

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра физики твердого тела и неравновесных систем

**ФИЗИКА И СТРУКТУРА
РЕАЛЬНЫХ КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД**

*Утверждено редакционно-издательским советом университета
в качестве методических указаний*

Самара
Издательство «Самарский университет»
2015

УДК 378
ББК 74.58

Рецензент канд. техн. наук, доц. В. И. Чепурнов

Физика и структура реальных конденсированных сред : методические указания / сост. Ю. В. Осинская. – Самара: Изд-во «Самарский университет», 2015. – 32 с.

В указаниях содержатся учебно-тематический план; рекомендованные списки основной и дополнительной литературы, периодических изданий; учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины для организации самостоятельной работы; содержание практических занятий, основные понятия дисциплины.

Предназначены для бакалавров, изучающих дисциплину «Физика и структура реальных конденсированных сред» в рамках профиля «Физика конденсированного состояния» направления 03.03.02 Физика.

УДК 378
ББК 74.58

© Осинская Ю. В., составление, 2015
© ФГБОУ ВПО «Самарский государственный университет», 2015

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе, требования к уровню освоения содержания дисциплины

1.1. Цели и задачи изучения дисциплины

Цель дисциплины - изучение теоретических основ процессов образования, движения и взаимодействия дефектов кристаллической решетки и их роли в формировании физических свойств твердых тел, а также ознакомление с основными современными представлениями о процессах пластической деформации, механизмах упрочнения, причинах разрушения и путях улучшения физико-механических характеристик, применяемых в промышленности материалов.

Задачи дисциплины:

- рассмотреть физические основы образования дефектов кристаллической решетки, их взаимодействия и движения при различных воздействиях;
- рассмотреть роль дефектов в формировании физических свойств твердых тел;
- изложить основы современной теории механических свойств твердого тела;
- проанализировать зависимости свойств металлов и сплавов от их состава и структуры;
- раскрыть понятия сил связи на атомном и молекулярном уровне;
- раскрыть физические основы взаимосвязи структуры твердых тел и их макроскопических свойств.

1.2. Результаты обучения и формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) компетенции

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен

знать:

- виды дефектов кристаллической решетки и механизмы их образования и взаимодействия между собой;
- механизмы движения дефектов кристаллической решетки;
- теоретические основы прочности и пластичности твердых тел;
- физические факторы, влияющих на прочность и пластичность металлов и сплавов;
- пути и методы повышения физико-механических свойств твердых тел, в частности прочности и пластичности.

уметь:

- самостоятельно анализировать и решать задачи научно-исследовательского характера по профилю и уметь пропагандировать их;
- применять полученные знания в своей теоретической и практической работе.

владеть навыками:

- представлениями об общей структуре современной физики конденсированного состояния вещества и понимать перспективы её развития;
- навыками вести целенаправленный поиск литературы по заданным направлениям физики конденсированного состояния по реферативным журналам, электронным библиотекам и другим Internet-источникам.

иметь опыт:

- самостоятельно работать с научной литературой по профилю и понимать её.

владеть компетенциями:

Код компетенции	Наименование результата обучения
ОК-1	Способность использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции
ОПК-1	Способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач
ПК-1	Способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин
ПК-3	Готовность применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований
ПК-4	Способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин
ПК-5	Способность пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований
ПК-11	Способность использовать фундаментальные законы основных профессиональных дисциплин физики конденсированного состояния в профессиональной деятельности
ПК-12	Способность к самостоятельной работе и обучению
ПК-16	Способность сформулировать задачи прикладных исследований в области физики конденсированного состояния

1.3. Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Физика и структура реальных конденсированных сред» основывается на знаниях, полученных бакалаврами при изучении дисциплин «Введение в физику конденсированного состояния», «Симметрия и структура конденсированных сред», «Физическое материаловедение конденсированных сред».

Понятия и усвоенные закономерности, приобретенные навыки и умения, способности сформированные в курсе «Физика и структура реальных конденсированных сред» могут быть полезны при изучении курсов «Диффузионные процессы в конденсированных средах», «Электронные свойства твердых тел», «Электронная микроскопия конденсированных сред»; могут быть использованы для успешной реализации задач профессиональной деятельности.

2. Содержание дисциплины

2.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Семестр – 7, 8, вид отчетности – экзамен

Вид учебной работы	Объем часов/ зачетных единиц (7 семестр)	Объем часов/ зачетных единиц (8 семестр)
Трудоемкость изучения дисциплины	130/3,5	122/3,5
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	80	78
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции</i>	36	36
<i>практические занятия</i>	6	6
<i>лабораторные занятия</i>	30	30
Контролируемая самостоятельная работа (КСР)	8	6
Самостоятельная работа студента (всего)	50	44
<i>в том числе:</i>		
<i>Подготовка к практическим и лабораторным занятиям</i>	18	6
<i>Самостоятельное изучение тем</i>	16	2
<i>Подготовка реферата</i>	10	–
<i>Подготовка презентации</i>	6	–
<i>Подготовка и сдача экзамена</i>	–	36

2.2. Содержание учебного курса

РАЗДЕЛ 1. Элементы теории дефектов

Тема 1.1. Введение

Предмет и задачи курса. Понятие реальной структуры кристаллов. Классификация дефектов кристаллического строения в твердых телах.

Тема 1.2. Точечные дефекты

Виды точечных дефектов. Вакансии. Атомы внедрения. Геометрия пустот в основных решетках металлов. Искажение решетки вокруг точечных дефектов. Термодинамика точечных дефектов. Равновесная концентрация точечных дефектов. Миграция точечных дефектов. Источники и стоки точечных дефектов. Комплексы точечных дефектов. Поведение вакансий при закалке и отжиге. Методы определения концентрации вакансий, энергии их образования и миграции.

Тема 1.3. Основные типы дислокаций и их движение

Дислокации – подход с точки зрения теории упругости. Классификация дислокаций. Краевые дислокации. Скольжение краевых дислокаций. Переползание краевых дислокаций. Винтовые дислокации. Скольжение винтовых дислокаций. Смешанные дислокации, пример их движения. Дислокационные петли. Призматические дислокационные петли, способы их образования. Вектор Бюргерса. Свойства вектора Бюргерса. Плотность дислокаций.

Тема 1.4. Упругие свойства дислокаций

Энергия дислокаций. Силы, действующие на дислокацию. Упругое взаимодействие параллельных краевых дислокаций. Дислокационная стенка. Упругое взаимодействие параллельных винтовых дислокаций.

Тема 1.5. Дислокации в типичных металлических структурах. Дефекты упаковки

Подразделение дислокаций на полные и частичные. Энергетический критерий дислокационных реакций. Плотнейшие упаковки. Виды дефектов упаковки, способы их образования. Стандартный тетраэдр Томпсона и дислокационные реакции в ГЦК решетке.

