

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
профессионального образования «Уральский федеральный университет имени первого
Президента России Б.Н.Ельцина»

Институт Материаловедения и металлургии
Кафедра Термообработки и физики металлов

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

С.Т.Князев
«10» _____ 2015 г.



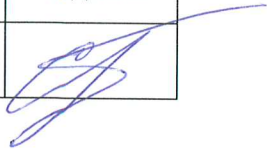
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
**КРИСТАЛЛОХИМИЯ ФАЗ И МЕХАНИЗМЫ ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ В
СПЛАВАХ**

Рекомендована учебно-методическим советом ИММт
для направлений подготовки и специальностей:



| Код ООП | Направление | Направленность программы магистратуры | Номер учебного плана | Код дисциплины по учебному плану |
|---------------------|--|--|----------------------|----------------------------------|
| 22.04.01 / 09.01 | Материаловедение и технологии материалов | Материаловедение, технологии получения и обработки металлических материалов со специальными свойствами | 5254 | Б1.12.2 |

Екатеринбург, 2015

Рабочая программа дисциплины-модуля составлена авторами:

| № | ФИО | Ученая степень, ученое звание | Должность | Кафедра | Подпись |
|---|-----------------------------|----------------------------------|-----------|---------|---|
| 1 | Гриб Стелла Владимировна | Доцент, к.т.н. | доцент | ТОФМ |  |

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры:

| № | Наименование кафедры (УМС) | Дата заседания | Номер протокола | ФИО зав. кафедрой (предс. УМС) | Подпись |
|---|--|-------------------|--------------------|-----------------------------------|---|
| 1 | Термообработки и физики металлов [Кафедра, преподающая дисциплину] | 14.05.2015 | 05 | Попов Артемий Александрович |  |
| 2 | Термообработки и физики металлов [Выпускающая кафедра]* | 14.05.2015 | 05 | Попов Артемий Александрович |  |

Согласовано:

Начальник отдела образовательных программ


Е.В. Сатыбалдина

Председатель учебно-методического совета
ИММТ
19.05.2015, протокол № 12


В.В.Шимов

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ-МОДУЛЯ КРИСТАЛЛОХИМИЯ ФАЗ И МЕХАНИЗМЫ ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ В СПЛАВАХ

Рабочая программа дисциплины-модуля составлена в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования

| Код направления/ специальности | Название направления/ специальности | Реквизиты приказа Министерства образования и науки Российской Федерации об утверждении и вводе в действие ФГОС ВО | |
|-----------------------------------|---|--|------------------|
| | | Дата | Номер приказа |
| 22.04.01 | Материаловедение и технологии материалов | 28.08.2015 | 907 |

1.1. Требования к результатам освоения дисциплины-модуля

РО 1 Способность моделировать, организовывать, выполнять, обрабатывать и анализировать экспериментальные исследования в профессиональной деятельности.

РО 2 Способность осуществлять выбор материалов и управлять качеством готового продукта на основе анализа условий эксплуатации изделий.

Изучение дисциплины-модуля направлено на формирование компетенций:

ОК – 1 способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу;

ОК – 3 готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала;

ОК – 4 способность пользоваться русским и иностранным языками как средством делового общения, четко и ясно излагать проблемы и решения, аргументировать выводы;

ОК -5 способность подготавливать и представлять презентации планов и результатов собственной и командной деятельности;

ОК-6 готовность формировать и отстаивать собственные суждения и научные позиции, анализировать и делать выводы по социальным, этическим, научным и техническим проблемам, возникающим в профессиональной деятельности, в том числе, с учетом экологических последствий

ОК- 7 готовность самостоятельно выполнять исследования на современном оборудовании и приборах (в соответствии с целями магистерской программы) и ставить новые исследовательские задачи.

