сплавов при закалке на мартенсит.
- 11. Бейнитное превращение. Механизм бейнитного превращения.
- 12. Прокаливаемость сталей. Нагрев и охлаждение при закалке сталей. Обработка холодом.
- 13. Старение. Стадии распада пересыщенного твердого раствора при старении, Влияние режимов старения на механические свойства сплавов.
- 14. Отпуск. Структурные изменения при отпуске сталей. Влияние режима отпуска на механические свойства сталей. Необратимая и обратимая отпускная хрупкость.
- 15. Изменение структуры металла при горячей обработке давлением. Динамический рекристаллизация. Структурные изменения по окончании горячей деформации.
- 16. Виды химико-термической обработки сталей. Цементация. Азотирование. Цианирование и нитроцементация. Другие виды ХТО.
- 17. Классификация железоуглеродистых сплавов по составу и структуре. Влияние углерода и постоянных примесей на свойства углеродистых сталей.
- 18. Стали различных способов производства. Углеродистая сталь обыкновенного качества. Качественные углеродистые стали.
- 19. Чугун. Графитизация чугунов. Структура и свойства чугуна. Марки чугунов.
- 20. Влияние легирующих элементов и примесей на свойства железа. Влияние легирующих элементов на превращения в стали. Маркировка легированных сталей.
- 21. Влияние легирующих элементов и структуры на механические свойства стали. Термическая обработка конструкционных сталей.
- 22. Цементируемые стали. Улучшаемые стали. Высокопрочные стали. Строительные стали. Пружинные стали. Шарикоподшипниковые стали.
- 23. Классификация инструментальных сталей. Инструментальные стали пониженной и повышенной прокаливаемости. Быстрорежущие стали. Штамповые стали.
- 24. Жаростойкость. Жаростойкие стали и сплавы.
- 25. Жаропрочность. Влияние структуры и состава на жаропрочность. Перлитные, мартенситные и аустенитные жаропрочные стали.

- 26. Хромистые нержавеющие стали. Хромоникелевые нержавеющие стали. Кислотостойкие стали. Криогенные стали.

- 27. Износостойкость. Графитизированная сталь. Высокомарганцовистая сталь.

### 3.2. Лекции

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем, часов	Тема лекции	Дидакт. единицы
1	1.1. Классификация видов термической обработки	4	Классификация видов термической обработки	1
2	1.2. Отжиг первого рода	4	Отжиг первого рода	2, 3, 4
3	1.3. Отжиг второго рода	2	Отжиг второго рода	5, 6, 7, 8
4	1.4. Закалка	4	Закалка	9, 10, 11, 12
5	1.5. Старение и отпуск	4	Старение и отпуск	13, 14
6	1.6. Термомеханическая обработка	2	Термомеханическая обработка	15
7	1.7. Химико-термическая обработка	2	Химико-термическая обработка	16
8	1.8. Железоуглеродистые сплавы	8	Железоуглеродистые сплавы	17, 18, 19
9	2.1. Легированные стали	4	Легированные стали	20
10	2.2. Конструкционные стали	4	Конструкционные стали	21, 22
11	2.3. Инструментальные стали	2	Инструментальные стали	23
12	2.4. Жаростойкие и жаропрочные стали	2	Жаростойкие и жаропрочные стали	24, 25
13	2.5. Коррозионностойкие (нержавеющие) стали	2	Коррозионностойкие (нержавеющие) стали	26
14	2.6. Износостойкие стали	2	Износостойкие стали	27
<b>Итого:</b>		<b>46</b>		

### 3.3. Содержание лекций.

#### 1.1.1. Классификация видов термической обработки (АЗ: 4, СРС: 4)

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Классификация видов термической обработки по А.А. Бочвару. Классификация видов термической обработки, принятая в РФ.

#### 1.2.1. Отжиг первого рода (АЗ: 4, СРС: 4)

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Гомогенизационный отжиг. Изменение структуры сплавов при гомогенизационном отжиге. Основные структурные изменения. Изменение свойств сплавов при гомогенизационном отжиге. Литые сплавы. Деформированные сплавы. Рекристаллизационный и

дорекристаллизационный отжиг. Изменение структуры. Наклеп. Отдых. Полигонизация. Первичная рекристаллизация. Механизм зарождения центров рекристаллизации. Температура начала и конца рекристаллизации. Собирательная рекристаллизация. Вторичная рекристаллизация. Диаграммы рекристаллизации. Изменение свойств при дорекристаллизационном и рекристаллизационном отжиге. Отжиг, уменьшающий напряжения.

#### **1.3.1. Отжиг второго рода (АЗ: 2, СРС: 4)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Термодинамика фазовых превращений. Когерентные, полуккогерентные и некогерентные межфазные границы. Гомогенное и гетерогенное зарождение фаз. Кинетика фазовых превращений. Отжиг сталей. Образование аустенита при нагреве. Наследственное и действительное зерно аустенита. Диффузионные превращения аустенита. Перлитное превращение. Превращения аустенита в доэвтектоидных и заэвтектоидных сталях. Разновидности отжига сталей. Полный и неполный отжиг. Изотермический отжиг. Нормализация.

#### **1.4.1. Закалка (АЗ: 4, СРС: 4)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Закалка без полиморфного превращения. Нагрев и охлаждение при закалке без полиморфного превращения. Закалка с полиморфным превращением. Особенности мартенситного превращения в углеродистых сталях. Механизм мартенситного превращения. Кинетика мартенситного превращения. Термическая стабилизация аустенита. Изменение свойств сплавов при закалке на мартенсит. Бейнитное превращение. Механизм бейнитного превращения. Прокаливаемость сталей. Нагрев и охлаждение при закалке сталей. Обработка холодом.