Тема 1.6. Взаимодействие дислокаций с точечными дефектами

Взаимодействие дислокаций с примесными атомами. Атмосферы Котрелла. Атмосферы Снука. Атмосферы Сузуки. Взаимодействие дислокаций с вакансиями и межузельными атомами.

Тема 1.7. Образование дислокаций

Происхождение дислокаций. Сетки дислокаций. Размножение дислокаций при пластической деформации. Источник Франка-Рида.

Тема 1.8. Торможение дислокаций

Сила Пайерлса. Торможение дислокаций дисперсными частицами. Выгибание дислокаций между дисперсными частицами. Локальное поперечное скольжение. Перерезание дислокациями дисперсных частиц. Торможение дислокаций атомами примесей и легирующих элементов. Торможение дислокаций атмосферами Коттрелла, Сузуки и Снука. Торможение дислокаций в твердых растворах.

Тема 1.9. Методы выявления дислокаций в металлах

Получение увеличенного изображения кристаллической решетки. Наблюдение линий декорированных дислокаций в световом микроскопе. Метод ямок травления. Дифракционная (просвечивающая) электронная микроскопия.

РАЗДЕЛ 2. Физика прочности и пластичности

Тема 2.1. Введение

Проблема разрушения материалов. Задачи физики прочности и пластичности. История развития проблемы прочности.

Тема 2.2. Межатомное взаимодействие. Основные типы связи в твердых телах

Классификация твердых тел. Типы связи. Энергия связи. Молекулярные кристаллы. Силы Ван-дер-Ваальса. Дисперсионное, ориентационное, индукционное взаимодействие. Ионные кристаллы. Ковалентные кристаллы. Металлы.

Тема 2.3. Механические свойства твердых тел

Напряженное и деформированное состояние твердых тел. Тензор напряжений и деформаций. Упругость. Закон Гука для изотропных твердых тел. Связь между модулями Юнга, объемной деформации и сдвига. Коэффициент Пуассона. Закон Гука для анизотропных твердых тел. Пластические свойства кристаллических твердых тел. Кристаллографическая природа пластической деформации. Закон Шмида и Боаса. Теоретическая и реальная прочность кристалла. Хрупкое разрушение. Теория Гриффитса. Временная прочность твердых тел. Пути повышения прочности твердых тел. Изготовление бездефектных кристаллов. Максимальное искажение внутренней структуры. Теория упрочнения металлов.

Тема 2.4. Ползучесть металлов и сплавов

Теория ползучести. Три стадии ползучести. Анализ кривых ползучести. Структурные изменения в процессе ползучести. Энергия активации стадии установившейся ползучести. Значение энергии активации при ползучести. Теории ползучести. Механизм Наборро-Херринга. Теория возврата. Теория ползучести Виртмана. Третья стадия ползучести – начало раз-

рушения. Ползучесть сплавов. Способы повышения сопротивления ползучести. Сверхпластичность.

Тема 2.5. Усталость материала

Основные понятия и кинетика усталостных явлений. Соотношение Гудмэна и зависимость Гербера. Напряжения при циклическом нагружении. Диаграмма усталости Велера. Малоцикловая усталость. Зависимость Мансона. Кинетика усталостных явлений. Структурные изменения в процессе усталости. Полосы скольжения. Экструзия и интрузия. Микротрещины. Теория зарождения усталостных трещин. Физические параметры усталости. S-N кривые при усталости. Распространение усталостных трещин. Усталостные процессы на практике.

Тема 2.6. Внутреннее трение материала

Методы измерения внутреннего трения. Связь между различными мерами.

Основные экспериментальные результаты исследований внутреннего трения. Амплитудная, временная, частотная, температурная зависимости. Макроскопическая теория внутреннего трения. Теория реологических явлений (модель Максвелла, модель Фогта, модель Зинера, модель Алфрея-Кобеко). Термодинамическая теория. Линейные колебания. Резонансные потери. Релаксационная и гистерезисная потери. Внутреннее трение, обусловленное точечными дефектами структуры. Диффузия одиночных вакансий. Эффекты, обусловленные атомами внедрения и замещения. Внутреннее трение, обусловленное протяженными дефектами. Модель колеблющейся струны. Внутреннее трение, связанное с переползанием дислокаций. Возврат внутреннего трения. Внутреннее трение при фазовых превращениях. Аллотропические превращения и распад пересыщенных твердых растворов. Упорядочение сплавов. Внутреннее трение, обусловленное электронными и ионными процессами. Потери, связанные с фононами и электронами. Внутреннее трение сегнетоэлектрических материалов и полупроводников. Возможности метода внутреннего трения. Энергия активации процесса. Коэффициенты диффузии. Пределы растворимости атомов. Границы зерен и блоков. Зародыши новой фазы, активационные объемы.

Тема 2.7. Практические вопросы прочности и пластичности

Старение металлических сплавов. Основные современные представления о процессах старения металлических сплавов. Спинодальный распад. Роль дефектов кристаллического строения в процессе старения. Некоторые основные закономерности изменения структуры и свойств при старении сплавов. Динамическое старение металлических сплавов.

2.3. Учебно-тематический план

2.3.1. Структура дисциплины

№ раз-дела	Наименование разделов, тема	Количество часов				
		Все-го	Аудиторная работа			Внеаудитор-ная само-стоятельная работа
			Лек-ции	Практичес-кие занятия	Лаборатор-ные работы	
1	2	3	4	5	6	7
1	Раздел 1. Элементы теории дефектов	106	36	6	30	34
	Тема 1.1. Введение	2	2	–	–	–
	Тема 1.2. Точечные дефекты	7	4	2	–	1
	Тема 1.3. Основные типы дислокаций и их движение	38	8	2	16	12
	Тема 1.4. Упругие свойства дислокаций	6	4	–	–	2
	Тема 1.5. Дислокации в типичных металлических структурах. Дефекты упаковки	6	4	–	–	2
	Тема 1.6. Взаимодействие дислокаций с точечными дефектами	7	4	–	–	3
	Тема 1.7. Образование дислокаций	6	4	–	–	2
	Тема 1.8. Торможение дислокаций	6	4	–	–	2
	Тема 1.9. Методы выявления дислокаций в металлах	28	2	2	14	10

2	Раздел 2. Физика прочности и пластичности	80	36	6	30	8
	Тема 2.1. Введение	2	2	–	–	–
	Тема 2.2. Межатомное взаимодействие. Основные типы связи в твердых телах	4	4	–	–	–
	Тема 2.3. Механические свойства твердых тел	12	8	4	–	–
	Тема 2.4. Ползучесть металлов и сплавов	6	6	–	–	–
	Тема 2.5. Усталость материала	6	6	–	–	–
	Тема 2.6. Внутреннее трение материала	6	6	–	–	–
	Тема 2.7. Практические вопросы прочности и пластичности	44	4	2	30	8
3	Написание реферата по разделу 1	10	–	–	–	10
4	Подготовка презентации по разделу 1	6	–	–	–	6
	Контролируемая самостоятельная работа (КСР)	14	–	–	–	14
	Подготовка и сдача экзамена	36	–	–	–	36
	Итого	252	72	12	60	72+36э