ОПК-1 готовность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности;

ОПК-3 способность самостоятельно развивать базовые знания теоретических и прикладных наук при моделировании, теоретическом и экспериментальном исследовании материалов и процессов в профессиональной деятельности;

ОПК-4 способность применять основные положения и методы социальных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач с учетом последствий для общества, экономики и экологии;

ОПК-6 способность выполнять маркетинговые исследования и разрабатывать технико-

экономическое обоснование инновационных решений в профессиональной деятельности;
ОПК-7 готовность проводить патентный поиск, исследовать патентоспособность и показатели технического уровня разработок и использовать процедуры защиты интеллектуальной собственности;

ОПК-8 готовность проводить экспертизу процессов, материалов, методов испытаний;

ОПК-9 способность к самостоятельному освоению новых методов исследования и изменению научного, научно-педагогического и производственного профиля своей профессиональной деятельности.

ПК-3 способность понимать физические и химические процессы, протекающие в материалах при их получении, обработке и модификации; использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), проводить комплексные исследования, применяя стандартные и сертификационные испытания;
ПК-5 способность самостоятельно осуществлять сбор данных, изучать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию по тематике исследования, разрабатывать и использовать техническую документацию в профессиональной деятельности;

ДПК-3 способность применять инновационные методы и технологии в процессе исследований;
ДПК-4 способность корректно интерпретировать и анализировать результаты исследований с использованием стандартных средств;

1.2. Содержание результатов обучения

В результате освоения дисциплины-модуля студент должен:

Знать:

- диаграммы состояния и других информационных данных о системах материалов;
- фазовые и структурные превращения, протекающие в сплавах в твердом состоянии в зависимости от внешних условий;
- механизмы фазовых и структурных превращений, протекающих в материале.
- влияние различных обработок на формирование комплекса свойств сплавов

Уметь:

- анализировать превращения, протекающие в цветных сплавах с общих позиций фазовых переходов, структурных изменений
- производить расчеты по диаграммам фазовых превращений двойных и многокомпонентных сплавов;
- связывать физические и химические свойства материалов и явления, протекающие в них, с технологическими процессами производства, обработки и переработки материалов и их эксплуатационной надежностью и долговечностью;

Владеть:

- принципами управления структурой и фазовым составом цветных сплавов;
- базовыми знаниями теоретических и прикладных наук;
- навыками анализа фазовых и структурных превращений, протекающих в материалах (в цветных сплавах);

1.3. Место дисциплины-модуля в структуре образовательной программы

[описание междисциплинарных связей в модульной структуре образовательной программы в соответствии с паспортом ОП (табл.3)]

| | |
|-----------------|---|
| 1. Пререквизиты | Обучение в бакалавриате |
| 2. Кореквизиты* | Физические методы исследования материалов |

| | |
|-------------------|--|
| 3. Постреквизиты* | Материаловедение композиционных материалов |
|-------------------|--|

* Данные поля заполняется в случае необходимости. Все остальные поля заполняются обязательно

1.4. Объем (трудоемкость) дисциплины-модуля по очной форме обучения

| Виды учебной работы, формы контроля | Всего, час. | Учебные семестры, номер |
|---|-------------|-------------------------|
| | | 1 |
| Аудиторные занятия, час. | 72 | 72 |
| Лекции, час. | 18 | 18 |
| Практические занятия, час. | 18 | 18 |
| Лабораторные работы, час. | 36 | 36 |
| Самостоятельная работа студентов, включая время, отводимое на все виды текущей и промежуточной аттестации, час. | 144 | 144 |
| Вид промежуточной аттестации (Э, З) | 4 | 3 |
| Общая трудоемкость по учебному плану, час. | 216 | 216 |
| Общая трудоемкость по учебному плану, з.е. | 6 | 6 |

1.5. Краткое описание (аннотация) дисциплины-модуля

Дисциплина " КРИСТАЛЛОХИМИЯ ФАЗ И МЕХАНИЗМЫ ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ В СПЛАВАХ" является одной из важнейших составляющих обучения магистров по материаловедческим направлениям подготовки. Дисциплина освещает как теоретические положения о закономерностях фазовых и структурных превращений в цветных сплавах, так и ориентированные на практическое применение вопросы влияния различных обработок на формирование комплекса служебных свойств материалов