#### **1.5.1. Старение и отпуск (АЗ: 4, СРС: 4)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Старение. Распад пересыщенного твердого раствора. Стадии распада при дисперсионном твердении. Зоны Гинье-Престона. Образование и коагуляция выделений. Изменение свойств сплавов при старении. Влияние времени и температуры старения на механические свойства сплавов. Влияние состава сплава на старение. Отпуск. Структурные изменения при отпуске сталей. Отпуск углеродистых сталей. Влияние легирующих элементов на отпуск сталей. Влияние режима отпуска на механические свойства углеродистых и легированных сталей. Вторичное твердение легированных сталей. Необратимая и обратимая отпускная хрупкость.

### **1.6.1. Термомеханическая обработка (АЗ: 2, СРС: 4)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Изменение структуры металла при горячей обработке давлением. Динамический возврат. Динамическая рекристаллизация. Структурные изменения по окончании горячей деформации.

### **1.7.1. Химико-термическая обработка (АЗ: 2, СРС: 4)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Образование однофазной диффузионной зоны. Образование многофазной диффузионной зоны. Методы химико-термической обработки. Виды химико-термической обработки сталей. Цементация. Азотирование. Цианирование и нитроцементация. Другие виды ХТО.

### **1.8.1. Железоуглеродистые сплавы (АЗ: 8, СРС: 8)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Классификация по составу и структуре. Углеродистые стали. Влияние углерода на свойства сталей. Влияние постоянных примесей на свойства сталей. Сталь различных способов производства. Углеродистая сталь общего назначения. Углеродистая сталь обыкновенного качества. Углеродистая качественная сталь. Нагартованная сталь. Листовая сталь для холодной штамповки. Автоматные стали. Чугун. Графитизация чугунов. Структура и свойства чугуна. Марки чугунов.

### **2.1.1. Легированные стали (АЗ: 4, СРС: 4)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Влияние легирующих элементов. Классификация примесей. Влияние элементов на полиморфизм железа. Распределение легирующих элементов в стали. Влияние легирующих элементов на свойства феррита. Карбидная фаза. Влияние легирующих элементов на превращения в стали. Классификация и маркировка легированных сталей.

### **2.2.1. Конструкционные стали (АЗ: 4, СРС: 6)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция



**Описание:** Влияние легирующих элементов и структуры на механические свойства стали. Термическая обработка конструкционных сталей. Цементируемые стали. Улучшаемые стали. Высокопрочные стали. Свариваемость стали. Строительная сталь. Пружинная сталь. Шарикоподшипниковая сталь.

#### **2.3.1. Инструментальные стали (АЗ: 2, СРС: 4)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Классификация инструментальных сталей. Инструментальные стали пониженной прокаливаемости. Инструментальные стали повышенной прокаливаемости. Быстрорежущие стали. Штамповые стали. Твердые сплавы.

#### **2.4.1. Жаростойкие и жаропрочные стали (АЗ: 2, СРС: 4)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Жаростойкость. Жаростойкие сплавы. Жаропрочность. Влияние структуры и состава на жаропрочность. Классификация жаропрочных материалов. Перлитные, мартенситные и аустенитные жаропрочные стали.

#### **2.5.1. Коррозионностойкие (нержавеющие) стали (АЗ: 2, СРС: 4)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Хромистые нержавеющие стали. Хромоникелевые нержавеющие стали. Кислотостойкие стали. Криогенные стали.

#### **2.6.1. Износостойкие стали (АЗ: 2, СРС: 4)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Износостойкость. Графитизированная сталь. Высокомарганцовистая сталь.

### **3.4. Практические занятия**

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем, часов	Тема практического занятия	Дидакт. единицы
1	1.2.Отжиг первого рода	2	Анализ режимов гомогенизационного отжига слитков из алюминиевых сплавов	1, 2
2	1.4.Закалка	4	Анализ режимов закалки и старения алюминиевых сплавов	9, 13

3	1.4.Закалка	6	Анализ режимов закалки и отпуска конструкционных сталей	10, 12, 14
4	2.3.Инструментальные стали	2	Выбор марки стали для изготовления конкретного инструмента..	10, 12, 14, 16, 18, 20, 23
5	2.4.Жаростойкие и жаропрочные стали	2	Выбор марки жаростойкой или жаропрочной стали для изготовления конкретной детали.	9, 10, 12, 14, 20, 24, 25
6	2.5.Коррозионноостойкие (нержавеющие) стали	2	Выбор марки коррозионностойкой (нержавеющей) стали для изготовления конкретной детали.	8, 10, 12, 14, 20, 26
<b>Итого:</b>		<b>18</b>		

### 3.5.Содержание практических занятий

**1.2.1. Анализ режимов гомогенизационного отжига слитков из алюминиевых сплавов (АЗ: 2, СРС: 0)**

**Форма организации:** Практическое занятие

**1.4.1. Анализ режимов закалки и старения алюминиевых сплавов (АЗ: 4, СРС: 2)**

**Форма организации:** Практическое занятие

**1.4.2. Анализ режимов закалки и отпуска конструкционных сталей (АЗ: 6, СРС: 4)**

**Форма организации:** Практическое занятие

**2.3.1. Выбор марки стали для изготовления конкретного инструмента.. (АЗ: 2, СРС: 4)**

**Форма организации:** Практическое занятие

**2.4.1. Выбор марки жаростойкой или жаропрочной стали для изготовления конкретной детали. (АЗ: 2, СРС: 2)**

**Форма организации:** Практическое занятие

**2.5.1. Выбор марки коррозионностойкой (нержавеющей) стали для изготовления конкретной детали. (АЗ: 2, СРС: 2)**

**Форма организации:** Практическое занятие

### 3.6.Лабораторные работы

№ п/п	Раздел дисциплины	Наименование лабораторной работы	Наименование лаборатории	Объем, часов	Дидакт. единицы
1	1.3.Отжиг второго рода	Кинетика роста зерна аустенита.	Материаловедение и термическая обработка	12	5, 6
2	2.2.Конструкционные стали	Прокаливаемость стали.	Материаловедение и термическая обработка	4	10, 12
3	2.2.Конструкционные стали	Закалка и отпуск углеродистых сталей.	Материаловедение и термическая обработка	4	10, 12, 14
<b>Итого:</b>				<b>20</b>	

