

**Приложение 2 к РПД Материаловедение**  
**16.04.01 Техническая физика**  
**направленность (профиль) Теплофизика и молекулярная физика**  
**Форма обучения – очная**  
**Год набора – 2018**

**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**  
**ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**1. Общие сведения**

1.	<b>Кафедра</b>	Физики, биологии и инженерных технологий
2.	<b>Направление подготовки</b>	16.04.01 Техническая физика
3.	<b>Направленность (профиль)</b>	Теплофизика и молекулярная физика
4.	<b>Дисциплина (модуль)</b>	Материаловедение
5.	<b>Форма обучения</b>	очная
6.	<b>Год набора</b>	2018

**2. Перечень компетенций**

- ОПК-2- способность демонстрировать и использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук
- ПК-7- готовность осваивать и применять современные физико-математические методы и методы искусственного интеллекта для решения профессиональных задач, составлять практические рекомендации по использованию полученных результатов
- ПК-8 - способность представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и презентаций

**1. Критерии и показатели оценивания компетенций на различных этапах их формирования**

Этап формирования компетенции (разделы, темы дисциплины)	Формируемая компетенция	Критерии и показатели оценивания компетенций			Формы контроля сформированности компетенций
		Знать:	Уметь:	Владеть:	
Введение в предмет	ОПК-2, ПК-7, ПК-8	основы материаловедения и технологии конструкционных материалов, электротехнически е материалы в качестве компонентов теплофизического и электроэнергетического оборудования	строить диаграммы состояния двойных сплавов и давать им характеристики		
Строение и свойства материалов	ОПК-2	строение и основные свойства конструкционных материалов, применяемых при ремонте, эксплуатации и техническом обслуживании оборудования	анализировать структуру и свойства электротехнических и конструкционных материалов		Решение задач, тесты
Теория сплавов	ОПК-2, ПК-7, ПК-8	строение и основные свойства конструкционных материалов, применяемых при ремонте, эксплуатации и техническом обслуживании оборудования	анализировать структуру и свойства электротехнических и конструкционных материалов	методиками выполнения расчетов применительно к использованию электротехнических и конструкционных материалов	Решение задач, тесты
Железоуглеродистые сплавы	ОПК-2	строение и основные свойства конструкционных материалов, применяемых при ремонте, эксплуатации и техническом обслуживании оборудования	анализировать структуру и свойства электротехнических и конструкционных материалов	методами использования основных металлических и неметаллических материалов в электротехническом	Решение задач, тесты

				производстве, а именно в электрических машинах, аппаратах, станциях и подстанциях	
Методы термической и химико-термической обработки	ОПК-2 ПК-7	сущность явлений, происходящих в материалах в условиях эксплуатации изделий	использовать термическую и химико-механическую обработку для получения требуемых свойств материалов	методиками выполнения расчетов применительно к использованию электротехнических и конструктивных материалов	Решение задач, тесты
Легированные стали	ОПК-2, ПК-7, ПК-8	строение и основные свойства конструкционных материалов, применяемых при ремонте, эксплуатации и техническом обслуживании оборудования	анализировать структуру и свойства электротехнических и конструктивных материалов		Решение задач, тесты, реферат
Цветные металлы и сплавы	ОПК-2	строение и основные свойства конструкционных материалов, применяемых при ремонте, эксплуатации и техническом обслуживании оборудования	анализировать структуру и свойства электротехнических и конструктивных материалов		Решение задач, тесты Контрольная работа
Неметаллические и композиционные материалы	ОПК-2, ПК-7, ПК-8	строение и основные свойства конструкционных материалов, применяемых при ремонте, эксплуатации и техническом обслуживании оборудования	анализировать структуру и свойства электротехнических и конструктивных материалов		Решение задач, тесты, реферат
Основы производства металлов. Литье	ОПК-2	современные способы получения материалов и изделий из них с	использовать методы обработки материалов		Решение задач, тесты

		заданными свойствами			
Обработки металлов давлением	ОПК-2	сущность явлений, происходящих в материалах в условиях эксплуатации изделий	использовать методы обработки материалов		Решение задач, тесты
Сварочное производство и пайка	ОПК-2	сущность явлений, происходящих в материалах в условиях эксплуатации изделий	использовать методы обработки материалов		Решение задач, тесты
Формообразование поверхностей деталей резанием	ОПК-2 ПК-7	современные способы получения материалов и изделий из них с заданными свойствами	применять новейшие достижения в области материаловедения и обработки материалов		Решение задач, тесты
Проводниковые материалы	ОПК-2	строение и основные свойства конструкционных материалов, применяемых при ремонте, эксплуатации и техническом обслуживании оборудования	анализировать структуру и свойства электротехнических и конструктивных материалов	методами использования основных металлических и неметаллических материалов в электротехническом производстве, а именно в электрических машинах, аппаратах, станциях и подстанциях	Решение задач, тесты
Полупроводниковые материалы	ОПК-2	строение и основные свойства конструкционных материалов, применяемых при ремонте, эксплуатации и техническом обслуживании оборудования	анализировать структуру и свойства электротехнических и конструктивных материалов	методами использования основных металлических и неметаллических материалов в электротехническом производстве, а именно в электрических машинах,	Решение задач, тесты

				аппаратах, станциях и подстанциях	
Диэлектрические материалы. Пробой	ОПК-2	строение и основные свойства конструкционных материалов, применяемых при ремонте, эксплуатации и техническом обслуживании оборудования	анализировать структуру и свойства электротехнических и конструктивных материалов	методами использования основных металлических и неметаллических материалов в электротехническом производстве, а именно в электрических машинах, аппаратах, станциях и подстанциях	Решение задач, тесты
Магнитные материалы	ОПК-2	строение и основные свойства конструкционных материалов, применяемых при ремонте, эксплуатации и техническом обслуживании оборудования	анализировать структуру и свойства электротехнических и конструктивных материалов	методами использования основных металлических и неметаллических материалов в электротехническом производстве, а именно в электрических машинах, аппаратах, станциях и подстанциях	Решение задач, тесты

## 4. Критерии и шкалы оценивания

### 1.1. Тест

Процент правильных ответов	До 60	61-80	81-100
Количество баллов за решенный тест	0	1	2

### 1.2. Решение задач

3 балла выставляется, если студент решил все рекомендованные задачи, правильно изложил все варианты их решения, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

2 балла выставляется, если студент решил не менее 85% рекомендованных задач, правильно изложил все варианты решения, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

1 балл выставляется, если студент решил не менее 65% рекомендованных задач, правильно изложил все варианты их решения, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

0 баллов - если студент выполнил менее 50% задания, и/или неверно указал варианты решения.

