

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»
Институт математики, физики и информационных технологий
Кафедра теоретической и экспериментальной физики

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института математики, физики
и информационных технологий
Королева Н.Л.
«11» марта 2022 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

«Электрофизические способы стабилизации механических свойств материалов»

Научная специальность:

1.3.8. Физика конденсированного состояния

Уровень высшего образования

подготовка кадров высшей квалификации
по программам подготовки научных и
научно-педагогических кадров в аспирантуре

Форма обучения

очная

Год набора

2022

Автор программы: Шибков А.А., доктор физико-математических наук, профессор

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов) (приказ Минобрнауки России от 20 октября 2021 г. № 951).

Рабочая программа принята на заседании кафедры теоретической и экспериментальной физики «2» марта 2022 года Протокол № 6

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины
2. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры
3. Объем и содержание дисциплины
4. Контроль знаний обучающихся
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
6. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Цели и задачи дисциплины

1.1 Цель дисциплины - заключается в углубленном изучении механизмов эволюции механических свойств конструкционных и функциональных материалов, а также принципов управления механическими свойствами материалов на основе электрофизических методов.

1.2 Задачи дисциплины:

- развитие теоретических представлений и навыков научно-исследовательской деятельности в области физики конденсированного состояния, а именно в направлении управления механическими свойствами материалов на основе электрофизических методов;
- освоение методов научных исследований; освоение теорий и моделей; участие в проведении физических исследований по выбранной тематике с использованием методов стабилизации физических свойств материалов, участие в обработке полученных результатов научных исследований на современном уровне, работа с научной литературой;
- освоение методов применения результатов научных исследований в инновационной деятельности.

1.3 Требования к результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

Знать:

- феноменологию и теоретические основы электрофизических методов стабилизации механических свойств;
- принципы мониторинга и управления физико-механическими свойствами материалов электрофизическими методами.

Уметь:

- определять структурно-чувствительные дефекты материалов и пороговые уровни электрофизических воздействий, необходимых для влияния на них;
- количественно и качественно оценивать эффективность электрофизических воздействий на материалы.

Владеть:

- навыками организации и постановки научных исследований с использованием электрофизических методов;
- методами диагностики механических свойств материалов в условиях электрофизических воздействий.

2. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры:

Дисциплина «Электрофизические способы стабилизации механических свойств материалов» относится к образовательному компоненту «Дисциплины (модули)» программы аспирантуры по научной специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния. Дисциплина является элективной.

Дисциплина «Электрофизические способы стабилизации механических свойств материалов» изучается во 2 семестре.

3. Объём и содержание дисциплины

3.1 Объём дисциплины

Очная форма обучения: 2 з.е.

Вид учебной работы	Очная форма обучения (всего часов)
Общая трудоёмкость дисциплины	72
<i>Контактная работа (по учебным занятиям)</i>	22
Лекции (Л)	10
Практические (семинарские) занятия (ПЗ)	12
Лабораторные занятия (ЛЗ)	-
<i>Самостоятельная работа (СР)</i>	50
<i>Зачет</i>	

3.2 Содержание дисциплины:

№ те мы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час. (очная форма)				Формы текущего контроля
		Л	ПЗ	ЛЗ	СР	
1.	Тема 1. Физические и механические свойства металлов и сплавов	2	3	-	12	собеседование, письменная самостоятельная работа
2.	Тема 2. Электропластическая деформация металлов	3	3	-	12	собеседование, письменная самостоятельная работа
3.	Тема 3. Действие электромагнитного поля на структуру и физико-механические свойства металлов и сплавов	2	3	-	12	собеседование, письменная самостоятельная работа
4.	Тема 4. Некоторые аспекты подавления неустойчивой пластической деформации электрическим током	3	3	-	14	собеседование, письменная самостоятельная работа

Тема 1. ФИЗИЧЕСКИЕ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АВИАЦИОННЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Лекция. Свариваемые коррозионностойкие высокотехнологичные алюминиевые сплавы системы Al-Mg. Сверхпрочные и высокопрочные сплавы системы Al-Zn-Mg-Cu. Алюминий-литиевые сплавы пониженной плотности.