### **3.7.Содержание лабораторных работ**

#### **1.3.1. Кинетика роста зерна аустенита. (АЗ: 12, СРС: 12)**

**Форма организации:** Лабораторная работа

#### **2.2.1. Прокаливаемость стали. (АЗ: 4, СРС: 4)**

**Форма организации:** Лабораторная работа

#### **2.2.2. Закалка и отпуск углеродистых сталей. (АЗ: 4, СРС: 4)**

**Форма организации:** Лабораторная работа

### **3.8.Контроль самостоятельной работы (КСР)**

<b>№ п/п</b>	<b>Раздел дисциплины</b>	<b>Объем, часов</b>	<b>Тема КСР</b>
<b>Итого:</b>			

### **3.9.Содержание КСР**

#### **3.10.Курсовые работы и проекты по дисциплине**

##### **2.1. Рациональный выбор марки конструкционной и инструментальной стали в зависимости от условий работы изделия**

**Тематика:** Железоуглеродистые сплавы.

Легированные стали.

Конструкционные стали.

Инструментальные стали.

Жаростойкие и жаропрочные стали.

Коррозионностойкие (нержавеющие) стали.

Износостойкие стали.

**Трудоёмкость(СРС): 36**

**Прикрепленные файлы:** Рациональный выбор марки конструкционной и инструментальной стали в зависимости от условий работы изделия .doc

**Типовые варианты:**

#### **3.11.Промежуточная аттестация**

**1.**

**Прикрепленные файлы:** Зачет с оценкой (5 семестр).doc

**2.**

**Прикрепленные файлы:** Экзамен (6 семестр).doc

#### **4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Основная и дополнительная литература по дисциплине
2. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».
3. Ресурсы научно-технической библиотеки МАИ.
4. Информационные стенды кафедры.

#### **5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Описание показателей, критерии оценивания компетенций и описание шкал оценивания осуществляются в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценки результатов обучения студентов по дисциплине (Приказ №42 от 04.04.2014 «Об утверждении положения «Рейтинг по дисциплине»).

Для оценивания интегрированных и практико-ориентированных заданий обучающихся используются следующие критерии по 100-балльной шкале:

1. Формулирование представленной информации в виде проблемы;
2. Предложение способа решения проблемы;
3. Обоснование способа решения проблемы;
4. Демонстрация способа решения проблемы.

Оценивание осуществляется по следующей шкале:

100-балльная шкала	Результат освоения
менее 40	Критерий не сформирован
41-70	Критерий четко не выражен
71-100	Критерий выражен четко

Для оценивания ситуационных заданий используется следующая шкала:

100-балльная шкала	Результат освоения
менее 30	обучающийся не может сформулировать проблему, представленную в задании
31-50	обучающийся формулирует поставленную задачу, у него сформированы изолированные знания и умения, однако отсутствуют интегрированные понятия и навыки, в результате чего допущены ошибки в решении и задание не выполнено
51-80	задание выполнено, обучающийся применяет знания для решения

	поставленной проблемы, однако не сформированы компетенции, вследствие чего обучающийся испытывает затруднения в демонстрации способов решения задачи
81-100	задание выполнено как в теоретическом, так и в практическом плане, обучающийся легко демонстрирует свою компетентность по данному вопросу

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения, включают в себя:

- вопросы к промежуточной аттестации.

Перечень компетенций и этапы их формирования приведены в следующей таблице:

N	Шифр	Компетенция	Этапы формирования компетенции
1	ПК-6	Способность использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями	Лекции: 1. Классификация видов термической обработки. 2. Отжиг первого рода. 3. Отжиг второго рода. 4. Закалка. 5. Старение и отпуск. 6. Термомеханическая обработка. 7. Химико-термическая обработка. 8. Легированные стали. 9. Конструкционные стали. 10. Инструментальные стали. 11. Жаростойкие и жаропрочные стали. 12. Коррозионностойкие (нержавеющие) стали. 13. Износостойкие стали. 14. Железоуглеродистые сплавы. Лабораторные работы: 1. Кинетика роста зерна аустенита.. 2. Прокаливаемость стали.. 3. Закалка и отпуск углеродистых сталей..
2	ПК-11	Способность применять знания об основных типах современных неорганических и органических материалов, принципах выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании высокотехнологичных процессов	Лекции: 1. Легированные стали. 2. Конструкционные стали. 3. Инструментальные стали. 4. Жаростойкие и жаропрочные стали. 5. Коррозионностойкие (нержавеющие) стали. 6. Износостойкие стали. 7. Железоуглеродистые сплавы. Лабораторные работы: 1. Прокаливаемость стали.. 2. Закалка и отпуск углеродистых сталей..

## Вопросы к промежуточной аттестации

### «Научные основы материаловедения»

#### 1. Зачет с оценкой (5 семестр)

Прикрепленные файлы: Зачет с оценкой (5 семестр).doc

#### 2. Экзамен (6 семестр)

Прикрепленные файлы: Экзамен (6 семестр).doc

## **6. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

а)основная литература:

1. Материаловедение и технология материалов: Учебник / Г.П. Фетисов, А.Г. Фаат. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. – 397 с.
2. Материаловедение в машиностроении: Учебное пособие для вузов / В.П. Дмитриенко, Н.Б. Мануйлова. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2017. – 432 с.
3. Материаловедение в машиностроении: учебник для бакалавров / А.М. Адаскин, Ю.Е. Седов, Ф.к. Онегина, в.Н. Климов. - М.: Издательство Юрайт, 2013. - 535 с.
4. Материаловедение: учебное пособие для вузов / В.В. Плошкин. - М.: Издательство Юрайт, 2013. - 463 с.