2.3.2. Лабораторные работы

№	№ раздела, темы	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов	Образовательная технология
1	2	3	4	5
1	1.3	Исследование структуры кристаллов методом вращения	8	Письменная работа, групповая дискуссия, проектирование, лабораторная работа
2	1.3	Определение параметров элементарной ячейки и индцирование рентгенограмм кристаллов, полученных методом фотографирования обратной решетки	8	Письменная работа, групповая дискуссия, проектирование, лабораторная работа
3	1.9	Исследование субструктуры кристаллов методом Фудживара	8	Письменная работа, групповая дискуссия, проектирование, лабораторная работа
4	1.9	Исследование кристаллов с одномерным разупорядочением	6	Письменная работа, групповая дискуссия, проектирование, лабораторная работа
5	2.7	Эффект Бормана	8	Письменная работа, групповая дискуссия, проектирование, лабораторная работа
6	2.7	Гармонический анализ формы линий рентгенограммы	8	Письменная работа, групповая дискуссия, проектирование, лабораторная работа

7	2.7	Определение размера когерентно рассеивающих блоков и величины микродеформации методом аппроксимации	8	Письменная работа, групповая дискуссия, проектирование, лабораторная работа
8	2.7	Структура аморфных твердых тел	6	Письменная работа, групповая дискуссия, проектирование, лабораторная работа
Итого			60	

2.3.3. Практические занятия (семинары)

№	№ Раздела, темы	Тема	Кол-во часов	Образовательная технология
1	2	3	4	5
1	1.2	Решение задач по теме «Точечные дефекты»	2	Групповое обсуждение, решение задач, письменные работы
2	1.3	Решение задач по теме «Основные типы дислокаций и их движение»	2	Групповое обсуждение, решение задач, письменные работы
3	1.9	Контрольная работа по разделу 1	2	Решение задач, письменные работы
4	2.3	Решение задач по теме «Механические свойства твердых тел»	4	Групповое обсуждение, решение задач, письменные работы
5	2.7	Контрольная работа по разделу 2	2	Решение задач, письменные работы
Итого			12	

2.3.4. Самостоятельное изучение разделов дисциплины

№ раздела, темы	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Форма контроля
1	2	3	4
1.3	Движение дислокаций как механизм пластической деформации	3	Конспект
1.4	Дислокации как источник кривизны решетки	2	Конспект
1.5	Двойникующая дислокация. Дислокации в упорядоченных сплавах	2	Конспект
1.6	Дисклинации	3	Конспект
1.7	Механизмы размножения дислокаций	2	Конспект
1.8	Границы зерен и субзерен	2	Конспект
1.9	Современные методы исследования дислокационной структуры	2	Конспект, коллоквиум
2.7	Влияние внешних воздействий на старение металлических сплавов	2	Конспект, коллоквиум
1.2, 1.3, 1.9, 2.3, 2.7	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям	24	Рабочая тетрадь, устный групповой опрос, отчет по лабораторной работе, домашнее задание, контрольная работа
1.1-1.9	Подготовка реферата	10	Индивидуальный устный опрос, реферат, дискуссия
1.1-1.9	Подготовка презентации	6	Доклад, презентация
1, 2	Подготовка и сдача экзамена	36	Экзамен
	Итого	94	

2.3.5. Курсовой проект (курсовая работа)

Не предусмотрен.

2.3.6. Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Физика и структура реальных конденсированных сред» используются следующие образовательные технологии:

1. Традиционная образовательная технология (*лекция, решение задач, коллоквиум*);

2. Технология интерактивного коллективного взаимодействия (*дискуссия, групповое обсуждение, письменные работы, решение задач, проектирование, лабораторная работа*);

3. Технология проблемного обучения (*проблемная лекция, реферат, аннотация, презентация доклада*);

2.3.7. Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях

Семестр / тема	Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
1	2	3	4
7 / 1.1	Лекция	Проблемная лекция	2
7 / 1.2	Практическое занятие	Групповое обсуждение, решение задач	2
7 / 1.3	Практическое занятие	Групповое обсуждение, решение задач	2
	Лабораторное занятие	Групповое обсуждение, проектирование	16
7 / 1.6	Лекция	Проблемная лекция	4
7 / 1.8	Лекция	Проблемная лекция	4
7 / 1.9	Лекция	Проблемная лекция	2
	Лабораторное занятие	Групповое обсуждение, проектирование	14
8 / 2.1	Лекция	Проблемная лекция	2
8 / 2.3	Практическое занятие	Групповое обсуждение, решение задач	4
8 / 2.7	Лекция	Проблемная лекция	4
	Лабораторное занятие	Групповое обсуждение, проектирование	30
Итого			86 (54 % аудиторных часов)

2.3.8. Оценочные средства результатов обучения*

№	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (ее уровень)	Наименование средств оценки результатов обучения
1	Тема 1.1 Введение	ОК-1, ОПК-1, ПК-4, ПК-16	Рабочая тетрадь, конспект, аннотация
2	Тема 1.2. Точечные дефекты	ОПК-1, ПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-12	Рабочая тетрадь, конспект, аннотация

1	2	3	4
2	Тема 1.2. Точечные дефекты	ОПК-1, ПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-12	Рабочая тетрадь, конспект, аннотация
3	Тема 1.3. Основные типы дислокаций и их движение	ОПК-1, ПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-11, ПК-12, ПК-16	Рабочая тетрадь, конспект, аннотация, отчет по лабораторной работе, домашнее задание
4	Тема 1.4. Упругие свойства дислокаций	ОПК-1, ПК-1, ПК-4, ПК-12	Рабочая тетрадь, конспект, аннотация
5	Тема 1.5 Дислокации в типичных металлических структурах. Дефекты упаковки	ОПК-1, ПК-1, ПК-4, ПК-12	Рабочая тетрадь, конспект, аннотация
6	Тема 1.6. Взаимодействие дислокаций с точечными дефектами	ОПК-1, ПК-1, ПК-4, ПК-12	Рабочая тетрадь, конспект, аннотация
7	Тема 1.7. Образование дислокаций	ОПК-1, ПК-1, ПК-4, ПК-12	Рабочая тетрадь, конспект, аннотация
8	Тема 1.8. Торможение дислокаций	ОПК-1, ПК-1, ПК-4, ПК-12	Рабочая тетрадь, конспект, аннотация
9	Тема 1.9. Методы выявления дислокаций в металлах	ОПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-11, ПК-12, ПК-16	Рабочая тетрадь, конспект, аннотация, коллоквиум, разноуровневые задания, отчет по лабораторной работе, домашнее задание, контрольная работа
10	Тема 2.1. Введение	ОК-1, ОПК-1, ПК-4, ПК-16	Рабочая тетрадь, конспект, аннотация
11	Тема 2.2. Межатомное взаимодействие. Основные типы связи в твердых телах	ОПК-1, ПК-1, ПК-4, ПК-12	Рабочая тетрадь, конспект, аннотация
12	Тема 2.3. Механические свойства твердых тел	ОПК-1, ПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-12	Рабочая тетрадь, конспект, аннотация, домашнее задание
13	Тема 2.4. Ползучесть металлов и сплавов	ОПК-1, ПК-1, ПК-4, ПК-12	Рабочая тетрадь, конспект, аннотация
14	Тема 2.5. Усталость материала	ОПК-1, ПК-1, ПК-4, ПК-12	Рабочая тетрадь, конспект, аннотация