2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ-МОДУЛЯ

| Код раздела, темы | Раздел, тема* дисциплины | Содержание |
|-------------------|---|---|
| P1 | Диффузионные процессы в металлических системах | Основные понятия и уравнения теории диффузии. Атомная теория диффузии: диффузия и случайные блуждания, механизмы диффузии в металлах, температурная зависимость коэффициента диффузии, движущая сила диффузионного переноса, диффузия в многофазных системах, процессы диффузионного роста фаз. |
| P2 | Теория фазовых превращений в металлических системах | Общие закономерности фазовых превращений в твердом состоянии. Процессы зарождения и роста. Нестабильность микроструктуры, вызванная влиянием поверхности раздела. Аллотропические превращения. Механизм роста кристаллов при бездиффузионных превращениях. Старение и отпуск. |

**Дисциплина может содержать деление только на разделы, без указания тем, либо только темы*

3 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1. Распределение для изучаемой дисциплины-модуля аудиторной нагрузки и контрольных мероприятий по разделам для очной форме обучения

Таблица 3.1.

| Семестр обучения: 1 | | Объем дисциплины (зач.ед.): 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|-------------------------------|-----------|----------------------|---------------------|---|---|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|---|---|---------------------|-------------|-------------------------------|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Код раздела, темы | Раздел дисциплины | Аудиторная нагрузка (час.) | | | | Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий | | | | | | | | Подготовка к аттестационным мероприятиям (час.) | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Всего | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Всего (час.) | Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.) | | | | | | | | Всего на подготовку к контрольным мероприятиям (час.) | Контрольная работа* | Кolloквиум* | Зачет* (при наличии экзамена) | Зачет* (дифференцированный или при отсутствии экзамена) | Экзамен* | | | | | | | | |
| Всего по разделу, теме (час.) | | 34 | 8 | 8 | 16 | 62 | 18 | 18 | 18 | 26 | 18 | 34 | 52 | 0 | 12 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 2 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 |
| P1 | Наименование раздела, темы | 102 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P1 | Диффузионные процессы в металлических системах | 102 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P2 | Теория фазовых превращений в металлических системах | 110 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Всего (час), без учета подготовки к аттестационным мероприятиям: | | 212 | 72 | 18 | 18 | 36 | 124 | 44 | 34 | 52 | 0 | 12 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 2 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 |
| Всего по дисциплине (час.): | | 216 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

* Суммарный объем в часах на мероприятие указывается в строке "Всего (час.):»

Всего по дисциплине (час.): 216

0 4 0

4 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторный практикум

| Код раздела, темы | Наименование работы | Время на выполнение работы (час.) |
|-------------------|---|-----------------------------------|
| P1 | Изучение взаимной диффузии в двойных сплавах. | 8 |
| P1 | Построение концентрационной зависимости коэффициента диффузии методом Матано-Больцмана. | 8 |
| P2 | Анализ кинетики процессов роста фаз. | 8 |
| P2 | Анализ кинетики и морфологии продуктов промежуточного превращения. | 12 |
| Всего: | | 36 |

4.2. Практические занятия

| Код раздела, темы | Тема занятия | Время на проведение занятия (час.) |
|-------------------|---|------------------------------------|
| P1 | Механизмы диффузии в кристаллах | 4 |
| P1 | Расчет химического потенциала при диффузионных процессах | 4 |
| P2 | Анализ изменения свойств и структуры при старении сплавов | 10 |
| Всего: | | 18 |

4.3. Самостоятельная работа студентов

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Расчет диффузии в многокомпонентных системах
Теория фазовых превращений в металлических системах

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено

4.3.4. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено

4.3.5. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Не предусмотрено

4.3.6. Примерная тематика курсового проекта (работы) (индивидуального или группового)

Не предусмотрено

4.3.7. Примерный перечень тем контрольных работ

Расчет коэффициента диффузии, построение концентрационных профилей роста фаз.
Построение кинетических кривых для различных температур изотермических выдержек.
Расчет кинетических показателей.