б)дополнительная литература:

1. Новиков И.И. Теория термической обработки металлов. М.: Металлургия, 1987. - 400 с.
2. Физическое материаловедение: учеб.пособ./ Колачев Б.А., Ильин А.А., Егорова Ю.Б. - М.: ИЦ МАТИ, 2007. – 458 с.
3. Справочное учебное пособие к выполнению курсовых работ по материаловедению и технологии термической обработки сталей и сплавов (База данных)/В.В. Шевченко, И.Д.Низкин. - М.: МАТИ, 2011.
4. Драницин А.В. Рациональный выбор марки конструкционной и инструментальной стали в зависимости от условий работы изделия (Методические указания к выполнению курсовой работы). - М.: МАТИ, 2015. - 33 с.
5. Теория термической обработки. Лабораторный практикум /В.В. Шевченко, И.Д. Низкин, С.С. Пименов. - М.: МАТИ, 2012. - 73 с.
6. Анализ режимов гомогенизационного отжига слитков из алюминиевых сплавов (методические указания к практическому занятию). - М.: МАИ, 2017. - 20 с.

## **7. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для обеспечения образовательного процесса по дисциплине обучающимся предоставляется возможность круглосуточного дистанционного индивидуального доступа к электронным библиотечным системам из любой точки, в которой имеется доступ к сети «Интернет».

Наименование ресурса	Интернет-ссылка на ресурс
----------------------	---------------------------

<b>"ZNANIUM.COM"</b>	
Электронная библиотечная система "ZNANIUM.COM".	<a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a>
<b>ООО "Издательство Лань"</b>	
Электронная библиотечная система ООО "Издательство Лань".	<a href="http://e.lanbook.com">e.lanbook.com</a>
<b>ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ"</b>	
Электронная библиотечная система ЮРАЙТ. ЭБС "Легендарные книги"	<a href="http://biblio-online.ru">http://biblio-online.ru</a> , <a href="https://biblio-online.ru/catalog/legendary">https://biblio-online.ru/catalog/legendary</a>
<b>Электронная библиотека МАИ</b>	
Электронная библиотека МАИ (собственность МАИ).	<a href="http://elibrary.mai.ru/MegaPro2/Web">http://elibrary.mai.ru/MegaPro2/Web</a>
<b>Электронная библиотека Консорциума аэрокосмических вузов России</b>	
Электронная библиотека Консорциума аэрокосмических вузов России.	<a href="http://elsau.ru">http://elsau.ru</a>
<b>Библиотека РФФИ</b>	
Библиотека РФФИ	<a href="http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library">http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library</a>
<b>Единое окно доступа к образовательным ресурсам</b>	
Единое окно доступа к образовательным ресурсам	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
<b>Polpred.com</b>	
Polpred.com. Обзор СМИ	<a href="http://polpred.com">http://polpred.com</a>
<b>ООО "РУНЭБ"</b>	
Электронная библиотечная система eLIBRARY.	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
<b>ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукопт"</b>	
ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукопт".	<a href="http://text.rucont.ru">http://text.rucont.ru</a>
<b>ООО "ИВИС"</b>	
ООО "ИВИС".	<a href="http://ivis.ru">http://ivis.ru</a>
<b>ООО "Интегратор авторского права"</b>	
ООО "Интегратор авторского права" IQlib.	<a href="http://www.iqlib.ru/">http://www.iqlib.ru/</a>
<b>ФГБУ "РГБ"</b>	
Электронная библиотека диссертаций РГБ.	<a href="http://dvs.rsl.ru">http://dvs.rsl.ru</a>
Национальная электронная библиотека (НЭБ).	<a href="http://нэб.рф">http://нэб.рф</a>
<b>НП НЭИКОН</b>	
Некоммерческое партнерство "Национальный Электронно-Информационный Консорциум".	<a href="http://archive.neicon.ru">http://archive.neicon.ru</a>
Научные полнотекстовые ресурсы издательства Springer (архив).	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>
Научные полнотекстовые журналы издательства Taylor&Francis Group (архив).	<a href="http://www.tandfonline.com/">http://www.tandfonline.com/</a>
База данных GreenFile компании EBSCO.	<a href="http://www.greeninfoonline.com.">http://www.greeninfoonline.com.</a>
<b>Внешнеэкономическое объединение "Академинторг"</b>	

American Physical Society American Mathematical Society	<a href="http://publish.aps.org/">http://publish.aps.org/</a> <a href="http://www.ams.org/mathscinet/index.html">http://www.ams.org/mathscinet/index.html</a>
<b>ФГБУ "ГПНТБ России"</b>	
База данных Web of Science (правообладатель - Thomson Reuters, с 03.10.2016 г. - Clarivate Analytics).	<a href="http://www.webofscience.com">www.webofscience.com</a>
База данных Scopus издательства Elsevier.	<a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a>
Springer Customer Service Center GmbH в научных и образовательных целях. Springer Nature	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a> <a href="http://www.nature.com/">http://www.nature.com/</a>
База данных компании EBSCO Publishing: БД CASC. БД <a href="http://www.mathscinet.org/">MathSciNet via EBSCOhost</a> .	<a href="http://search.ebscohost.com">http://search.ebscohost.com</a>
Научные полнотекстовые журналы и книги издательства Elsevier.	<a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a> <a href="http://www.elsevierscience.ru/products/science-direct">http://www.elsevierscience.ru/products/science-direct</a>
<b>РФФИ</b>	
Научные полнотекстовые англоязычные журналы American Chemical Society.	<a href="http://pubs.acs.org">http://pubs.acs.org</a> .

## 8.МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Эффективным способом развития творческих способностей студентов при изучении дисциплины является самостоятельная работа, которая нацелена на проработку студентами материала прошедших контактных занятий и подготовку к предстоящим занятиям.

Самостоятельная работа студентов проводится ими в соответствии с собственными возможностями. Можно, однако, рекомендовать групповое изучение материалов, обеспечивающее совместную работу нескольких студентов, что положительно влияет на качество проработки программы курса.