### 1.3. Контрольная работа

Процент правильно выполненных заданий	До 60	61-80	81-100
Количество баллов	2	3	5

### 1.4. Критерии оценки реферата

Баллы	Характеристики ответа студента
5	<ul style="list-style-type: none"><li>- студент глубоко и всесторонне усвоил тему;</li><li>- уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li><li>- опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью;</li><li>- умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li><li>- делает выводы и обобщения;</li><li>- свободно владеет понятиями</li></ul>
3	<ul style="list-style-type: none"><li>- студент твердо усвоил тему, грамотно и по существу излагает ее, опираясь на знания основной литературы;</li><li>- не допускает существенных неточностей;</li><li>- увязывает усвоенные знания с практической деятельностью;</li><li>- аргументирует научные положения;</li><li>- делает выводы и обобщения;</li><li>- владеет системой основных понятий</li></ul>
2	<ul style="list-style-type: none"><li>- тема раскрыта недостаточно четко и полно, по существу излагает ее, опираясь на знания только основной литературы;</li><li>- допускает несущественные ошибки и неточности;</li><li>- испытывает затруднения в практическом применении знаний;</li><li>- слабо аргументирует научные положения;</li><li>- затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li><li>- частично владеет системой понятий</li></ul>
0	<ul style="list-style-type: none"><li>- студент не усвоил значительной части тему;</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении ее;</li> <li>- испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>- не может аргументировать научные положения;</li> <li>- не формулирует выводов и обобщений;</li> <li>- не владеет понятийным аппаратом</li> </ul>
--	--

### 1.5. Опорный конспект

Критерии оценки опорного конспекта	Максимальное количество баллов
- подготовка материалов опорного конспекта по изучаемым темам дисциплины только в текстовой форме;	2
- подготовка материалов опорного конспекта по изучаемым темам дисциплины в текстовой форме, которая сопровождается схемами, табличной информацией, графиками, выделением основных мыслей с помощью цветов, подчеркиваний.	5

### 1.6. Защита лабораторных работ

**3 балла** - студент рассчитал все рекомендованные к защите лабораторные работы, правильно изложил все варианты их решения, аргументировал их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо);

**2 балла** - студент рассчитал не менее 85% рекомендованных к защите лабораторных работ, правильно изложил все варианты решения, аргументировал их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо);

**1 балл** - студент рассчитал не менее 65% рекомендованных к защите лабораторных работ, правильно изложил все варианты их решения, аргументировал их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

**0 баллов** - студент выполнил менее 50% задания и/или неверно указал варианты решения.

#### Примеры тестов

### СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ

**1.1. Характеристика решетки, определяющая число атомов, находящихся на наименьшем равном расстоянии от данного атома, называется**

- 1) параметром решетки
- 2) базисом
- 3) координационным числом

**1.2. Точечными дефектами кристаллической решетки являются**

- 1) поры
- 2) вакансии
- 3) дислокации

**1.3. Линейными дефектами кристаллической решетки являются**

- 1) трещины
- 2) дислокации
- 3) вакансии

**1.4. Временное сопротивление на стадии собирательной рекристаллизации**

- 1) уменьшается
- 2) увеличивается

3) остается постоянным

### **1.5. Условия теплоотвода, способствующие образованию столбчатых кристаллов**

1) наличие температурного градиента

2) отсутствие температурного градиента

3) большая степень переохлаждения

### **1.6. Относительное удлинение поликристаллического металла с увеличением степени его холодной деформации**

1) остается постоянным

2) увеличивается

3) уменьшается

**Ключи: 1.2.-3, 1.2-2, 1.3-2, 1.4-1, 1.5-1, 1.6-3**

## **2. ТЕОРИЯ СПЛАВОВ**

### **Теория сплавов и диаграммы состояний**

#### **2.1. Фаза формирующаяся в твердом состоянии при неограниченной растворимости компонентов в жидком и твердом состоянии, – это**

1) химическое соединение

2) твердый раствор замещения

3) твердый раствор внедрения

#### **2.2. Горизонтальный отрезок, соединяющий составы фаз, находящихся в равновесии, – это**

1) фигуративная линия

2) конода

3) сольвус

#### **2.3. Количество фаз, находящихся в равновесии при первичной кристаллизации двухкомпонентного сплава неэвтектического состава**

1) одна

2) две

3) три

#### **2.4. Правило, определяющее состав фаз в диаграммах состояния двойных систем, – это**

1) правило отрезков

2) правило концентраций

3) правило коноды

#### **2.5. Количество фаз, находящихся в равновесии при эвтектическом превращении в двухкомпонентной системе**

1) одна

2) две

3) три

**Ключи: 2.1-2, 2.2.-2, 2.3-2, 2.4-1, 2.5-3**

### **3. Железоуглеродистые сплавы и их маркировка**

#### **3.1. Фазовый состав сплава, содержащего 0,8% С по массе при температуре 900 °С**

1) аустенит

2) аустенит и цементит

3) феррит и цементит

#### **3.2. Фазовый состав сплава, содержащего 3% С, при температуре 900 °С**

1) аустенит

2) аустенит и цементит

3) ледебурит

#### **3.3. Содержание углерода (по массе в процентах) в сплаве эвтектоидного состава**

1) 0,8



2) 2,14

3) 4,3

**3.4. Сталь, имеющая структуру перлит и цементит (вторичный)**

1) У8А

2) сталь 08кп

3) У10

**3.5. Сталь, имеющая максимальное относительное сужение**

1) сталь 10

2) сталь 45

3) У10А

Ключи: 3.1.-1, 3.2. – 2, 3.3.-1, 3.4-3, 3.5-1.