4.3.8. Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| обучение | | | | | | | | | | | | | | |
| Сетевые учебные курсы | | | | | | | | | | | | | | |
| Виртуальные практикумы и тренажеры | | | | | | | | | | | | | | |
| Вебинары и видеоконференции | | | | | | | | | | | | | | |
| Совместная работа и разработка контента | | | | | | | | | | | | | | |
| Другие (указать, какие) | | | | | | | | | | | | | | |

6 ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

Смотри приложение.

6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана – к дисц.

В том числе, коэффициент значимости курсовых работ/проектов, если они предусмотрены – к курс. (утверждается по предложению выпускающей кафедры учебно-методическим советом института)

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине (в случае реализации модуля (дисциплины) в течение нескольких семестров итоги текущей и промежуточной аттестации подводятся по каждому семестру)

| | | |
|--|---------------------------------|------------------------------|
| 1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – к лек. = 0,4 | | |
| Текущая аттестация на лекциях (перечислить возможные контрольно-оценочные мероприятия во время лекций, в том числе, связанные с самостоятельной работой студентов – СРС) | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| Посещение лекций (1 семестр) | | 40 |
| СРС: выполнение контрольных работ | | 40 |
| СРС: выполнение домашних работ | | 20 |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – к тек.лек. = | | |
| Промежуточная аттестация по лекциям – нет | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – к пром.лек. = | | |
| 2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – к прак. = 0,6 | | |
| Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях (перечислить возможные контрольно-оценочные мероприятия во время практических/семинарских занятий, в том числе, связанные с самостоятельной работой студентов – СРС) | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| Посещение практических/семинарских занятий (n) | | 100 |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – к тек.прак. = 0,4 | | |
| Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – указать форму промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям, если она предусмотрена: зачет | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – к пром.прак. = | | |
| 3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – к лаб. = 0,6 | | |
| Текущая аттестация на лабораторных занятиях (перечислить возможные контрольно-оценочные мероприятия во время лабораторных занятий, в том числе, связанные с самостоятельной работой студентов – СРС) | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| Участие в лабораторных работах (n) | | 100 |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – к тек.лаб. = 0,4 | | |
| Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – | | |

Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – k
пром.лаб. =0,4

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы

| Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта (перечислить возможные контрольно-оценочные мероприятия во время выполнения курсовой работы) | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
|---|---------------------------------|------------------------------|
| Поиск и анализ источников | | |
| Проведение эксперимента | | |
| Проектирование ... | | |
| Формирование содержания курсовой работы | | |
| Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта – k тек.курс.= | | |
| Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта – защиты – k пром.курс.= не предусмотрено | | |

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины)

| Порядковый номер семестра (по учебному плану), в котором осваивается модуль (дисциплина) | Коэффициент значимости результатов освоения модуля в семестре – k сем. n |
|--|--|
| Семестр 1 | k сем. 1,0 |

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ-МОДУЛЯ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Бокштейн Б.С. Диффузия атомов и ионов в твердых телах / Б.С. Бокштейн, А.Б. Ярославцев. М.: МИСиС. 2005. 362 с.
2. Попов А.А. Теория превращений в твердом состоянии. Учебное пособие. Екатеринбург: изд. УГТУ, 2004. 168 с.
3. Гриб С.В. Теория превращений в металлических сплавах: учеб. пособие/ С.В. Гриб, А.А. Попов, Н.Г. Россина, И.В. Нарыгина. Екатеринбург: УрФУ, 2011. 110 с.