Практическое занятие. Сообщения и доклады по следующим вопросам: Свариваемые коррозионностойкие высокотехнологичные алюминиевые сплавы системы Al-Mg. Сверхпрочные и высокопрочные сплавы системы Al-Zn-Mg-Cu. Алюминий-литиевые сплавы пониженной плотности.

Задания для самостоятельной работы: Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы; подготовка к контрольной работе.

Тема 2. ЭЛЕКТРОПЛАСТИЧЕСКАЯ ДЕФОРМАЦИЯ МЕТАЛЛОВ

Лекция. Феноменология и теоретические основы электропластического эффекта. Влияние импульсного тока на процесс разрушения металлов. Зависимость электропластического эффекта от наличия примесей в металлах. Дефектообразование и залечивание дефектов в металлах электрическим током. Физические основы электроимпульсной обработки давлением.

Практическое занятие. Сообщения и доклады по следующим вопросам: Феноменология и теоретические основы электропластического эффекта. Влияние импульсного тока на процесс разрушения металлов. Зависимость электропластического эффекта от наличия примесей в металлах. Дефектообразование и залечивание дефектов в металлах электрическим током. Физические основы электроимпульсной обработки давлением.

Задания для самостоятельной работы: Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы; подготовка к контрольной работе.

Тема 3. ДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА СТРУКТУРУ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Лекция. Действие электростатического поля на деформацию металлов и сплавов. Действие магнитостатического поля на деформационные процессы в металлах. Влияние импульсного электромагнитного поля на прочность металлов и сплавов.

Практическое занятие. Сообщения и доклады по следующим вопросам: Действие электростатического поля на деформацию металлов и сплавов. Действие магнитостатического поля на деформационные процессы в металлах. Влияние импульсного электромагнитного поля на прочность металлов и сплавов.

Задания для самостоятельной работы: Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы; подготовка к контрольной работе.

Тема 4 НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПОДАВЛЕНИЯ НЕУСТОЙЧИВОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ.

Лекция. Эффект Портевена-Ле Шатлье в сплавах на основе алюминия. Подавление прерывистой деформации постоянным электрическим током малой плотности. Механизмы подавления неустойчивой деформации в металлах постоянным электрическим током малой плотности. Электротоковое подавление акустической эмиссии при деформировании алюминиевых сплавов авиакосмической отрасли.

Практическое занятие. Сообщения и доклады по следующим вопросам: Эффект Портевена-Ле Шатлье в сплавах на основе алюминия. Подавление прерывистой деформации постоянным электрическим током малой плотности. Механизмы подавления неустойчивой деформации в металлах постоянным электрическим током малой плотности. Электротоковое подавление акустической эмиссии при деформировании алюминиевых сплавов авиакосмической отрасли.

Задания для самостоятельной работы: Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы; подготовка к контрольной работе.

4. Контроль знаний обучающихся

4.1 Формы текущего контроля работы аспирантов: собеседование, письменная самостоятельная работа

4.2 Задания текущего контроля

Вопросы для собеседования

1. Свариваемые коррозионностойкие высокотехнологичные алюминиевые сплавы системы Al-Mg.

2. Сверхпрочные и высокопрочные сплавы системы Al–Zn–Mg–Cu.
3. Алюминий-литиевые сплавы пониженной плотности.
4. Феноменология и теоретические основы электропластического эффекта.
5. Влияние импульсного тока на процесс разрушения металлов.
6. Зависимость электропластического эффекта от наличия примесей в металлах.
7. Эмиссионные явления при деформировании металлов.
8. Дефектообразование и залечивание дефектов при термомеханической обработке металлов.

Тематика письменных самостоятельных работ

1. Электропластический эффект в металлах.
2. Дефектообразование и залечивание дефектов в металлах электрическим током.
3. Физические основы электроимпульсной обработки давлением.
4. Эффект Портевена-Ле Шатлье в сплавах на основе алюминия.
5. Подавление прерывистой деформации постоянным электрическим током малой плотности.
6. Механизмы подавления неустойчивой деформации в металлах постоянным электрическим током малой плотности.
7. Электротокое подавление акустической эмиссии при деформировании алюминиевых сплавов авиакосмической отрасли.