**4. Теория термической и химико--термической обработки**

**4.1. Превращение происходящее при нагреве доэвтектоидной стали в интервале температур**

**Ас1–Ас3**

1) перлитно-аустенитное

2) феррито-аустенитное

3) цементито-аустенитное

**4.2. Аустенизация пройдет быстрее (при прочих равных условиях) в стали с содержанием углерода**

1) 0,1%

2) 0,4%

3) 0,8%

**4.3. Твердость феррито-цементитной смеси зависит**

1) площади межфазовой границы

2) полноты превращения

3) морфологии фаз

**4.4. Сталь, имеющая большую прокаливаемость**

1) 40Х

2) 40

3) 45

**4.5. Сталь чувствительнее к закалочным трещинам**

1) сталь 45

2) У8

3) Ст5

Ключи: 4.1.-2, 4.2.-3, 4.3.-1, 4.4.-1, 4.5-2

**5. Легированные стали и их маркировка**

**5.1. Низколегированные стали имеют суммарное содержание легирующих элементов**

1) менее 2,5%

2) менее 10%

3) менее 15%

**5.2. Среднелегированные стали имеют суммарное содержание легирующих элементов**

1) менее 2,5%

2) менее 10%

3) менее 15%

**5.3. Высоколегированные стали имеют суммарное содержание легирующих элементов**

1) менее 2,5%

2) менее 10%

3) более 10%

**5.4. Химический элемент, применяемый для легирования коррозионно-стойких сталей**

- 1) Cr
- 2) W
- 3) Cu

**5.5. Бысторежущие стали легируют ... основным химическим элементом**

- 1) Cr
- 2) W
- 3) Cu

Ключи: 5.1-1, 5.2.- 2, 5.3.-3, 5.4.-1, 5.5.-2

**6. Цветные металлы и сплавы на их основе**

**6.1. Название сплавов меди с цинком**

- 1) бронзы
- 2) латуни
- 3) мельхиоры

**6.2. Медные сплавы, используемые для изготовления слесарного инструмента, не дающего искры**

- 1) морские латуни
- 2) бериллиевые бронзы
- 3) мельхиоры

**6.3. Марка морской латуни**

- 1) Л90
- 2) ЛО70-1
- 3) ЛЦ10

**6.4. Марка литейной латуни**

- 1) Л90
- 2) ЛО70-1
- 3) ЛЦ10

**6.5. Марка однофазной двухкомпонентной латуни**

- 1) Л90
- 2) ЛО70-1
- 3) Л60

Ключи: 6.1.-2, 6.2.-2, 6.3.-2, 6.4.-3, 6.5.-1

**7. Неметаллические материалы**

**7.1. Простыми пластмассами называют**

- 1) полимеры без добавок
- 2) полимеры и наполнители
- 3) полимеры и стабилизаторы

**7.2. В пластмассы для повышения механических свойств добавляют**

- 1) стабилизаторы
- 2) наполнители
- 3) пластификаторы

**7.3. В пластмассы для замедления старения добавляют**

- 1) стабилизаторы
- 2) наполнители
- 3) пластификаторы

**7.4. В пластмассы для уменьшения хрупкости добавляют**

- 1) стабилизаторы
- 2) наполнители
- 3) пластификаторы

**7.5. В пластмассы для сохранения структуры молекул добавляют**

- 1) стабилизаторы
- 2) наполнители

3) пластификаторы

Ключи:7.1-1,7.2.-2, 7.3.-1, 7.4.-3, 7.5-2

## **9. Технологии литейного производства**

### **9.1.Приспособление в литейной форме для компенсации усадки сплава при кристаллизации**

1) выпор

2) прибыль

3) стержень

### **9.2.Литниковая система для получения мелких отливок небольшой высоты**

1)верхняя

2)нижняя

3)ярусная

### **9.3.Литниковая система для получения средних и толстостенных отливок большой высоты**

1)верхняя

2) нижняя

3) ярусная

### **9.4.Литниковая система для получения крупных отливок**

1)верхняя

2)нижняя

3)ярусная

### **9.5.С увеличением содержания глины в формовочной смеси**

1) повышается прочность и пластичность

2) увеличивается газопроницаемость и непригораемость

3) улучшается податливость и выбиваемость

Ключи:9.1.-2, 9.2.-1, 9.3.- 2, 9.4.-3, 9.5.-1.

## **10. Теория обработки металлов давлением**

### **10.1.Операция уменьшения высоты заготовки при увеличении площади поперечного сечения**

1) осадка

2) высадка

3) протяжка

### **10.2. Деформация осаживаемой заготовки не по всей высоте**

1) осадка

2) высадка

3)протяжка

### **10.3.Операция удлинения заготовки или ее части засчет уменьшения площади поперечного сечения**

1) осадка

2) протяжка

3) разгонка

### **10.4. Операция увеличения ширины части заготовки за счет уменьшения ее толщины**

1) разгонка

2) протяжка

3) высадка

### **10.5.Минимальная температура, при которой в структуре деформированного металла зарождаются и растут новые зерна с недеформированной структурой**

1) рекристаллизации

2) плавления

3) кристаллизации

Ключи: 10.1.-1, 10.2.-2, 10.3-2, 10.4.-1, 10.5.-1.