15	Тема 2.6. Внутреннее трение материала	ОПК-1, ПК-1, ПК-4, ПК-12	Рабочая тетрадь, конспект, аннотация
16	Тема 2.7. Практические вопросы прочности и пластичности	ОПК-1, ПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-11, ПК-12, ПК-16	Рабочая тетрадь, конспект, аннотация, коллоквиум, разноуровневые задания, отчет по лабораторной работе, домашнее задание, контрольная работа
17	Написание реферата по курсу лекций	ОК-1, ОПК-1, ПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-11, ПК-12	Реферат
18	Подготовка презентации по курсу лекций	ОК-1, ОПК-1, ПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-11, ПК-12	Презентация доклада
19	Текущий контроль		Использование балльно-рейтинговой системы (БРС)
20	Промежуточная аттестация: экзамен		Использование балльно-рейтинговой системы (БРС)

3. Организация входного, текущего и промежуточного контроля обучения

3.1. Организация контроля:

Текущий контроль – использование балльно-рейтинговой системы.

Промежуточная аттестация выставляется на основании балльно-рейтинговой системы.

3.2. Балльно-рейтинговая система

Оценка «отлично» выставляется студенту, набравшему от **86 до 100 баллов**, означающих, что теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые компетенции и практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, набравшему от **71 до 85 баллов**, означающих, что теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые компетенции сформированы, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все

предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, набравшему от **60 до 70 баллов**, означающих, что теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые компетенции сформированы, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий выполнены с ошибками.

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине «Физика и структура реальных конденсированных сред», закрываемой семестровой (итоговой) аттестацией (экзамен) равна 100.

Баллы, характеризующие успеваемость студента по дисциплине, набираются им в течение всего периода обучения за изучение отдельных тем и выполнение отдельных видов работ.

1.	Посещение занятий (<i>рабочая тетрадь, конспект</i>)	до 9 баллов (0,25 балла за 1 занятие)
2.	Контрольные мероприятия	до 40 балла
	<i>Коллоквиум</i>	<i>до 8 баллов (4 балла за 1 коллоквиум)</i>
	<i>Аннотация</i>	<i>до 9 баллов (0,25 балла за 1 аннотацию)</i>
	<i>Разноуровневые задания</i>	<i>до 8 баллов (4 балла за 1 задание)</i>
	<i>Участие в практическом занятии (выход к доске)</i>	<i>до 9 баллов (0,25 балла за 1 участие)</i>
	<i>Контрольная работа</i>	<i>до 6 баллов (3 балла за одну работу)</i>
3.	Выполнение заданий по дисциплине в течение семестра	до 18 баллов
	<i>Домашние задания</i>	<i>до 9 баллов (0,25 балла за 1 задание)</i>
	<i>Написание реферата</i>	<i>до 6 баллов</i>
	<i>Презентация доклада</i>	<i>до 4 баллов</i>
4	Выполнение дополнительных практико-ориентированных заданий	до 30 баллов
	<i>Участие в студенческой научной конференции</i>	<i>до 15 баллов</i>
	<i>Оформление информационного учебного ресурса</i>	<i>до 15 баллов</i>
5	Ответ на экзамене	до 30 баллов
	Итого:	100 + 30 баллов

Распределение баллов, составляющих основу оценки работы студента по изучению дисциплины «**Физика и структура реальных конденсированных сред**» в течение 17 (11) недель 7 (8) семестра.

- 100 баллов распределяются на учебный период (7, 8 семестр), заканчивающийся промежуточной аттестацией;
- 70 баллов – посещение и контрольные мероприятия;
- 30 баллов – ответ на экзамене;
- возможность набора дополнительных 30 баллов за практико-ориентированные задания.

4. Сведения о материально-техническом обеспечении дисциплины

№	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий	Перечень оборудования и технических средств обучения
1	Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование
2	Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование
3	Лаборатории кафедры ФТТиНС (ком. 101ф, 107ф, 109ф)	Рентгеновский дифрактометр ДРОН-2.0, рентгеновский аппарат УРС-55, рентгеновская камера РКСО

При реализации учебной дисциплины используется следующий набор лицензионного программного обеспечения:

1. Пакет Microsoft Office 2003.
2. Операционная система семейства Windows.

5. Литература

5.1. Основная

1. Готтштайн Г. Физико-химические основы материаловедения. – М.: БИНОМ, 2011.
2. Епифанов Г.И. Физика твердого тела. – СПб.: Лань, 2010.
3. Матухин В.Л., Ермаков В.Л. Физика твердого тела. – СПб.: Лань, 2010.
4. Гуревич А.Г. Физика твердого тела: Учебное пособие для вузов / ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН. – САб.: Невский Диалект; БХВ–Петербург, 2004.
5. Павлов П.В., Хохлов А.Ф. Физика твердого тела: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 2000.

Информационный библиотечный ресурс

1. Национальный цифровой ресурс Руконт – <http://rucont.ru/>.
2. Электронная библиотека – <http://www.book.ru/>.
3. Издательство «Лань», электронно-библиотечная система – <http://e.lanbook.com/>.

4. Электронная библиотека издательства «Юрайт» – <http://www.biblio-online.ru/home>.

5. Электронно-библиотечная система – <http://ibooks.ru/>.

5.2. Дополнительная

1. Сирота Д.И. Физика твердого тела. Сборник задач с подробными решениями. – М: Либроком, 2010.

2. Вакс В.Г. Межатомные взаимодействия и связь в твердых телах. – М.: ИздАТ, 2002.

3. Винтайкин Б.Е. Физика твердого тела. Учебное пособие. – М.: МГТУ, 2006.

4. Зиненко В. И., Сорокин Б. П., Турчин П. П. Основы физики твердого тела: Учеб. пособие для вузов. - М.: Издательство Физико-математической литературы, 2001.

5. Криштал М.А., Головин С.А. Внутреннее трение и структура металлов. М.: Metallurgia, 1986.