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

Вопросы зачета

1. Электронно-пластический эффект в металлах. Феноменология и механизмы.
2. Электропластический эффект в металлах и сплавах.
3. Скачкообразная деформация металлов, вызванная импульсами электрического тока.
4. Магнитопластический эффект в кристаллических материалах.
5. Влияние примесей на электропластический эффект.
6. Влияние температуры и скорости деформирования на характеристики электропластического эффекта.
7. Влияние на электропластичность пинч-эффекта и теплового действия тока.
8. Возможные механизмы электропластического эффекта.
9. Связь электропластического эффекта с динамикой неравновесного дислокационного ансамбля.
10. Эффект подавления полос деформации и прерывистой деформации постоянным электрическим током.
11. Влияние электрического тока на критическую деформацию появления первого деформационного скачка
12. Упрочнение и стабилизация пластического течения постоянным электрическим током.
13. Влияние прямоугольных импульсов тока на зарождение и рост деформационных полос в алюминиевом сплаве.
14. Механизмы подавления электрическим током деформационных полос в алюминиевых сплавах
15. Взаимодействие электрического тока с порами и малыми преципитатами в металлах и сплавах.

Задания для зачета

1. Рассчитать значение плотности электрического тока, при которой происходит полное подавление эффекта Портевен-Ле Шателье в сплаве АМг6.
2. Рассчитать тепловой эффект при пропускании электрического тока через различные металлические проводники.

4.4 Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Основные показатели достижения результата
«зачтено»	Знает феноменологию и теоретические основы электрофизических методов стабилизации механических свойств, а также принципы мониторинга и управления физико-механическими свойствами материалов электрофизическими методами
	Умеет определять структурно-чувствительные дефекты материалов и пороговые уровни электрофизических воздействий, необходимых для влияния на них, количественно и качественно оценивать эффективность электрофизических воздействий на материалы
	Владеет навыками организации и постановки научных исследований с использованием электрофизических методов и методами диагностики механических свойств материалов в условиях электрофизических воздействий
«не зачтено»	Демонстрирует незнание феноменологии и теоретических основ электрофизических методов стабилизации механических свойств, а также принципов мониторинга и управления физико-механическими свойствами материалов электрофизическими методами
	Не умеет определять структурно-чувствительные дефекты материалов и пороговые уровни электрофизических воздействий, необходимых для влияния на них, количественно и качественно оценивать эффективность электрофизических воздействий на материалы
	Не владеет навыками организации и постановки научных исследований с использованием электрофизических методов и методами диагностики механических свойств материалов в условиях электрофизических воздействий

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература:

1. Троицкий О.А., Баранов Ю.В., Авраамов Ю.С. и др. Физические основы и технологии обработки современных материалов. В 2 Т. Институт компьютерных исследований. М. 2004. Т.1 - 590 с., Т. 2 – 468 с.
2. Фридляндер И.Н. Создание исследование и применение алюминиевых сплавов. Избранные труды. М.: Наука. 2014. 640 с.
3. Шибков А.А., Желтов М.А., Денисов А.А., Золотов А.Е. Прерывистая деформация и электропластичность алюминиевых сплавов // Тамбов: Издательский дом ТГУ им. Г.Р. Державина, 2017. 129 с.

5.2 Дополнительная литература:

1. Shibkov A.A., Denisov A.A., Zheltov M.A., Zolotov A.E., Gasanov M.F. The electric current-induced suppression of the Portevin - Le Chatelier effect in Al-Mg alloys // Materials Science & Engineering A 610. 2014. 338.
2. Шибков А.А., Денисов А.А., Желтов М.А., Золотов А.Е., Гасанов М.Ф., Кочегаров С.С. Подавление прерывистой деформации Портевена-Ле Шателье постоянным электрическим током в алюминий-магниевого сплаве АМг5 // Физика твердого тела. 2015. Т. 57. № 2. С. 228.
3. Шибков А.А., Денисов А.А., Желтов М.А., Золотов А.Е., Гасанов М.Ф., Иволгин В.И. Исследование влияния электрического тока на прерывистую деформацию и акустическую эмиссию в алюминий-магниевого сплаве АМг5 // Физика твердого тела. 2015. Т. 57. № 6. С. 1046.
4. Шибков А.А., Золотов А.Е., Денисов А.А., Гасанов М.Ф., Гребеньков О.В., Проскуряков К.А., Титов С.А., Чуфистова Е.А., Королева М.А. Подавление эффекта Портевена-Ле Шателье электрическим током в алюминий-магниевого сплаве АМг6 // Вестник ТГУ. 2015. Т. 20. № 1. С. 105.