В то же время высокая степень усвоения изучаемой дисциплины достигается при постоянной работе студентов над текущим материалом. В этой связи желательна проработка лекционного материала в день его прочтения, что позволяет, во-первых, оперативно (на следующей лекции) снимать возникающие вопросы и, во-вторых, создавать багаж знаний по дисциплине задолго до промежуточной аттестации.

При подготовке к практическим занятиям также необходима проработка лекционного материала. Это позволит осознанно работать с предлагаемым материалом преподавателем на практическом занятии, а, следовательно, закладывать базу методик и приемов при решении практических задач.

При изучении материала необходимо делать акцент не на зазубривании материала, а на понимании его физической сути, что развивает мышление и позволяет понять методологию изучаемой дисциплины.

## 9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Дисциплина ориентирована на применение компьютерной техники, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», электронной библиотеки МАИ для поиска, сбора, хранения, обработки и представления информации.



Программное обеспечение, Интернет-ресурсы, электронные библиотечные системы:  
Microsoft Windows, Microsoft Office, Kaspersky Security

## **10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Лекционные занятия
  - 1.1. Комплект электронных презентаций/слайдов.
  - 1.2. Раздаточный материал.
  - 1.3. Аудитория кафедры ТАОМ, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук)
2. Лабораторные работы
  - 2.1. Лаборатория "Материаловедение и термическая обработка", оснащенная металлографическими микроскопами.
  - 2.2. Лаборатория "Материаловедение и термическая обработка", оснащенная лабораторными печами, твердомерами, зачистным оборудованием.
3. Практические занятия
  - 3.1. Компьютерный класс кафедры ТАОМ.
  - 3.2. Презентационная техника (проектор, экран, компьютер/ноутбук).
  - 3.3. Пакеты ПО общего назначения (текстовый редактор Word, графический редактор Excel, программа для создания презентаций Power Point).

### **Аннотация рабочей программы**

Дисциплина Научные основы материаловедения является частью Блока 1 Дисциплины дисциплин подготовки студентов по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов. Дисциплина реализуется на Ступино факультете «Московский авиационного института (национального исследовательского университета)» кафедрой (кафедрами) ТАОМ.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций: ПК-6 ,ПК-11.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с: теорией термической обработки полуфабрикатов и деталей из различных сплавов, марок сталей, чугунов, термомеханической и химико-термической обработки сталей, эксплуатационными и технологическими свойствами современных марок углеродистых и легированных сталей, применяемых для изготовления деталей машин, приборов, инженерных конструкций и инструментов, а также методологией рационального выбора марки конструкционной и инструментальной стали для изготовления изделия конкретного назначения в термически обработанном состоянии.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: Лекция, Практическое занятие, Лабораторная работа.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: промежуточная аттестация в форме Зачет с оценкой (5 семестр) ,Экзамен (6 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (46 часов), практические (18 часов), лабораторные (20 часов) занятия и (132 часов) самостоятельной работы студента. Целью освоения дисциплины является подготовка специалистов, способных на современном уровне разрабатывать, исследовать, модифицировать и использовать (осуществлять переработку, обработку, эксплуатацию) современных сплавов, углеродистых и легированных сталей, чугунов для различных областей техники и технологии, включая машиностроение и приборостроение, авиационную и ракетно-космическую технику, nanoиндустрию, медицинскую технику, управлять процессами формирования их структуры и свойств, овладение студентами знаний и умений в построении современных и экономических технологических процессов термической обработки деталей и полуфабрикатов из различных сплавов и марок сталей.

Поставленная цель достигается решением соответствующих задач в рамках теоретического изучения курса, выполнения студентами лабораторных и практических работ, курсовой работы, а также самостоятельной работы студентов с использованием методических разработок и контроля выполнения работ преподавателем.

**Прикрепленные файлы**

**Зачет с оценкой (5 семестр).doc**

**Промежуточная аттестация №1**

**Зачет (5 семестр)**

**Семестр: 5**

**Вид контроля: Зч**

**Вопросы:**

1. В чем причина фазовых превращений, протекающих при нагреве или охлаждении стали?
2. Какая критическая точка соответствует перлитному превращению?
3. В чем различие между наследственно мелко- и наследственно крупнозернистыми сталями?
4. Что такое перегрев, пережог?
5. Каковы особенности перлитного превращения в стали, что такое сорбит, троостит?
6. Что такое мартенсит, какова его решетка, особенности мартенситного превращения?
7. От чего зависят свойства мартенсита и отношение  $s/a$ ?
8. Что такое критическая скорость охлаждения?
9. Что такое бейнит, типы бейнитной структуры?
10. Какие процессы протекают при отпуске закаленной стали?
11. Как влияет температура отпуска на механические свойства стали?
12. Какие структурные изменения протекают при отпуске стали?
13. Почему охлаждение стали со скоростью меньшей критической дает пониженную твердость стали?
14. Диаграмма изотермического распада аустенита.
15. Что такое остаточный аустенит?
16. Как влияют легирующие элементы на фазовые превращения при нагреве и охлаждении стали?
17. Что такое термическая обработка, какими параметрами можно ее охарактеризовать (режим термической обработки)?
18. Что такое отжиг I рода, с какой целью проводится эта обработка?
19. Что такое отжиг II рода, цель этой обработки, для каких материалов может быть проведен отжиг II рода?
20. Какое влияние оказывает отжиг на пластичность и вязкость стали?
21. Как изменяется структура стали после полного и неполного отжига?
22. Какой отжиг применяется для доэвтектоидных сталей?
23. С какой целью проводится изотермический отжиг, чем отличается структура стали У8 после обычного и изотермического отжига?
24. Что такое нормализация, и в каких случаях можно рекомендовать этот вид обработки?
25. В чем отличие структуры стали 45 после отжига и нормализации, как это различие влияет на свойства?
26. Установите температуры нагрева под полный отжиг и нормализацию для сталей 40, У12, У8.