## Электротехническое материаловедение

### 13-15. Проводниковые, полупроводниковые и магнитные материалы

В каждом задании может быть только один правильный ответ.

1. Выберите единицы измерения удельных сопротивлений проводниковых материалов.

Ом.

Ом/м.

Ом·м<sup>2</sup>.

**Ом·м.**

2. Для охлаждения высокотемпературных сверхпроводников применяется.

**Жидкий азот.**

Жидкий гелий.

Жидкий кислород.

Жидкий водород.

3. Среди проводниковых материалов самым высоким удельным сопротивлением обладает.

Манганин.

Константан.

Нихром.

**Хромаль.**

4. Выберите проводниковый материал, используемый в электронагревательных приборах.

**Хромаль.**

Силумин.

Манганин.

Константан.

5. При нормальной температуре самым низким удельным сопротивлением обладает.

Медь.

**Серебро.**

Константан.

Алюминий.

Ключи: 1-4, 2-1, 3-4, 4-1, 5-2.

## ПРИМЕРЫ ЗАДАЧ

**Задача 1.** Масса образца легкого бетона в сухом состоянии равна 118 г, а после парафинирования – 120 г. Образец, покрытый парафином, вытесняет из объемомера 98 г воды. Рассчитать коэффициент теплопроводности бетона.

*Решение.* Сначала определяем объем парафина  $V_{\text{п}}$  (см<sup>3</sup>), затраченного на покрытие образца, по формуле

$$V_{\text{п}} = (m_1 - m) / \rho_{\text{п}},$$

где  $m_1$  – масса образца покрытого парафином, г;  $m$  – масса сухого образца, г;  $\rho$  – плотность парафина, равная 0,930 г/см<sup>3</sup>.

$$V_{\text{п}} = (120 - 118) / 0,930 = 2,15 \text{ см}^3.$$

Вычисляем среднюю плотность образца  $\rho_0$  по формуле

$$\rho_0 = m / (V_1 - V_2)$$

где  $V_1$  – объем образца с парафином, численно равный массе воды, вытесненной образцом,  $\text{см}^3$ ; т.е.

$$\rho_0 = 118 / (98 - 2.15) = 1.23 \text{ г/см}^3.$$

Коэффициент теплопроводности бетона I [Вт/(м  $\times$   $^\circ\text{C}$ )] рассчитываем по формуле В.П. Некрасова

$$\lambda = 1.16 \cdot \sqrt{0.0196 + 0.22 \cdot d^2} - 0.16,$$

где  $d$  – относительная плотность материала, т.е.

$$\lambda = 1.16 \cdot \sqrt{0.0196 + 0.22 \cdot 1.23^2} - 0.16 = 0.53 \text{ Вт/(м} \times \text{ } ^\circ\text{C)}.$$

Ответ: коэффициент теплопроводности бетона равен 0,53 Вт/(м  $\times$   $^\circ\text{C}$ ).

**Задача 2.** Бетонный кубик с размером ребра 15 см разрушился при испытании на гидравлическом прессе при показании манометра 9,5 МПа.

Определить предел прочности бетона при сжатии, если площадь поршня пресса равен 570  $\text{см}^2$ .

*Решение.* Предел прочности при осевом сжатии  $R_{\text{сж}}$  (МПа) вычисляется по формуле

$$R_{\text{сж}} = \frac{P_{\text{разр}}}{A},$$

где  $P_{\text{разр}}$  – разрушающая сила, Н;  $A$  – площадь сечения до испытания,  $\text{мм}^2$ .

Для определения разрушающей силы  $P_{\text{разр}}$  в Н необходимо показания манометра в МПа в момент разрушения кубика умножить на площадь поршня в  $\text{мм}^2$ , т.е.

$$P_{\text{разр}} = 9,5 \cdot 57000 = 541500 \text{ Н}$$

Предел прочности бетона при сжатии равен

$$R_{\text{сж}} = \frac{541500}{22500} = 24,1 \text{ МПа.}$$

Ответ: Предел прочности бетона при сжатии равен 24,1 МПа.

### ЗАДАЧА 3

Диэлектрик изоляционной конструкции состоит из двух слоев различных материалов. Материал первого слоя имеет относительную диэлектрическую проницаемость  $\epsilon_1$ , удельную проводимость  $\gamma_1$ . Материал второго слоя – соответственно  $\epsilon_2$  и  $\gamma_2$ ,  $d_1$  и  $d_2$  – толщина первого и второго слоев диэлектрика,  $S$  – площадь электродов. Требуется:

1. Начертить два варианта схемы замещения двухслойного диэлектрика и рассчитать их параметры.
2. Рассчитать и построить графическую зависимость емкости изоляционной конструкции от частоты приложенного напряжения в диапазоне от 0 до 100 Гц.
3. Определить степень увлажнения изоляции, считая, что причиной ее неоднородности является ее увлажнение.

### ЗАДАЧА 4

Дайте определение проводника. Приведите практическую классификацию проводниковых материалов. Перечислите основные физические свойства проводников и кратко поясните их физический смысл.

Для заданных проводниковых материалов определите к какому классу они относятся, приведите их основные физические характеристики и кратко опишите свойства заданных материалов, укажите основные области их применения.

### ЗАДАЧА 5

Дайте определение полупроводника. Приведите классификацию полупроводниковых материалов. Изучите и приведите основные свойства характеристики (физические, механические, химические) заданного полупроводникового материала, перечислите его отличительные особенности и области применения.

Укажите назначение заданного полупроводникового прибора, приведите его основные характеристики, начертите принципиальную схему и кратко опишите принцип его действия. Укажите, какие полупроводниковые материалы применяются для изготовления заданного прибора.