5. Шибков А.А., Золотов А.Е., Желтов М.А., Денисов А.А., Гасанов М.Ф. Исследование механизмов подавления прерывистой деформации электрическим током // Кристаллография. 2015. Т. 60. № 6. С. 938.
6. Шибков А.А., Золотов А.Е., Гасанов М.Ф., Желтов М.А., Гребеньков О.В. Влияние скачкообразной деформации алюминий-магниевого сплава на его электропроводность // Письма в ЖТФ. 2016. Т. 42. № 7. С. 37.
7. Шибков А.А., Гасанов М.Ф., Денисов А.А., Золотов А.Е., Иволгин В.И. Влияние импульсного тока на эффект Портевена-Ле Шателье в алюминий-магниевом сплаве АМг5 // ЖТФ 2017. Т. 87. № 4. С. 631-634.

5.3 Иные источники:

К рекомендуемым Интернет-ресурсам по данной дисциплине относятся Интернет-ресурсы ведущих российских и зарубежных журналов, а также образовательные порталы и сайты ведущих российских университетов.

Интернет-ресурсы ведущих российских журналов по данной тематике:

[www.journals.ioffe.ru / fft](http://www.journals.ioffe.ru/fft) – «Физика твёрдого тела»

[www.journals.ioffe.ru / ftp](http://www.journals.ioffe.ru/ftp) – «Физика и техника полупроводников»

[www.journals.ioffe.ru / pjtf](http://www.journals.ioffe.ru/pjtf) – «Письма в журнал технической физики»

[www.journals.ioffe.ru / itf](http://www.journals.ioffe.ru/itf) – «Журнал технической физики»

www.ietp.ac.ru – ЖЭТФ

www.ietpletters.ac.ru – «Письма в ЖЭТФ»

www.ufn.ru – «Успехи физических наук»

www.nanom.ru – «Российские нанотехнологии»

www.quant-electron.ru – «Квантовая электроника»

<http://impo.imp.uran.ru/fmm/> – «Физика металлов и металловедение»

Интернет-ресурсы иностранных журналов

www.aps.org

www.springeropen.com

Интернет-порталы: <http://window.edu.ru>; <https://elibrary.ru>

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: помещения для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Электронная информационно-образовательная среда

<http://moodle.tsutmb.ru>

Взаимодействие преподавателя и аспиранта в процессе освоения дисциплины осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.

Лицензионное программное обеспечение:

Операционная система «Альт Образование»

Операционная система Microsoft Windows 10 Home

Операционная система Microsoft Windows Vista Business Russian

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499

Node 1 year Educational Renewal Licence

Adobe Photoshop CS3

Информационные справочные системы и профессиональные базы данных:

ЭБС «Университетская библиотека онлайн»	http://www.biblioclub.ru
ЭБС «Консультант студента»: Медицина. Здравоохранение, Комплект Гуманитарные науки	http://www.studentlibrary.ru
ЭБС «IPRSMART» (старое название « IPR books»)	http://iprbookshop.ru
ЭБС «Юрайт»	http://www.urait.ru
Сетевая электронная библиотека педагогических вузов	https://e.lanbook.com/
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru
Государственная информационная система «Национальная электронная библиотека»	https://нэб.пф
Президентская библиотека имени Б.Н. Ельцина	http://www.prlib.ru
Электронный справочник «Информо»	www.informio.ru
Справочная правовая система «Консультант Плюс»	http://www.consultant.ru
Архив научных журналов зарубежных издательств	https://arch.neicon.ru