6. Владимиров В.И. Физическая природа разрушения металлов. – М.: Metallurgia, 1984.

7. Кацнельсон А. Введение в физику твердого тела. – М.: МГУ, 1984.

8. Орлов А.Н. Введению в теорию дефектов в кристаллах: учебное пособие. – М.: Высшая школа, 1983.

9. Новиков И.И. Дефекты кристаллического строения металлов: учебное пособие для вузов. - М.: Metallurgia, 1983.

10. Полухин П.И., Горелик С. С., Воронцов В. И. Физические основы пластической деформации. – М.: Metallurgia, 1982.

5.3. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины для организации самостоятельной работы студентов

1. Министерство образования и науки Российской Федерации <http://mon.gov.ru>.

2. Федеральное агентство по науке и инновациям <http://www.fasi.gov.ru>.

3. Программы инновационного развития <http://mrgr.org/pir/>.

4. Инновационно-инвестиционный фонд Самарской области <http://www.samarafond.ru/>

5. Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки <http://www.nisca.ru>

6. УМО по классическому университетскому образованию России <http://www.umo.msu.ru>

7. Киселева Т.Д., Ключаков И.Л. Залечивание трещин лазерным излучением. – Самара: Самарский университет, 1998. – 24 с., тираж 100 экз.

8. Журавель Л.В., Киселева Т.Д., Нефедов С.А. Лаборатория металлографии, Ч.1. Методы металлографического исследования. Самара: Самарский университет, 2003.

9. Журавель Л.В., Киселева Т.Д., Нефедов С.А. Лаборатория металлографии, Ч.3: Актуальные задачи физического металловедения: Практикум. – Самара: Самарский университет, 2004.

10. Покоев А.В., Осинская Ю.В. Физические свойства кристаллов: лабораторный практикум. – Самара: Самарский университет, 2007.

5.4. Рекомендуемые периодические издания

1. Журнал «Физика твердого тела» <http://journals.ioffe.ru/ftt/>.

2. Журнал «Журнал технической физики» <http://journals.ioffe.ru/jtf/>.

3. Журнал «Письма в журнал технической физики» <http://journals.ioffe.ru/pjtf/>.

4. Журнал «Физика металлов и металловедения» <http://fmm.imp-uran.ru/>.

5. Журнал «Журнал экспериментальной и теоретической физики» <http://jetp.ac.ru/>.

СОДЕРЖНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Практическое занятие по теме 1.2. «Точечные дефекты»

1. При температуре вблизи точки плавления равновесная концентрация вакансий в магнии равна $7,2 \cdot 10^{-4}$. Приблизительно оцените равновесную концентрацию вакансий в магнии при комнатной температуре.

2. Равновесная концентрация вакансий в ГЦК металле при комнатной температуре равна 10^{-20} . Приблизительно оцените, на сколько порядков концентрация закалочных вакансий при резком охлаждении с $927 \text{ }^\circ\text{C}$ будет больше равновесной их концентрации при комнатной температуре.

3. Энергия активации миграции вакансий в никеле равна $1,50 \text{ эВ}$, а энергия активации самодиффузии $3,03 \text{ эВ}$. Определите отношение равновесной концентрации вакансий при $1027 \text{ }^\circ\text{C}$ к равновесной концентрации вакансий при $27 \text{ }^\circ\text{C}$.

4. Приблизительно оцените энергию образования вакансии в ГЦК металле, если экспериментально определенная равновесная концентрация вакансий при $927 \text{ }^\circ\text{C}$ равна $1 \cdot 10^{-5}$.

5. В опытах по параллельному измерению длины и периода решетки стержня из алюминия концентрации вакансий при $655 \text{ }^\circ\text{C}$ оказалась равной $4,9 \cdot 10^{-4}$, а при $620 \text{ }^\circ\text{C}$ – $3,7 \cdot 10^{-4}$. Определите энергию и энтропию образования вакансий в алюминии.

6. Оцените, на сколько порядков изменится равновесная концентрация вакансий в золоте при повышении температуре с 600 до $1000 \text{ }^\circ\text{C}$, если при $600 \text{ }^\circ\text{C}$ эта концентрация равна $9,1 \cdot 10^{-6}$.

7. Во сколько раз различаются частоты перескоков вакансий в алюминии и платине при $500 \text{ }^\circ\text{C}$? Примите, что $S_m/k \sim 1$.

Практическое занятие по теме 1.3 «Основные типы дислокаций и их движение»

1. В образце алюминия после резкого охлаждения в воде появились дислокационные петли, число которых было равно $1 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$, а средний диаметр 30 нм . Оцените концентрацию вакансий при температуре, с которой охлаждался образец.

2. После резкого охлаждения алюминия в воде с $630 \text{ }^\circ\text{C}$ внутри зерен появляется множество призматических петель, лежащих в плоскостях $\{111\}$, причем в зонах шириной около 1 мкм по обе стороны от границ зерен указанные пели не возникают. Чем обусловлено существование таких зон и как должна влиять скорость охлаждения с $630 \text{ }^\circ\text{C}$ на их ширину?

3. В медной фольге после ядерного облучения появились дислокационные петли, число которых составило 10^{15} см^{-3} , а средний диаметр равен 40 нм . Оцените концентрацию возникших при облучении меди точечных дефектов, конденсация которых привела к образованию дислокационных петель.

4. Покажите с помощью схемы, что при скольжении призматической дислокационной петли, имевшей в исходном положении краевую ориентацию, могут появиться участки с винтовой ориентацией (допустите, что отдельные участки исходной петли неподвижны).

5. Оцените (в километрах) суммарную длину всех дислокаций в 1 см^3 отожженного металла с плотностью дислокаций 10^8 см^{-2} .

Практическое занятие по теме 2.3 «Механические свойства твердых тел»

1. Во сколько раз относительное удлинение рыболовной лесы диаметром 0,2 мм больше, чем лесы диаметром 0,4 мм, если к концам лес приложены одинаковые силы?

2. Для подъема черпака с углем весом 100 кН служит трос, свитый из 200 железных проволок. Каков диаметр каждой проволоки, если коэффициент запаса прочности взят равным 5? Предел прочности 350 МПа.

3. Во сколько раз изменится абсолютное удлинение проволоки, если, не меняя нагрузку, заменить проволоку другой – из того же материала, но имеющей вдвое большую длину и в 2 раза больший диаметр.

4. Какую наименьшую длину должна иметь свободно подвешенная за один конец стальная проволока, чтобы она разорвалась под действием силы тяжести? Предел прочности стали равен $3,2 \cdot 10^8 \text{ Па}$, плотность – 7800 кг/м^3 .

5. Штампуются монета диаметром 18 мм. Какова сила удара по заготовке? Предел текучести металла 200 Н/мм^2 .