## Контрольная работа

### МИКРОСТРУКТУРА ЦВЕТНЫХ СПЛАВОВ

**Цель работы:** изучить классификацию, микроструктуру, свойства и назначение типовых цветных сплавов машиностроения.

#### 2. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ

К цветным относится обширная группа металлов следующих классов:

- *легкие* металлы являются основой сплавов для машиностроения, судостроения, самолетостроения. Это преимущественно алюминий и титан, реже магний;
- *легкоплавкие* металлы преимущественно используются для изготовления антифрикционных сплавов: это свинец, олово, цинк. Такие сплавы часто в виде тонкого слоя наносятся на рабочую поверхность стальной основы подшипников скольжения машин и механизмов;
- *редкоземельные* металлы применяются в качестве добавок к различным сплавам (сталям и др.) с целью улучшения их свойств;
- *благородные* металлы (золото, серебро, платина и др.) используются в электротехнике, электронике, радиотехнике;
- *урановые* металлы получили применение в атомной энергетике;

- *тугоплавкие* металлы (ниобий, тантал, молибден, вольфрам) применяются для изготовления изделий, работающих при особо высоких температурах до 1500...2000 °С.

Из цветных металлов наибольшее использование имеет **алюминий**, содержание которого в земной коре равно 8,8 %. Алюминиевые сплавы применяют для кузовов, рам, элементов дверей, радиаторов, колес автомобилей, блоков цилиндров, головок блоков, поршней двигателей внутреннего сгорания и других деталей машин.

Алюминиевые сплавы остаются одним из основных конструкционных материалов в производстве летательных аппаратов. Из них изготавливают элементы конструкций самолетов, воспринимающие действие механических сил: шпангоуты, лонжероны, нервюры и др. Сплавы в виде листов применяют для обшивки корпусов ракет и самолетов, изготовления топливных и масляных баков (сплав алюминий-магний, дуралюмин, алюминий - литиевые сплавы и др.). Поковки и штамповки получают из ковочных сплавов марок 1360 (АК6) и 1380 (АК8). В серийном производстве освоены новые алюминиевые сплавы, имеющие в два раза меньшее содержание вредных примесей и повышенное сопротивление к образованию трещин. Из этих сплавов промышленность производит листы длиной до 9 метров и плиты длиной до 25 метров.

Расширяется применение титановых сплавов преимущественно в судостроении и авиационной технике. Сплавы обычно получают способом вакуумно-дуговой плавки с расходуемым электродом. Выплавляемые титановые слитки имеют диаметр 500...800 мм, массу 5...8 тонн и далее подвергаются обработке давлением: ковке на молотах, прокатке на станах и др. Основными видами деформируемых титановых полуфабрикатов являются поковки, штамповки, прутки, профили, трубы.

На основе алюминия, меди, магния, титана и некоторых других цветных металлов разработаны сплавы, перечень основных видов которых по государственным стандартам приведен в табл. 1

**Заполнить таблицу** Таблица 1. Перечень основных разновидностей промышленных

цветных материалов по государственным стандартам

№ ГОСТа	Наименование стандарта
493-79	
613-79	
1320-74	
1583-89Е	
2856-79	
4784-74	
5017-74	
14957-76	
15527-70	
17711-80	
18175-78	
19807-91	
28873-90	

Описание микроструктур некоторых цветных сплавов дано в табл. 2, а схемы микроструктур приведены на рис. 1. Применяемые в современной технике цветные материалы на основе алюминия, меди, титана и других металлов подразделяются на деформируемые и литейные. Из *деформируемых сплавов* получают различными способами горячей и холодной обработки давлением кованные и штампованные заготовки, прутки, листы и прочие полуфабрикаты. Основу их структуры составляют твердые растворы.

Детали из *литейных сплавов* не обрабатываются давлением и ставятся в конструкцию машин в литом состоянии в виде фасонных отливок. Для изготовления из них отливок они должны обладать хорошими литейными технологическими свойствами: высокой способностью жидких сплавов к заполнению полостей литейной формы (жидкотекучестью), малой усадкой, небольшой склонностью к образованию трещин и др.

Таблица 2. Перечень некоторых микрошлифов цветных сплавов (Заполнить таблицу)

№ шлифа	Наименование	Марка	ГОСТ	Химический состав, %	Обработка сплава	Структурные составляющие
<i>Например:</i> 42	Дуралюмин	1160	4784-74	Al-основа; 3,8...4,8Cu; 1,2...1,8Mg; 0,3... 0,9Mn.	Отжиг	α-раствор и частицы интерметаллидов
43	Медно-цинковый сплав (латунь)	Л68	15527-70			
44	Титановый сплав	BT3-1	19807-91			
45	Силумин	AK12	1583-89E			
46	Силумин	AK12	1583-89E			
47	Магниевый сплав	МЛ5	2856-79			
48	Бронза оловянная	БрО10Ф1	-			
49	Баббит	Б83	1320-74			