27. Что такое закалка стали, и с какой целью она проводится?
28. Что такое закаливаемость стали, от чего зависит закаливаемость?
29. Что такое полная и неполная закалка? Для каких целей проводятся эти виды закалки?
30. С какой скоростью надо охлаждать изделия при закалке? Что можно использовать в виде охлаждающей среды?
31. Что такое прокаливаемость стали и от чего она зависит? Характеристики прокаливаемости.
32. Какие виды (способы) закалки вы знаете, с какой целью их применяют на практике?
33. В чем отличие изотермической и ступенчатой закалки. Каковы преимущества каждого вида обработки?
34. Что такое остаточные напряжения при термической обработке, какие виды напряжений вы знаете?
35. Что называется отпуском, цель этого вида обработки?
36. Какие виды отпуска вы знаете?
37. Какая структура отпущенной стали обеспечивает получение максимальной пластичности и вязкости в сочетании с хорошей прочностью?
38. Что такое улучшение?
39. Чем отличается структура сорбита отпуска от сорбита, полученного при нормализации, как это отличие влияет на свойства?
40. Что такое закалка без полиморфного превращения, для чего проводят этот вид обработки?
41. Как выбрать температуру нагрева под закалку без полиморфного превращения?
42. Что такое старение сплавов?
43. Что такое зоны Гинье-Престона и как их появление влияет на механические свойства?
44. Что такое естественное и искусственное старение?
45. Как провести закалку поверхностного слоя изделия?
46. Какие стали можно закалить током высокой частоты (ТВЧ)?
47. Чем регулируется глубина закаленного слоя при закалке ТВЧ?
48. Какие особенности закалки при нагреве лазером?
49. Для чего применяют закалку при нагреве лазером?
50. Для чего применяется газопламенная закалка? Достоинства и недостатки процесса.
51. Что такое термомеханическая обработка?
52. Что такое ВТМО, почему свойства стали после этой обработки выше, чем после закалки?
53. Что такое НТМО, для чего применяют этот процесс? Каковы технологические трудности проведения этого процесса?
54. Что такое химико-термическая обработка и для чего она проводится? Виды химико-термической обработки (ХТО).
55. Какие основные процессы протекают при проведении ХТО?
56. От чего зависит глубина образующегося диффузионного слоя?
57. Что называется цементацией, какие виды цементации вы знаете?
58. Какую термическую обработку проводят после цементации и зачем?
59. Что такое азотирование стали? Какие цели преследуют, подвергая сталь этой обработке?
60. Что такое цианирование и нитроцементация, чем отличаются эти обработки?
61. Какие виды диффузионного насыщения металлами вы знаете, для чего проводят эти процессы?
62. Какие виды азотирования вы знаете, в чем их преимущества перед обычным процессом?

## Промежуточная аттестация №2

Экзамен (6 семестр)

**Семестр: 6**

**Вид контроля: Э**

**Вопросы:**

1. Классификация сталей.
2. Влияние углерода и постоянных примесей на свойства стали.
3. Углеродистые конструкционные стали обыкновенного качества.
4. Углеродистые конструкционные качественные стали.
5. Общая характеристика чугунов. Белый чугун.
6. Общая характеристика чугунов. Серый чугун.
7. Общая характеристика чугунов. Высокопрочный чугун.
8. Общая характеристика чугунов. Ковкий чугун.
9. Особенности взаимодействия легирующих компонентов с железом.
10. Особенности взаимодействия легирующих компонентов с углеродом.
11. Влияние легирующих компонентов на превращения, структуру и свойства сталей.
12. Легированные конструкционные стали. Основное назначение легирующих компонентов в конструкционных сталях.
13. Цементуемые (нитроцементуемые) легированные стали.
14. Улучшаемые легированные стали.
15. Высокопрочные легированные стали.
16. Рессорно-пружинные легированные стали.
17. Шарикоподшипниковые стали.
18. Износостойкие стали.
19. Строительные низколегированные стали.
20. Углеродистые инструментальные стали.
21. Легированные инструментальные стали для режущего инструмента (нетеплостойкие и полутеплостойкие).
22. Быстрорежущие стали.
23. Штамповые стали.
24. Жаростойкие стали.
25. Характеристики жаропрочности металлических материалов.
26. Перлитные и мартенситные жаропрочные стали.
27. Влияние состава и структуры на жаропрочность стали.
28. Аустенитные жаропрочные стали.
29. Хромистые коррозионностойкие стали.
30. Хромоникелевые коррозионностойкие стали.
31. Криогенные стали.

**Рациональный выбор марки конструкционной и инструментальной стали в зависимости от условий работы изделия .doc**

**Блок №2 НОМ 6 семестр**

**Курсовая работа(проект) №1 Рациональный выбор марки конструкционной и инструментальной стали в зависимости от условий работы изделия**

**Трудоемкость(объем часов): 36**

**Тематика:** Железоуглеродистые сплавы.

Легированные стали.

Конструкционные стали.

Инструментальные стали.

Жаростойкие и жаропрочные стали.

Коррозионностойкие (нержавеющие) стали.

Износостойкие стали.

**Типовые варианты:**

**Задание № 1:**

**Выбор марки стали и вида ее обработки для типовых деталей машин**

**Вариант 1**

Предприятию необходимо изготовить стальной вал двигателя диаметром 70 мм для работы с большими нагрузками. Сталь должна иметь  $\sigma_{0,2} \geq 750$  МПа, предел выносливости  $\sigma_{-1} \geq 400$  МПа и ударную вязкость  $KCU \geq 90$  Дж/см<sup>2</sup>. Какую сталь следует применить для изготовления вала? Привести характеристику микроструктуры выбранной стали после окончательной термической обработки.

**Вариант 2**

Выбрать марку стали для распределительного вала диаметром 40 мм при условии  $\sigma_{0,2} \geq 500$  МПа,  $\delta \geq 20$  %, твердость поверхности кулачков  $HRC \geq 50$ . Привести характеристику микроструктуры выбранной стали после окончательной термической обработки.

**Вариант 3**

Выбрать марку стали для изготовления вала диаметром 50 мм, который должен иметь  $\sigma_B \geq 500$  МПа,  $\psi \geq 30$  %. Привести характеристику микроструктуры выбранной стали после окончательной термической обработки.