6. Какого наименьшего поперечного сечения нужно взять стальной стержень, чтобы растягивающая нагрузка 2,5 кН не вызвала остаточной деформации? Предел упругости стали при растяжении 1 кН/мм^2 .

7. К проволоке был подвешен груз. Затем проволоку согнули пополам и подвесили тот же груз. Сравните абсолютное и относительное удлинение проволоки в обоих случаях.

8. Плуг сцеплен с трактором стальным тросом. Допустимое напряжение материала троса $\sigma=20 \text{ ГПа}$. Какой должна быть площадь поперечного сечения троса, если сопротивление почвы движению плуга равно $1,6 \cdot 10^5 \text{ Н}$?

9. Прямоугольный изотропный брусок размером $8 \times 3 \times 2 \text{ см}^3$ поместили в жидкость под гидростатическим давлением 1000 Н/см^2 , при этом объем уменьшился на 1 мм^3 . Найти компоненты тензора напряжений и деформаций.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ КУРСА

Амплитудно-зависимое внутреннее трение – изменение внутреннего трения с амплитудой прикладываемого напряжения, вызванное нелинейной зависимостью между напряжением и деформацией.

Анизотропия механических свойств – различие механических характеристик: упругости, пластичности и прочности в различных направлениях твердого тела.

Аннигиляция дислокаций – слияние и взаимное уничтожение двух дислокаций или элементов одной дислокационной петли, имеющих противоположный знак.

Атом внедрения – собственный или примесный атом в кристалле, занимающий внеузельное положение в кристаллической решетке.

Атом замещения – примесный атом, занимающий положение в свободном узле кристаллической решетки, т.е. замещающий собственный атом кристалла в узле.

Бивакансия (иногда **Дивакансия**) – комплекс из двух вакансий, расположенных в соседних узлах решетки кристалла и объединившихся в результате случайных столкновений.

Ближний порядок – упорядоченность в расположении структурных частиц вещества (атомов, молекул, ионов), повторяющаяся на расстояниях, сравнимых с межатомными.

Бюргерса вектор – мера искаженности кристаллической решетки, обусловленной присутствием в ней дислокации. Он определяет энергию дислокации, действующие на дислокацию силы, величину связанного с дислокацией сдвига, влияет на подвижность дислокации.

Бюргерса контур – замкнутый контур произвольной формы, построенный в реальном кристалле путем последовательного обхода дефекта от атома к атому в совершенной области кристалла.

Ван-дер-Ваальса силы – универсальные силы взаимодействия атомов, ионов, молекул, связанных с наличием у них электрических дипольных моментов, существующие помимо ионных, ковалентных, и других видов взаимодействия.

Вакансия – точечный дефект в кристаллах, представляющий собой не занятый атомом узел кристаллической решетки.

Винтовая дислокация – прямолинейная дислокация с вектором Бюргерса, параллельным дислокационной линии.

Взаимодействие дислокаций – силы, действующие на дислокацию со стороны других дислокаций, зависят от формы дислокационных линий и их пространственного распределения.

Взаимодействие дислокаций с вакансиями – силы притяжения или отталкивания, действующие на вакансию со стороны создаваемых дислокацией упругих и электростатических полей.

Взаимодействие дислокаций с микротрещинами – обусловлено взаимодействием упругих полей дислокаций и вершины микротрещины.

Взаимодействие дислокаций с точечными дефектами – в зависимости от типа кристалла и характера дефектов в нем: размерное, модульное, электростатическое и химическое взаимодействие различного типа дислокаций с различными точечными дефектами (вакансиями, примесными атомами др.).

Взрывная деформация – деформация материала, которая обусловлена прохождением ударных волн, инициируемых взрывом.

Взрывное упрочнение – упрочнение материала за счет взаимодействия ударной волны, инициируемой взрывом.

Внутреннее трение – свойство твердого тела, характеризующее его способность необратимо превращать подводимую энергию упругих колебаний в тепловую и объединяющее различные механизмы этого превращения.

Внутренние напряжения – напряжения, существующие в твердых телах в отсутствие внешних напряжений, т.е. напряжения, вызываемые внутренними источниками.

Возврат – совокупность процессов, повышающих структурное совершенство искаженных кристаллических материалов без изменения размера и формы зерен, ограниченных большеугловыми границами зерен.

Выносливости предел – наибольшая величина периодически меняющегося напряжения в материале при циклическом воздействии нагрузки, которое не приводит к разрушению материала при сколь угодно большом числе циклов.

Вязкая трещина – трещина, при развитии которой наблюдается существенная пластическая деформация не только вблизи поверхности разрушения.

Вязкое разрушение – вид разрушения, сопровождающегося развитием в очаге разрушения интенсивной пластической деформации.

Гантель – конфигурация межузельного атома в кристаллической решетке, в которой межузельный атом смещается один из атомов решетки из своего узла и образует с ним пару с центром тяжести узле.

Геликоидальная дислокация – специфическая конфигурация дислокационной линии в виде спирали, образовавшейся в результате переползания дислокационного сегмента винтового или смешанного типа за счет поглощения или испускания вакансий.

Гриффитса теория – теория, описывающая возможные причины несоответствия реальной прочности теоретической прочности кристаллических и стекловидных тел.

Гука закон – выражает линейную зависимость между напряжениями и малыми деформациями в упругой среде.

Дальний порядок – упорядоченность в расположении структурных частиц вещества (атомов, молекул, ионов), повторяющаяся на неограни-

ченно больших расстояниях. Его основным признаком является симметрия кристалла.

Двойникующая дислокация – область ступенчатого перехода двойниковой границы с одной плоскости на соседнюю.

Двойникование кристаллов – образование в кристалле областей с разной ориентацией кристаллической решетки, связанных зеркальным отражением в определенной кристаллографической плоскости.

Декорирование – метод обнаружения в кристаллах точечных дефектов, дислокаций, ступеней роста и других дефектов, заключающийся в осаждении на поверхность кристалла из газовой или жидкой фазы либо во введении в его объем химическим путем веществ, осаждающихся в виде частиц на дефектах и тем самым их выявляющих.

Дефектоскопия – совокупность методов, позволяющих обнаружить дефекты в структуре твердого тела.

Дефект кристаллической решетки – любое отклонение от ее идеального периодического атомного строения.

Дефект упаковки – двумерный дефект кристаллического строения, связанный с возможным отступлением от закономерного расположения плотноупакованных слоев кристаллической решетки.

Дефект упаковки внедрения – дефект, полученный в результате внедрения плотно упакованного слоя.

Дефект упаковки вычитания – дефект, полученный в результате удаления плотно упакованного слоя.

Деформации тензор – симметричный тензор, который связывает расстояние между двумя бесконечно близкими точками твердого тела после деформирования с таковыми до деформирования.

Деформация механическая – изменение взаимного расположения множества частиц материальной среды, которое приводит к изменению формы и размеров тела или его частей и вызывает изменение сил взаимодействия между частицами, т.е. возникновению деформаций.