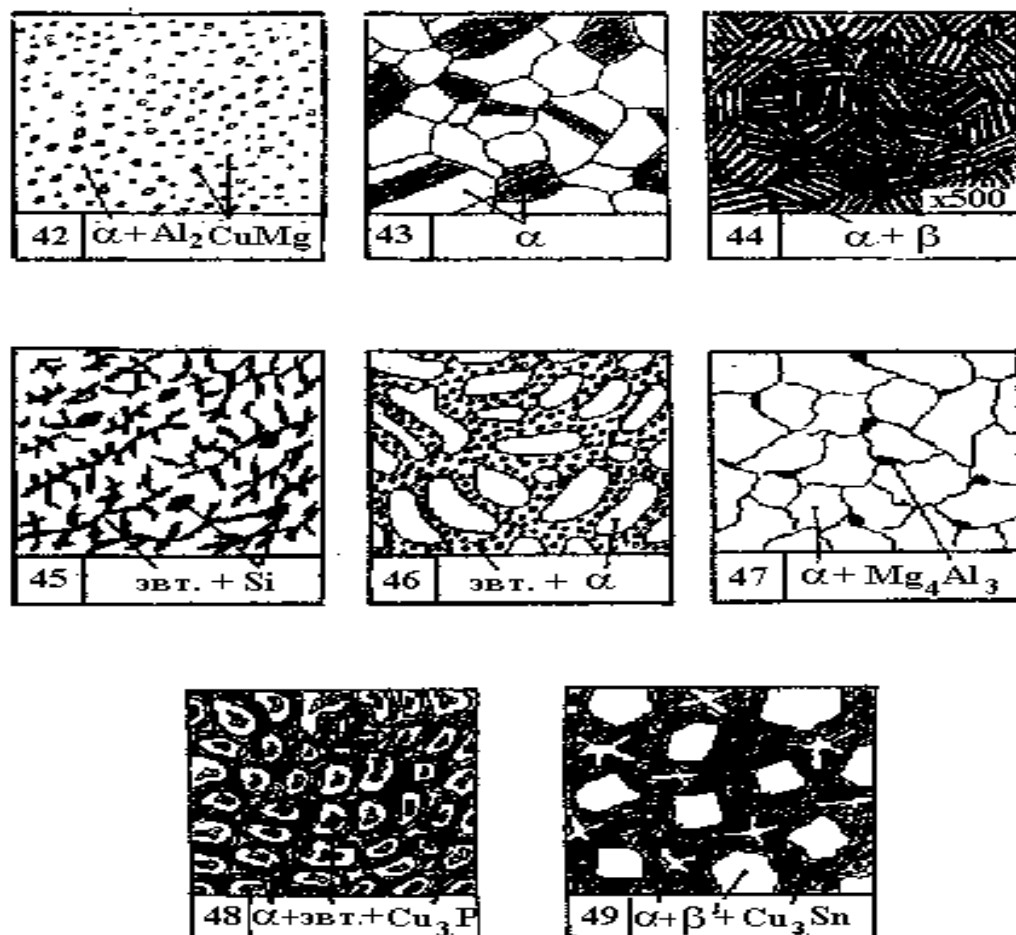


Рис. 14. Схемы микроструктур цветных сплавов.

Широкое использование получили материалы алюминий – медь – магний, дополнительно легированные марганцем (*дуралюмины*). В отожженном состоянии при содержании 3,8...4,8 % меди микроструктура дуралюминов состоит из  $\alpha$  - твердого раствора меди в алюминии и вторичных дисперсных включений интерметаллических соединений  $\text{CuAl}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{CuMg}$  (S-фазы).

Наиболее распространенными деформируемыми медными сплавами являются *медно-цинковые сплавы* (латуни). Двухкомпонентные сплавы медь-цинк при содержании до 39 % цинка имеют микроструктуру из одного  $\alpha$ -твердого раствора цинка в меди (латунь Л68). Микроструктура образца, подвергнутого холодной деформации и рекристаллизационному отжигу, состоит из равновесных зерен твердого раствора  $\alpha$ , имеющих вследствие анизотропии (зависимости свойств от направления) различный цвет от светлого до разных оттенков темного. Эти латуни применяются для получения ленты, трубок.

У латуней с содержанием 39...46 % цинка микроструктура состоит из зерен  $\alpha$  - твердого раствора и фазы  $\beta'$  (упорядоченный твердый раствор на основе соединения  $\text{CuZn}$ ). Такие двухфазные латуни имеют повышенную прочность при пониженной пластичности и изготавливаются в виде прутков и других полуфабрикатов.

Большинство деформируемых промышленных *титановых сплавов* получают после отжига микроструктуры из  $\alpha$  - раствора или  $\alpha + \beta$  - растворов на основе титана. Твердый раствор  $\alpha$  на основе  $\text{Ti}\alpha$  имеет гексагональную кристаллическую решетку,  $\beta$ -раствор на основе  $\text{Ti}\beta$  - решетку объемно-центрированного куба. Титановые сплавы характеризуются высокой удельной прочностью, хорошей сопротивляемостью коррозии.

Широкое применение имеют литейные сплавы алюминий-кремний (*силумины*). У заэвтектического сплава микроструктура состоит из эвтектики и первичных более

крупных кристаллов кремния, например, у силумина АК12. Эвтектика представляет собой смесь  $\alpha$  - твердого раствора кремния в алюминии и грубых игольчатых кристаллов кремния, играющих роль внутренних надрезов (концентраторов напряжения). При модифицировании жидкого силумина натрием в количестве 0,05...0,08 % эвтектика измельчается и состоит из  $\alpha$  раствора и мелких зерен кремния. Микроструктура модифицированного доэвтектического силумина имеет первичные светлые дендриты твердого раствора  $\alpha$  и мелкозернистую эвтектику. Измельчение эвтектики и отсутствие в микроструктуре грубых кристаллов первичного хрупкого кремния позволяет несколько повысить прочность и пластичность силумина. Силумины применяют для изготовления фасонных отливок сложной формы.

Из литейных сплавов меди используются наиболее широко *бронзы*. Литая оловянная бронза с содержанием олова до 5...6 % имеет структуру  $\alpha$  - твердого раствора олова в меди с развитой дендритной ликвацией. Микроструктура литой бронзы, содержащей более 6 % олова, состоит из дендритов твердого раствора  $\alpha$  и извилистых светлых включений хрупкого эвтектоида (дисперсной смеси двух фаз:  $\alpha$  - раствора и  $\text{Cu}_{31}\text{Sn}_8$  ( $\delta$ -фазы)).

Оловянная бронза, раскисленная фосфором, дополнительно имеет в микроструктуре небольшие включения химического соединения  $\text{Cu}_3\text{P}$  светло-голубого цвета, например, бронза марки БрО10Ф1. Оловянные бронзы применяются для изготовления сложных по форме отливок, подшипников скольжения, арматуры.

