

Актуальные проблемы теории дефектов кристаллической решетки

(название дисциплины)

1. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Актуальные проблемы теории дефектов кристаллической решетки» относится к числу профессиональных дисциплин, входит в состав вариативной части основной профессиональной образовательной программы и изучается на 2-м году обучения, в 4-ом (четном) семестре.

Данный курс направлен на формирование у обучающегося углублённых знаний в области теории дефектов кристаллической решётки, определяющих структурно-чувствительные свойства твёрдых тел, изучение закономерностей эволюции дефектной структуры материалов при термо-механических воздействиях и различные аспекты влияния дефектов на механическое поведение металлов и сплавов. В рамках курса изучаются специальные разделы дискретной и континуальной теории дислокаций и дисклинаций и физики границ зёрен, Особое внимание уделено анализу коллективных эффектов в ансамблях дефектов, изложению основ теории дисклинаций, анализу кинетических аспектов формирования разориентированных структур при пластической деформации металлов и сплавов, а также современных представлений о структуре и свойствах неравновесных межкристаллитных границ и процессах, происходящих на границах зёрен при пластической деформации поликристаллических твёрдых тел.

Освоение дисциплины «Актуальные проблемы теории дефектов кристаллической решетки» опирается на знания, умения, навыки и компетенции, сформированные на двух предшествующих уровнях образования, в первую очередь – в рамках курсов «Физика твёрдого тела», «Физика металлов, сплавов и керамик», «Физические основы прочности и пластичности» и «Инженерный язык материаловедения».

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Цели курса

- Познакомить аспирантов с базовыми представлениями, методами и приложениями современной теории дефектов и дефектной структуры твёрдых тел, раскрыть качественные и количественные закономерности, связывающие структурно-чувствительные свойства твёрдых тел с их кристаллической и дефектной структурой,
- Научить аспирантов использовать полученные знания для решения конкретных задач физического материаловедения и физики твёрдого тела. Познакомить с новейшими достижениями теории дефектов и проблемами, возникающими при описании ансамблей сильно взаимодействующих дефектов.

Выпускник, освоивший программу, должен обладать следующими компетенциями:

- способность самостоятельно проводить научно-исследовательские и прикладные исследования по перспективным направлениям теории дефектов кристаллического строения твёрдых тел и физики границ зёрен, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности), и получать новые научные и прикладные результаты в области физики конденсированного состояния, физического

материаловедения и в смежных областях (информационных технологий в физике) (ПК-4);

- способность самостоятельно разрабатывать новые модели сложных физических явлений (например, физические модели явления фрагментации, структурной сверхпластичности, модели эволюции структуры материалов при внешних воздействиях и др.), обусловленных поведением дефектов кристаллического строения твёрдых тел, которые, в том числе, могут быть использованы при разработке новых технологических процессов получения и обработки перспективных конструкционных материалов (ПК-5);
- Способность осуществлять преподавательскую деятельность в части проведения семинарских, практических и лабораторных занятий для студентов по профилю научной направленности, а также в рамках программ повышения квалификации для технических специалистов по профилю научной направленности - в области физики границ зерен и в смежных областях (физики прочности и пластичности, теории процессов рекристаллизации и др.) (ПК-8)

3. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины «Физическое металловедение и новые технологии получения нано- и ультрамелкозернистых материалов» составляет 3 зачётные единицы (з.е.), всего - 108 часов, из которых 36 часов занятия лекционного типа, 18 часов практических занятий (лабораторных работ) и 18 часов на самостоятельную работу обучающегося.

В таблице 2 приведено распределение учебной нагрузки по основным разделам (модулям) дисциплины.

4. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Теория дислокаций: современное состояние и проблемы.

Кристаллогеометрия, упругие поля и энергия дислокаций, силы действующие на дислокации, взаимодействие дислокаций. Тонкая структура ядра дислокации. Первичный и вторичный рельеф Пайерлса. Частичные дислокации и дефекты упаковки. Кинетические свойства дислокаций. Консервативное и неконсервативное движение дислокаций. Взаимодействие дислокаций с атомами примеси. Системы дислокаций. Коллективные эффекты в системах сильно взаимодействующих дислокаций, эффекты экранирования. Континуальная теория дислокаций. Роль дислокаций в пластической деформации и разрушении материалов.

Раздел 2. Дисклинации в физике прочности и пластичности.

Классификация. Упругие поля и энергия дисклинаций. Силы действующие на дисклинации, взаимодействие дисклинаций. Системы дисклинаций. Взаимодействие дисклинаций с дислокациями. Эффекты экранирования упругих полей дисклинаций системами дислокаций.

Раздел 3. Структура и свойства равновесных и неравновесных границ зёрен

Термодинамика границ зерен. Геометрическая теория специальных границ. Вспомогательные решетки. Дефекты на границах зерен. Взаимодействие специальных и обычных границ зерен с дислокациями. Кинетические свойства границ зерен (зернограничная диффузия, миграция и проскальзывание). Неравновесные границы зерен. Границы деформационного происхождения. Роль границ в пластической деформации и разрушении поликристаллов.

Раздел 4. Модели эволюции дефектной структуры при внешних воздействиях

Физические модели эволюции структуры материалов в процессе пластической деформации в различных условиях нагружения. Фрагментация материалов.

5. Аттестация по дисциплине

Общая аттестация по дисциплине проходит в виде экзамена. Допуск к экзамену осуществляется на основании оценивания (по системе «зачет – незачет») результатов защиты рефератов и отчетов по практической работе.

По итогам изучения отдельных разделов дисциплины «Актуальные проблемы теории дефектов кристаллической решетки» аспиранты готовят реферат, зачет / незачет которого является одним из ключевых оснований для зачёта. Защита реферата сопровождается презентацией и дискуссией, модератором которой является преподаватель.

По итогам изучения отдельных разделов дисциплины «Актуальные проблемы теории дефектов кристаллической решетки» аспиранты готовят отчет по практической работе, зачет которой является одним из ключевых оснований для допуска к экзамену по дисциплине.

Процедура экзаменационного испытания предусматривает ответ аспиранта по вопросам экзаменационного билета, который заслушивает экзаменатор или экзаменационная комиссия. После сообщения аспиранта и ответов на заданные вопросы, экзаменатор принимает решение об оценке, вносимой в протокол.

Автор: Перевезенцев В.Н., д.ф.-м.н., проф.