Деформационное упрочнение – возрастание напряжения течения кристаллических материалов в процессе пластической деформации.

Деформация сдвига – деформация твердого тела, вызываемая касательными напряжениями.

Диаграмма деформирования – графическое изображение зависимости деформирующей силы от деформации.

Дисклинация – линейный дефект в кристаллах, представляющий собой область упругих искажений кристаллической решетки, связанный с поворотом на определенный угол одной части кристалла относительно другой в ограниченной области и вызывающий изменение взаимного расположения атомов и симметрии совершенного кристалла.

Дислокации – линейные дефекты кристаллической решетки, представляющие собой линии, вдоль и вблизи которых нарушено характерное для кристалла правильное расположение атомных плоскостей.

Дислокационная петля – замкнутая плоская петля внутри кристалла, образованная линией смешанной дислокации.

Дислокационная сетка – пространственное расположение дислокаций в металле, не подвергнутом деформированию.

Дислокационная стенка – устойчивая конфигурация, представляющая собой совокупность множества одноименных дислокаций, расположенных одна под другой.

Дислокационная ступенька – дислокационный сегмент, соединяющий два отрезка краевой дислокации, лежащие в различных параллельных плоскостях скольжения.

Длительная прочность – прочность материала под действием постоянного, длительно действующего напряжения.

Жаропрочность – свойство материала сопротивляться пластической деформации и разрушению в условиях высокой температуры при действии постоянных и переменных напряжений.

Закалка – термическая обработка материалов, которая заключается в нагреве их до температур выше критических точек, выдержке (по необходимости) при этих температурах и последующем быстром охлаждении.

Залечивание дефектов – процессы перераспределения и аннигиляции дефектов в кристаллах.

Знак дислокации – приписываемая прямолинейным дислокациям или элементам дислокационных линий характеристика (признак), определяемая вектором Бюргерса и вектора касательной к линии дислокации.

Зуб текучести – резкое повышение напряжения течения в начальной стадии пластической деформации при механических испытаниях материалов и его резкое последующее снижение.

Идеальный кристалл – кристалл с совершенной трехмерно-периодической решеткой во всем своем объеме, лишенный любых дефектов строения – вакансий, примесных атомов, дислокаций и т.д.

Изгиб – деформированное состояние, возникающее в образце под действием сил и моментов, перпендикулярных его оси, и сопровождающееся ее искривлением.

Изотропия – независимость свойств вещества от направления.

Интрузия – вдавливание или углубление полос скольжения.

Ионная связь – химическая связь между атомами, которая характеризуется несимметричным распределением заряда между соседними атомами.

Кластер – совокупность, группа атомов или молекул, выделяющихся по какому-либо физическому или химическому признаку из других подобных микрообъектов и объединяющихся в устойчивое образование.

Ковалентная связь – химическая связь между одинаковыми или близкими по свойствам атомами, когда происходит спаривание электронных оболочек соседних атомов без существенного изменения зарядов каждого.

Коттрелла атмосфера – неоднородное распределение точечных дефектов вокруг дислокационной линии, обусловленное гидростатической компонентой поля упругих напряжений дислокаций.

Коэффициент Пуассона – есть отношение изменения размеров в поперечном направлении к их изменению в продольном направлении.

Краевая дислокация – дислокация, линия которой перпендикулярна вектору Бюргера.

Краудион – специфический вид квазиодномерного точечного дефекта типа межузельного атома, в котором соседние атомы смещены в основном вдоль одного из направлений плотной упаковки.

Кривая усталости – зависимость между числом циклов и стадией повреждения.

Критерий хрупкости и вязкости – условие, определяющее связь параметров, ответственных за вид разрушения твердого тела под нагрузкой.

Кристаллизация – образование кристаллов из паров, растворов, расплавов, из вещества в твердом состоянии.

Легирование – введение атомов различных химических элементов в материалы в целях придания им определенных свойств.

Линейное натяжение дислокации – действующая на элементы дислокационной петли сила, определяемая зависимостью собственной энергии петли от ее длины.

Линия дислокации – совокупность центров дислокаций в параллельных атомных плоскостях.

Линии сдвига, линии скольжения – наблюдаемый на поверхности твердого тела результат деформации сдвига в виде системы параллельных линий или полос.

Ломер–Коттрелла барьер – сидячая дислокация, состоящая из трех частичных дислокаций, соединенных дефектами упаковки в пересекающихся плоскостях.

Магнитоэластический эффект – заключается в увеличении длины пробега дислокаций при наложении постоянного магнитного поля.

Макроскопические дефекты – дефекты в кристаллах, имеющие характерный линейный размер, во всех измерениях превосходящий межатомное расстояние.

Микронапряжения – внутренние напряжения, существующие в кристаллах в отсутствии внешних сил и уравновешенные в объемах, малых по сравнению с объемом всего тела. Их источниками являются несовершенства кристаллического строения.

Межузельный атом – собственный атом, втиснувшийся между атомами, которые расположены в узлах кристаллической решетки.

Металлическая связь – химическая связь атомов в веществах, обладающих металлическими свойствами.

Механическое напряжение – сила, действующая на единицу произвольно выбранной поверхности внутри тела, мера внутренних сил, возникающих при деформации.

Модули упругости – характеристики упругих свойств материалов при малых деформациях.

Модулей упругости тензор – тензор 4-го ранга, связывающий тензор напряжений и тензор деформаций в линейном законе Гука.

Модуль сдвига – один из модулей упругости изотропных тел, характеризующий отношение сдвиговых напряжений и соответствующих сдвиговых деформаций.

Наклеп – упрочнение металлов и сплавов пластическим деформированием.

Напряжений тензор – симметричный тензор второго ранга, полностью определяющий напряженное состояние тела.

Нитевидные кристаллы, усы – микроскопические монокристаллы, размеры которых в одном направлении во много раз больше, чем в остальных. Они практически не имеют дефектов и их прочность близка к теоретическому пределу.

Орована механизм – механизм упрочнения сталей и сплавов вторичными фазами, согласно которому дислокации при своем движении удерживаются частицами, пока прикладываемое напряжение не будет достаточным, чтобы линия дислокации прогнулась и прошла между частицами, оставив вокруг них дислокационные петли.

Остаточные напряжения – внутренние напряжения, сохраняющиеся в твердых телах при прекращении действия на него внешних факторов.

Отдых – процесс, заключающийся в перераспределении и уменьшении концентрации точечных дефектов, а также в перераспределении и частичной аннигиляции дислокаций без образования новых границ.

Отжиг – вид термической обработки материалов, осуществляемый после закалки и представляющий собой нагрев до некоторой температуры с последующим охлаждением с целью улучшения или исследования свойств.

Пайерлса–Набарро сила – сила, необходимая дислокации для преодоления потенциального барьера, разделяющего два ее соседних положения в энергетических ямах.