7.1.2. Дополнительная литература

1. Кристиан Дж. Теория превращения в металлах и сплавах. 4.1. / Дж. Кристиан. М.: Мир, 1978. 816 с.
2. Хачатурян А.Г. Теории фазовых превращений и структура твердых растворов/ А.Г. Хачатурян. М.: Наука, 1981. 350 с.
3. Физическое металловедение. Под ред. Кана Р., Хаазена П. В 3-х т. М.: Металлургия, 1987. 1927 с.
4. Бокштейн Б.С. Диффузия в металлах: учеб. пособие / Б.С. Бокштейн. М.: Металлургия, 1978 г.
5. Баррет Ч.С. Структура металлов / Ч.С. Баррет, Т.Б. Массальский. М.: Металлургия, 1984, 686 с.
6. Гуров К.П. Взаимная диффузия в многофазных металлических системах / К.П. Гуров, Б.А. Карташкин, Ю.Э. Угасте. М.: Наука, 1981. 350 с.
7. Криштал М.А. Многокомпонентная диффузия в металлах / М.А. Криштал, А.И. Волков. М.: Металлургия, 1985. 176 с.
8. Гриб, С. В. Теория превращений в металлических сплавах / Гриб С.В., Попов А.А., Россина Н.Г. — УМК .— 2008 .— УМК построен по модульному принципу. УМК предназначен для обучения студентов на основе компетентностного подхода. Комплекс содержит рабочую программу дисциплины, электронный учебник, методические указания к выполнению курсовой работы, к выполнению лабораторных работ, мультимедийные материалы по разделам курса. — в корпоративной сети УрФУ .— <URL:http://study.urfu.ru/view/Aid_view.aspx?AidId=8042>.

7.1.3. Методические разработки

Не используются

7.2. Программное обеспечение

Не используется

7.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», информационно-справочные и поисковые системы

Не используются

7.4. Электронные образовательные ресурсы

lib.urfu.ru

7.5. Фонд оценочных средств (средства контроля учебных достижений студентов и аттестационно-педагогические измерительные материалы)

Письменные отчеты по лабораторным. Устная защита лабораторных.

7.6. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине

Раздел 1. Диффузионные процессы в металлических системах.

Определение процесса диффузии. Диффузионный поток. Первый закон Фика. Коэффициент диффузии. Закон сохранения вещества. Второй закон Фика. Самодиффузия. Примесная диффузия. Диффузия меченых атомов. Взаимная диффузия. Собственные коэффициенты диффузии и коэффициент взаимной диффузии. Парциальные коэффициенты диффузии.

Два типа диффузионных задач (прямая и обратная). Краевые (начальные и граничные) условия диффузионных задач. Основные типы решений второго уравнения Фика. Аналитические решения (стационарные и нестационарные). Решение для пары полубесконечных тел. Решения для систем, близких к однородным. Численные методы решения диффузионных задач. Решение обратной диффузионной задачи в случае концентрационной зависимости коэффициента диффузии. Метод Матано-Больцмана. Диффузия как процесс случайных блужданий. Параболический закон. Вывод законов Фика из теории случайных блужданий.

Механизмы диффузии в кристаллах. Температурная зависимость коэффициентов диффузии. Энергия активации при диффузионных процессах. Второй закон Фика при наличии в системе внешней движущей силы.

Диффузия по неравновесным дефектам кристаллической структуры. Температурная зависимость коэффициента диффузии в реальном кристалле. Пути облегченной диффузии. Задача Харта.

Химический потенциал как основная движущая сила диффузионного процесса. Восходящая диффузия. Основные постулаты теории неравновесных процессов (формализм Онзагера). Термодинамические уравнения движения. Правило выбора термодинамических сил. Эффект Киркендала.

Теория Даркена для описания диффузии в бинарной системе. Связь между собственными коэффициентами диффузии и коэффициентом взаимной диффузии в бинарной системе.