Из *магние*вых литейных сплавов наиболее широко используются сплавы магний – алюминий – цинк, например, марки МЛ5. В литом состоянии микроструктура сплава МЛ5 состоит из  $\alpha$  -твердого раствора алюминия и цинка в магнии и включений хрупкого химического соединения  $\text{Mg}_4\text{Al}_3$ . Применение длительного нагрева отливок при 400 °С приводит к растворению части включений химического соединения в твердом растворе, что позволяет повысить пластические свойства. Охлаждение в воде дает перенасыщенный  $\alpha$  -раствор с частицами  $\text{Mg}_4\text{Al}_3$  (закалка). Магние

сплавы характеризуются небольшой плотностью (1,7 г/см<sup>3</sup>). Для заливки вкладышей подшипников скольжения широкое применение получили сплавы олово – сурьма – медь, например, *оловянный баббит* Б83. Микроструктура баббита состоит из мягкого  $\alpha$  -твердого раствора сурьмы в олове и крупных светлых кристаллов упорядоченной  $\beta'$ -фазы на основе химического соединения  $\text{SnSb}$  с высокой твердостью. Введение небольшого количества меди обеспечивает кристаллизацию в жидком растворе олова с сурьмой разветвленных дендритов ранее затвердевающего химического соединения  $\text{Cu}_{31}\text{Sn}_8$ , которые препятствуют ликвации в сплаве по плотности ("всплыванию") кристаллов  $\beta'$ - фазы.

Наличие в микроструктуре баббита мягкой, пластичной основы из раствора  $\alpha$  и включений кристаллов химических соединений с высокой твердостью обеспечивает сочетание прирабатываемости подшипника к валу с износостойкостью и небольшой коэффициент трения между валом и подшипником при наличии жидкостного трения.

## 2. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

- 1 Цель работы.
2. Теоретические положения: перечень классов цветных металлов; краткие сведения о типовых литейных и деформируемых цветных сплавах машиностроения.
3. Зарисовка схем микроструктур всех цветных сплавов коллекции шлифов; наименование сплава, марка, химический состав, обработка, структурные составляющие.

### Выполнить задания

#### I. Выберите правильный ответ:

- 1) К цветным металлам и сплавам относятся:

- а) медь, бронза, дюралюминий; б) алюминий, железо, чугун; в) сталь, латунь, бронза; г) железо, сталь, чугун.
- 2) Легкий металл серебристо-белого цвета, самый распространенный на Земле – это:  
а) железо; б) алюминий; в) медь; г) дюралюминий
- 3) Изделия из чугуна нельзя подвергать ударам, потому что чугун:  
а) мягкий; б) упругий; в) пластичный; г) хрупкий
- 4) К технологическим свойствам металлов и сплавов относятся:  
а) прочность и твердость; б) упругость и пластичность; в) ковкость и свариваемость; г) прочность и жидкотекучесть.
- 5) Способность металла или сплава воспринимать действующие нагрузки не разрушаясь - это:  
а) прочность; б) упругость; в) пластичность; г) твердость

**II. Прочитайте следующие высказывания. Если вы согласны с утверждением, поставьте знак «+», если – нет, знак «-».**

- 1) Чугун – это сплав железа с углеродом, в котором углерода содержится менее 2 %.
- 2) Свойство металла сопротивляться внедрению в него другого, более твердого материала, называется твердостью.
- 3) Бронза обладает жидкотекучестью, поэтому из нее отливают скульптуры.
- 4) Из конструкционной стали делают режущие инструменты для обработки металлов.
- 5) Железо - коррозионно не стойкий металл, во влажной среде оно быстро ржавеет.

**III. Закончите предложение:**

- 1) К черным сплавам относят... (*сталь и чугун*). 2) Свойство металла или сплава получать новую форму под действием удара – это ... (*ковкость*).
- 3) К механическим свойствам относят... (*прочность, твердость, упругость, пластичность*) 4) Из высокотвердой инструментальной стали изготавливают... (*режущие инструменты для обработки металлов*). 5) Чугун более хрупкий, чем сталь, так как в его составе углерода содержится ... (*более 2%; от 2-6,7% или больше, чем в стали*)

[2-61-68]

**Вопросы к зачету:**

- Строение металлов и сплавов, диффузионные процессы в металле.
- Механические свойства металлов и сплавов.
- Типы связей в твердых телах.
- Анизотропия свойств металлов.
- Дефекты кристаллического строения.
- Виды дефектов, их классификация.
- Фазово-структурный состав сплавов.
- Металлические сплавы.
- Твердые растворы, химические соединения, гетерогенные системы.
- Кристаллизация металлов и сплавов.
- Конструкционные металлы и сплавы.
- Диаграмма состояния системы сплавов железо-цементит.
- Стали машиностроительные углеродистые стали, их маркировка.
- Чугуны. Свойства и назначение чугунов. Классификация чугунов.
- Процессы графитизации. Маркировка чугунов.
- Серый чугун. Модифицированный серый чугун.
- Ковкий чугун. Высокопрочный чугун.
- Специальные чугуны.