Пайерлса напряжение – минимальное касательное напряжение, необходимое для скольжения дислокации в совершенном кристалле.

Переползание – движение краевых дислокаций по нормали к плоскости скольжения, осуществляется путем присоединения или отрыва вакан-

сий от края плоскости. Оно связано с диффузионным переносом массы, пластической деформацией и происходит при высоких температурах.

Пластичности теория – раздел механики, в котором изучаются законы, отражающие связи между напряжениями и упругопластическими деформациями, и разрабатываются методы решения задач о равновесии и движении деформируемых твердых тел.

Пластичность кристаллов – свойство кристаллических тел необратимо изменять свои размеры и форму под действием механических нагрузок.

Плоскость скольжения – плоскость, проходящая через вектор Бюргера и линию дислокации.

Плотнейшая упаковка – форма расположения атомов в кристаллической решётке, которая характеризуется наибольшим числом атомов в единице объёма кристалла.

Плотность дислокаций – суммарная длина всех линий дислокаций в единице объёма.

Полигонизация – процесс образования стенок дислокаций, приводящий к подразделению кристалла на субзерна – полигоны (многоугольники).

Ползучесть материалов – медленная непрерывная пластическая деформация твердого тела под воздействием постоянной нагрузки или механического напряжения.

Полная дислокация – единичная дислокация и дислокация n – кратной мощности, обеспечивающая при пробеге через кристалл тождественную трансляцию.

Призматическая дислокация - дислокация с краевой ориентацией по всей длине, дислокационная петля которой имеет форму многоугольника, а поверхность скольжения представляет собой боковую поверхность призмы. Она появляется при формировании внутри кристалла атомной экстраплоскости в виде многоугольника или круглого диска.

Предел текучести – напряжение, при котором начинает развиваться пластическая деформация.

Предел усталости – наибольшее напряжение, при котором деталь не разрушается после достижения условного предельного количества циклов нагружения.

Прочности предел – напряжения или деформации, соответствующие максимальному (до разрушения образца) значению нагрузки.

Прочность – свойство твердых тел сопротивляться разрушению, а также необратимому изменению формы под действием внешних нагрузок.

Радиационные дефекты – структурные повреждения, образующиеся при облучении твердого тела потоками частиц и жестким электромагнитным излучением.

Растянутая дислокация – две частичные дислокации Шокли, связанные между собой полосой дефекта упаковки.

Рекристаллизация – процесс образования и роста структурно более совершенных кристаллических зерен поликристалла за счет менее совершенных кристаллических зерен той же фазы.

Скольжение или консервативное движение винтовой дислокации – это переход из одной атомной плоскости в другую без переноса массы.

Скольжение или консервативное движение краевой дислокации – перемещение дислокации в плоскости скольжения без переноса массы. Всегда происходит по плоскости, в которой находится и линия дислокации, и вектор сдвига.

Смешанная дислокация – дислокация, отдельные малые участки которой имеют краевую или винтовую ориентацию, но большая ее часть не перпендикулярна и не параллельна вектору сдвига.

Снука (Сноека) атмосфера – область упорядоченного расположения примесных атомов внедрения вокруг линии дислокации.

Старение металлических сплавов – это изменение их структуры и свойств в результате распада пересыщенного твердого раствора.

Сублимация – переход вещества из кристаллического состояния непосредственно в газообразное.

Сузуки атмосфера – измененная концентрация примесных атомов или атомов легирующего элемента в дефекте упаковки растянутой дислокации.

Твердость – характеристика материала, отражающая его прочность и пластичность.

Текучесть – свойство тел пластически или вязко деформироваться под действием напряжений.

Тождественная трансляция – перенос решетки таким образом, что конечное ее положение нельзя отличить от начального.

Томпсона стандартный тетраэдр – специальное геометрическое построение, используемое для представления векторов Бюргерса характерных дислокаций и для записывания разнообразных дислокационных реакций в ГЦК решетке.

Упрочнение металлов – повышение сопротивляемости металлов и сплавов пластической деформации или разрушению в результате затруднения движения дислокаций и их размножения.

Упругость – свойство тел изменять форму и размеры под действием нагрузок и самопроизвольно восстанавливать исходную конфигурацию при прекращении внешних воздействий.

Усталость – изменение механических и физических свойств материала под длительным действием циклически изменяющихся во времени напряжений и деформаций.

Франка критерий – реакция возможна в том случае, если сумма квадратов векторов Бюргерса исходных дислокаций больше суммы квадратов векторов Бюргерса дислокаций, являющихся результатом реакции.

Франка сидячая дислокация – плоская петля, внутри которой заключен дефект упаковки.

Франка частичная дислокация – граница дефекта упаковки вычитания внутри кристалла, образующаяся в результате удаления щели посредством сближения плотноупакованных слоев по нормали.

Френкелевская пара – совокупность междоузельного атома и вакансии.

Франка–Рида источник – основной механизм размножения дислокаций в ходе пластической деформации.

Хрупкость – свойство материала разрушаться при небольшой деформации под действием напряжений, средний уровень которых ниже предела текучести.

Частичная или неполная дислокация – дислокация с вектором Бюргера, не являющимся вектором тождественной трансляции.

Шокли частичная дислокация – граница дефекта упаковки, полученного в результате сдвига. Ее вектор Бюргера меньше минимального единичного вектора тождественной трансляции.

Шоттки механизм – атом поверхностного слоя, приобретая избыток энергии от соседей, испаряется из кристалла или переходит в адсорбционный слой.

Ширина дислокации – ширина области в плоскости скольжения и в направлении скольжения, в которой смещения атомов из равновесных положений совершенной решетки превышают половину максимального смещения атомов.

Экстраплоскость – неполная атомная плоскость, не имеющая продолжения в другой половине кристалла.

Экструзия – выдавливание лепестков металла в полосах скольжения на поверхности материала, подвергнутых знакопеременной нагрузке.

Энергия связи – равна работе, которую необходимо затратить, чтобы разделить эту систему на составляющие ее частицы и удалить их друг от друга на такое расстояние, на котором их взаимодействием можно пренебречь.

Эпитаксия – ориентированный рост пленок одного кристалла на поверхности другого.

Учебное издание

**ФИЗИКА И СТРУКТУРА
РЕАЛЬНЫХ КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД**

Методические указания

Публикуется в авторской редакции
Титульное редактирование *Т. И. Кузнецовой*
Компьютерная верстка, макет *Н.П. Бариновой*

Подписано в печать 20.04.2015. Гарнитура Times New Roman. Формат 60x84/16.
Бумага офсетная. Печать оперативная.
Усл.-печ. л. 1,86. уч.-изд. л. 2,0. Тираж 100 экз. Заказ № 2616.
Издательство «Самарский университет», 443011, Самара, ул. Академика Павлова, 1
Отпечатано на УОП СамГУ