Уравнения для описания диффузионных процессов в многокомпонентных системах. Диффузия в многофазных системах. Атомная и реактивная (реакционная) диффузии. Значения коэффициентов диффузии в различных кристаллических решетках. Связь между характеристиками диффузии и диаграммами фазового равновесия. Процессы диффузионного роста фаз. Уравнение баланса масс. Критерии Зайта. Кинетика образования и роста фаз в покрытиях при химико-термической обработке металлов и сплавов.

Раздел 2. Теория фазовых превращений в металлических системах.

Общая классификация фазовых превращений и проблема зарождения новой фазы. Роль упругой и поверхностной энергий. Структура и энергия межфазных границ. Условие когерентности решеток на границе раздела фаз. Особенности кинетики фазовых превращений в связи с характером движения границы раздела фаз. Скользящие и нескользящие границы. Понятие о бездиффузионном превращении. Процессы зарождения и роста. Роль диффузии в фазовых превращениях. Типы диффузионных и

бездиффузионных превращений в твердом состоянии. Общая классификация гетерогенных превращений.

Процессы зарождения. Зарождение выделений второй фазы из пересыщенного твердого раствора. Гомогенное и гетерогенное зарождение. Образование переходных фаз. Влияние примесных атомов. Рост выделений из пересыщенного твердого раствора. Теории термически активируемого роста. Рост, контролируемый процессами на межфазной границе. Рост, лимитируемый диффузией. Линейный рост двухфазных областей. Формальная кинетика процессов зарождения и роста. Кривые изотермического превращения. Уравнение Аврами. Превращения с параболическим законом роста. Влияние температуры. Неизотермические превращения. Растворение выделений второй фазы. Растворение, контролируемое диффузией. Кинетика реакций на поверхности раздела. Сетки выделений второй фазы. Практическое применение теории. Растворимость карбидов, нитридов и интерметаллидов при нагреве. Стадии растворения. Термодинамика процесса. Влияние легирующих элементов на растворимость. Роль термодинамической активности. Влияние состава твердого раствора.

Характер изменения атомнокристаллической структуры при аллотропических превращениях в металлах. Кинетика нормального аллотропического превращения. Термодинамика массивного превращения в сплавах. Определение концентрационно-температурных условий бездиффузионного массивного превращения. Аллотропические превращения в титане и его сплавах. Мартенситные реакции и особые свойства материалов. Мартенситные реакции в легированных латунях, интерметаллидах.

Промежуточные превращения в сплавах титана. Изотермическое образование α'' и co -фаз. Их влияние на структуру и свойства сплавов.

Изменение свойств и структуры при старении сплавов. Некоторые вопросы термодинамики и кинетики распада пересыщенных твердых растворов. Нестабильность структуры, вызванная изменением химической свободной энергии. Нестабильность, вызванная неравномерным распределением растворенного компонента. Спинодальный распад. Образование метастабильных периодических распределений концентраций. Упругая энергия и морфология гетерофазных растворов. Модулированные структуры. Старение алюминиевых, медных и титановых сплавов. Особенности образования карбидов и интерметаллидов.

7.7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины-модуля

- обязательное посещение лекций;
- регулярная подготовка к контрольным мероприятиям;
- активная работа на лабораторных занятиях;
- изучение рекомендуемой литературы

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Три лекционных аудитории, оснащенных мультимедийным оборудованием. Лабораторное оборудование:

- 1) электрические печи;
- 2) оборудование для пробоподготовки (электроискровой станок, наждаки, станки для полировки шлифов);
- 3) оптические микроскопы METAM PB 21-2 - 6 шт.;
- 4) оптические микроскопы Neophot 2 с приставками для дюрOMETрических испытаний - 2 шт.;
- 5) оптический микроскоп Olympus GX51 с системой анализа изображения SIAMS;
- 6) микротвердомеры - 2 шт.

9. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Номер листа изменений | Номер протокола заседания | Дата заседания кафедры | Всего листов в документе | Подпись ответственного за внесение |
|-----------------------|---------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------------------|
|-----------------------|---------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------------------|