**Вариант 4**

Выбрать марку стали для шестерен толщиной зуба 12 мм при условии, что твердость зубьев шестерни  $HRC \geq 50$ , по сечению ножки зуба  $\sigma_{0,2} \geq 600$  МПа,  $KCU \geq 50$  Дж/см<sup>2</sup>. Привести характеристику микроструктуры выбранной стали после окончательной термической обработки.

### **Вариант 5**

Выбрать марку стали и режим термической обработки для изготовления шатунов сечением 15×60 мм при условии, чтобы свойства их были в пределах:  $\sigma_B \geq 1000$  МПа,  $\sigma_{0,2} \geq 700$  МПа,  $\delta \geq 10$  %, KCU  $\geq 60$  Дж/см<sup>2</sup>. Привести характеристику микроструктуры выбранной стали после окончательной термической обработки.

### **Вариант 6**

Выбрать марку стали и режим термической обработки для изготовления валов диаметром 70 мм при условии, что  $\sigma_{0,2} \geq 800$  МПа, KCU  $\geq 70$  Дж/см<sup>2</sup>. Привести характеристику микроструктуры выбранной стали после окончательной термической обработки.

### **Вариант 7**

Выбрать марку стали и режим термической обработки для изготовления турбинного вала диаметром 300 мм, чтобы  $\sigma_{0,2} \geq 700$  МПа,  $\delta \geq 10$  %, KCU  $\geq 50$  Дж/см<sup>2</sup>. Привести характеристику микроструктуры выбранной стали после окончательной термической обработки.

### **Вариант 8**

Предприятие изготавливает валы стартеров двигателей сечением 25 мм из стали 40ХНР. Требуемые механические свойства этих деталей:  $\sigma_B \geq 900$  МПа,  $\delta \geq 10$  %, KCU  $\geq 60$  Дж/см<sup>2</sup>. Какую сталь можно использовать в качестве заменителя хромоникелевой стали, и какую следует рекомендовать термическую обработку валов из этой стали? Привести характеристику микроструктуры выбранной стали после окончательной термической обработки.

### **Вариант 9**

Какую сталь следует использовать для изготовления кулачковых валиков диаметром 25 мм? От этих деталей требуется HRC  $\geq 50$ ,  $\sigma_{0,2} \geq 400$  МПа, KCU  $\geq 40$  Дж/см<sup>2</sup>. Какая термическая обработка обеспечит получение необходимых свойств? Привести характеристику микроструктуры выбранной стали после окончательной термической обработки.

### **Вариант 10**

Выбрать марку стали для поршневых пальцев диаметром 30 мм двигателей внутреннего сгорания при условии, чтобы  $\sigma_{0,2} \geq 400$  МПа, KCU  $\geq 50$  Дж/см<sup>2</sup>, HRC = 60...62. Привести характеристику микроструктуры выбранной стали после окончательной термической обработки.

### **Вариант 11**

Предприятие должно изготовить три вала двигателей. Они должны иметь  $\sigma_B \geq 700$  МПа. Однако первый вал имеет диаметр 35 мм, второй 50 мм и третий 120 мм. Выбрать сталь для изготовления валов, обосновать сделанный выбор, рекомендовать режим термической обработки и указать микроструктуру в готовом вале.

### **Вариант 12**

Предприятию необходимо изготовить зубчатые колеса сложной формы диаметром 50 мм и высотой 100 мм. Они должны иметь твердость на поверхности не ниже 58...60 HRC, а в сердцевине  $\sigma_B \geq 400$  МПа и KCU  $\geq 50$ ...60 Дж/см<sup>2</sup>. Выбрать сталь и рекомендовать режим термической обработки после цементации для получения заданных свойств и предупреждения брака по деформации зубчатых колес при закалке. Указать микроструктуру стали в сердцевине

и поверхностном слое после окончательной обработки и причины, вызывающие деформацию при закалке.

### **Вариант 13**

Станкостроительный завод изготавливает шпиндели токарных станков. Шпиндели работают с большой скоростью в условиях повышенного износа. Поэтому их твердость в поверхностном слое должна быть 58...62 HRC. Выбрать сталь для шпинделей диаметром 40 и 75 мм. Привести состав и марку выбранной стали и рекомендовать режим обработки, обеспечивающий получение заданной твердости в поверхностном слое в условиях скоростной термической обработки. Указать микроструктуру стали в поверхностных слоях и в сердцевине шпинделя, механические свойства сердцевины после окончательной термической обработки.

### **Вариант 14**

Какую сталь и режим термической обработки следует использовать для изготовления храповиков, чтобы твердость этих деталей была 45...50 HRC. Привести характеристику микроструктуры выбранной стали после окончательной термической обработки.

### **Вариант 15**

Рессоры трехтонного грузового автомобиля изготавливаются из листов стали 60С2 толщиной 10 мм, которые после закалки и отпуска должны получить высокую прочность по всему сечению. Для автомобиля большей грузоподъемности рессоры должны быть толщиной 20 мм, и тогда в стали 60С2 уже нельзя обеспечить равномерного упрочнения по всему сечению. Выбрать марку стали для подобных рессор и режим их термической обработки, позволяющий получить высокую прочность по всему сечению.

## **Задание № 2:**

### **Выбор марки стали и вида ее обработки для типовых инструментов**

#### **Вариант 1**

Получение заготовок горячей деформацией является производительным способом обработки. Выбрать марку стали для изготовления крупного молотового штампа размерами 500×400×400 мм. Рекомендовать режим термической обработки штампа и указать микроструктуру и механические свойства после окончательной термической обработки. Объяснить, почему подобные штампы не следует изготавливать из углеродистой стали.