- Классификация видов термообработки. Диаграмма изотермического распада.
- Основные виды термической обработки сталей: отжиг, закалка, отпуск (старение).
- Виды отжига 1 рода: диффузионный, рекристаллизационный, для снятия напряжений.
- Отжиг с фазовой перекристаллизацией: полный, неполный, изотермический отжиг.
- Нормализация стали. Закалка стали. Отпуск стали и назначение отпуска.
- Химико-термическая обработка стали. Физические основы химико-термической обработки.
- Цементация. Нитроцементация стали. Азотирование стали.
- Фазы, образуемые легирующими элементами с железом и углеродом.
- Влияние легирующих элементов на полиморфизм железа.
- Классификация и маркировка сталей.
- Конструкционные машиностроительные легированные стали: цементируемые, улучшаемые, рессорно-пружинные стали.
- Алюминий и его сплавы. Свойства алюминия. Алюминиевые сплавы: литые и деформированные.
- Общая характеристика видов термической обработки сплавов алюминия. Маркировка алюминиевых сплавов.
- Титан и его сплавы. Свойства, классификация сплавов титана. Маркировка, применение.
- Медь и ее сплавы.
- Латунь и их свойства, маркировка, применение.
- Бронзы. Деформируемые и литейные бронзы. Состав, свойства, марки, области применения.
- Классификация полимерных материалов: термопластичные полимеры, термореактивные полимеры.
- Пластмассы, их состав, свойства.
- Электрические материалы, резина. Клеящие материалы.
- Лакокрасочные материалы. Керамика. Стекло. Древесина.
- Основы металлургического производства.
- Доменное производство.
- Основы производства алюминия, титана и меди.
- Основы порошковой металлургии.
- Основы линейного производства. Модели. Формовочные и стержневые смеси.
- Теоретические основы пластической деформации металлов. Наклеп.
- Классификация и основные свойства проводниковых материалов.
- Классификация полупроводниковых материалов.
- Жидкие и твердые диэлектрики, их пробой, виды разрядов.
- Свойства магнитных материалов, явления намагничивания.

### **Темы рефератов.**

- Кристаллическое строение металлов.
- Типы кристаллических решеток металлов.
- Полиморфизм.

- Стали специального назначения. Износостойкие и шарикоподшипниковые стали.
- Конструкционные коррозионно-стойкие и жаростойкие стали и сплавы.
- Жаропрочные стали.
- Штамповочные стали. Стали с особыми свойствами: магнитомягкие материалы, магнитотвердые.
- Антифрикционные сплавы. Антифрикционные сплавы на различных основах.
- Свойства, маркировка.
- Дисперсноупрочняемые, волокнистые и слоистые композиты. Получение деталей из композиционных материалов. Способы получения порошков. Приготовление смеси.
- Кислородно-конверторный способ получения стали.
- Получение стали в мартеновских, электрических дуговых и индукционных печах.
- Технология изготовления песчаных литейных форм и стержней.
- Литье в металлические формы. Литье под давлением. Центробежное литье. Литье в оболочковую форму. Технология изготовления пластмассовых деталей методом литья.
- Влияние нагрева на структуру и свойства деформируемого металла.
- Понятие холодной, неполной и горячей обработке давлением. Температура нагрева.
- Прокатка металла. Сущность процесса прессования. Волочение. Операцииковки.
- Объемная горячая и холодная штамповка. Листовая штамповка.
- Технология изготовления пластмассовых деталей штамповкой из листового материала.
- Физико-химические основы получения сварного соединения.
- Классификация методов сварки.
- Газовая сварка и кислородная резка.
- Контактной сварки. Электрическая дуговая сварки. Ручная дуговая сварка.
- Автоматическая сварка под слоем флюса. Особенности сварки в среде защитных газов.
- Плазменная сварка. Ультразвуковая сварка. Сварка трением. Сварка взрывом.
- Способы пайки. Технологический процесс пайки.
- Особенности сварки пластмасс. Напыление материалов.
- Получение неразъемных материалов методом склеивания.
- Магнитотвердые и магнитомягкие материалы. Потери на гистерезисе.
- Схема замещения и векторная диаграмма катушки с ферромагнитным сердечником.
- Виды магнитных материалов и области их применения.

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**16.04.01 Техническая физика**  
**направленность (профиль) Теплофизика и молекулярная физика**  
(код, направление, профиль)

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

Шифр дисциплины по РУП		<b>Б1.В.ОД.5</b>	
Дисциплина		<b>Материаловедение</b>	
Курс	<b>2</b>	семестр	<b>3</b>
Кафедра		физики, биологии и инженерных технологий	
Ф.И.О. преподавателя, звание, должность		Никанова А.В., канд. биол. наук, доцент кафедры физики, биологии и инженерных технологий	
Общ. Трудоемкость <sup>час/ЗЕТ</sup>		<b>108/3</b>	Кол-во семестров
ЛК <sup>общ./тек. сем.</sup>		<b>16/16</b>	ЛБ <sup>общ./тек. сем.</sup>
		<b>30/30</b>	Форма контроля
		<b>16/16</b>	<b>зачет</b>
		<b>СРС</b>	<b>46/46</b>

**Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:**

ОПК-2- способность демонстрировать и использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук
ПК-7- готовность осваивать и применять современные физико-математические методы и методы искусственного интеллекта для решения профессиональных задач, составлять практические рекомендации по использованию полученных результатов
ПК-8 - способность представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и презентаций

Код формируемой компетенции	Содержание задания	Количество мероприятий	Максимальное количество баллов	Срок предоставления
<i><b>Вводный блок</b></i>				
Не предусмотрен				
<i><b>Основной блок</b></i>				
ОПК-2, ПК-7, ПК-8	Реферат	2	10	По согласованию с преподавателем
ОПК-2, ПК-7, ПК-8	Контрольная работа	1	5	По согласованию с преподавателем
ОПК-2, ПК-7, ПК-8	Решение задач	5	15	По согласованию с преподавателем
ОПК-2, ПК-7, ПК-8	Тесты	15	30	По согласованию с преподавателем
<b>Всего:</b>			<b>60</b>	
ОПК-2, ПК-7, ПК-8	Зачет	Вопрос 1 Вопрос 2	20 20	В сроки сессии
<b>Всего:</b>			<b>40</b>	
<b>Итого:</b>			<b>100</b>	
<i><b>Дополнительный блок</b></i>				
ОПК-2, ПК-7, ПК-8	Подготовка опорного конспекта		<b>5</b>	По согласованию с преподавателем

Шкала оценивания в рамках балльно-рейтинговой системы МАГУ: «2» - 60 баллов и менее, «3» - 61-80 баллов, «4» - 81-90 баллов, «5» - 91-100 баллов.