#### **Вариант 2**

Стальные стаканы цилиндров двигателей внутреннего сгорания изготавливают штамповкой в горячем состоянии. Внутренняя полость образуется путем прошивки – вдавливания пуансона в нагретый металл, установленный в специальной матрице. Пуансон работает в условиях попеременного нагрева (при прошивке) и охлаждения (после прошивки). Указать температуры прошивки заготовок, если их изготавливают из стали 50. Выбрать марку стали для изготовления пуансона диаметром 40 мм, обосновать сделанный выбор. Указать режим термической обработки и структуру стали в готовом пуансоне.

#### **Вариант 3**



Для пуансонов горячего выдавливания – операции, при которой штамп длительное время находится в соприкосновении с нагретым деформируемым металлом, необходимы теплостойкие штамповые стали. Выбрать сталь для пуансонов выдавливания жаропрочных сплавов: для этих условий обработки штамповая сталь должна сохранять повышенные прочностные свойства при нагреве до 700...720°C. Рекомендовать режим термической обработки штампов и структуру стали в готовом штампе.

#### **Вариант 4**

Штампы холодной вырубки стальных листов должны иметь высокую прочность и по возможности лучшую вязкость. Выбрать сталь для этого назначения и рекомендовать термическую обработку, после которой привести значения твердости и структуру выбранной стали. Объяснить, в каких штампах: с наименьшей стороной 50 или 90 мм сталь будет иметь более высокие прочность и вязкость, и причины этого различия. Привести также метод термической обработки (способ нагрева), который может обеспечить упрочнение только отдельных участков режущей кромки штампа.

#### **Вариант 5**

Штампы для холодной чеканки медных сплавов и мягких сталей должны сочетать высокие твердость и сопротивление пластической деформации (что предупреждает преждевременное смятие рабочей фигуры штампа) с удовлетворительной вязкостью. Выбрать марку стали для чеканочных штампов, указать ее термическую обработку и структуру в готовом штампе. Объяснить причины, по которым для этого назначения мало пригодны стали с высоким содержанием углерода (~ 1 %).

#### **Вариант 6**

Изделия из пластмасс изготавливают прессованием при невысоком нагреве (~ 150°C). Материал пресс-формы, в которую прессуются пластмассы, должен обладать высокой износостойкостью. Выбрать марку стали и режим обработки для пресс-форм: простой формы и небольших размеров; сложной формы. Учесть при этом, что обрабатываемость стали резанием должна быть хорошей. Кроме того, деформация пресс-формы при термической обработке должна быть минимальной.

#### **Вариант 7**

Формы литья металлов под давлением нагреваются в рабочем слое до высоких температур и при каждой заливке жидкого металла подвергаются попеременному нагреву и охлаждению, а также эрозионному воздействию. Привести марку стали, пригодной для форм литья под давлением алюминиевых сплавов, и охарактеризовать ее устойчивость против образования трещин разгара. Рекомендовать режимы термической обработки и указать структуру и свойства стали в готовой форме.

#### **Вариант 8**

Выбрать марку легированной инструментальной стали для изготовления круглых плашек, пригодных для обработки мягкой низкоуглеродистой стали. Указать режим термической обработки и способы защиты от обезуглероживания и окисления при нагреве для

закалки. Сравнить химический состав, микроструктуру, основные свойства и область применения выбранной и быстрорежущей сталей.

#### **Вариант 9**

Штампы сложной формы, особенно имеющие внутреннее отверстие, сильно деформируются при закалке. Выбрать марку высокохромистой стали и рекомендовать температуру закалки штампов из этой стали, при выполнении которой значительно уменьшается деформация. Указать структуру стали после закалки и объяснить причины, способствующие уменьшению деформации.

#### **Вариант 10**

Пневматические долота, применяемые при разработке горных пород, должны обладать относительно высокой твердостью (54...57 HRC) и износостойкостью, но вместе с тем должны иметь достаточную вязкость, так как они испытывают в работе ударные нагрузки. Указать химический состав, марку углеродистой стали (для долот простой формы) и легированной стали (для крупных долот сложной формы) и режим термической обработки, обеспечивающий получение требуемых структуры и твердости.

#### **Вариант 11**

Измерительные инструменты (калибры, измерительные плитки) должны обладать высокой твердостью, хорошим сопротивлением износу и не должны изменять свои размеры с течением времени. Между тем изделия после закалки и низкого отпуска иногда обнаруживают незначительные изменения размеров во время эксплуатации, недопустимые для измерительных инструментов большой точности. Указать причины, вызывающие эти изменения (старение), и привести марку стали и режим термической обработки измерительных инструментов, значительно уменьшающий эффект старения.

#### **Вариант 12**

Многие измерительные инструменты плоской формы (шаблоны, линейки, штангенциркули) изготавливают из листовой стали; они должны обладать высокой износостойкостью в рабочих кромках. Привести режим обработки, обеспечивающий получение этих свойств, если инструменты изготавливают большими партиями из низкоуглеродистых сталей двух марок.

#### **Вариант 13**

Предприятие изготавливает червячные фрезы двух размеров: наружным диаметром 30 и 80 мм из катаной быстрорежущей стали соответствующего профиля. Выбрать марку быстрорежущей стали умеренной теплостойкости и рекомендовать режим термической обработки. Указать способ химико-термической обработки, позволяющий дополнительно повысить стойкость фрез. Объяснить, в чем заключается различие в структуре и свойствах быстрорежущей стали из проката диаметром 30...32 и 80...82 мм.

#### **Вариант 14**

Выбрать марку стали для изготовления продольных пил по дереву и указать режим термической обработки, микроструктуру и твердость готовой пилы. Режим термической обработки выбирается таким образом, чтобы предупредить деформацию пилы при закалке и

отпуске, а также обеспечить получение в стали высоких упругих свойств после отпуска (пила должна «пружинить»).

### **Вариант 15**

В распоряжении предприятия имеются быстрорежущие стали двух марок: Р6М5 и Р9М4К8. Объяснить различие и в основных свойствах этих сталей и рекомендовать оптимальное назначение каждой из них. Указать термическую обработку этих сталей и их структуру и свойства в готовых инструментах диаметром 20 и 60 мм.