

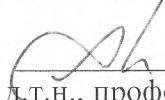


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель программы аспирантуры

 А.Л. Каменева
д.т.н., профессор кафедры ИТМ

« 17 » « 05 » 2022г.

**Рабочая программа дисциплины «Технологическое оборудование для
объемной и поверхностной обработки материалов и сплавов на основе
различных физических принципов» по программе аспирантуры**

Научная специальность	2.6.17. Материаловедение
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Объемная и поверхностная обработка металлов и сплавов
Выпускающая(ие) кафедра(ы)	Инновационные технологии машиностроения
Форма обучения	Очная
Курс: 3	Семестр (ы): 5
Виды контроля с указанием семестра: Зачет: 5 Диф.Зачет: Экзамен:	

Пермь 2022

1. Общие положения

1. Общие положения

Программа дисциплины «Технологическое оборудование для объемной и поверхностной обработки материалов и сплавов на основе различных физических принципов» разработана на основании следующих нормативных документов:

1. Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Технологическое оборудование для объемной и поверхностной обработки материалов и сплавов на основе различных физических принципов» разработана на основании следующих нормативных документов:

- Приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 N 951 "Об утверждении федеральных государственных требований 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)";
- Постановление Правительства РФ от 30.11.2021 N 2122 "Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)";
- Самостоятельно устанавливаемые требования к реализуемым программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре Пермского национального исследовательского политехнического университета;
- Базовый план по программе аспирантуры;
- Паспорт научной специальности.

1.1 Цель учебной дисциплины – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области обоснованного выбора современного оборудования для объемной и поверхностной обработки материалов и сообщения им заданных многофункциональных свойств.

1.2 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Технологическое оборудование для объемной и поверхностной обработки материалов и сплавов на основе различных физических принципов» является обязательной дисциплиной образовательного компонента плана аспиранта.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате изучения дисциплины аспирант должен демонстрировать следующие результаты:

Знать:

- принцип работы оборудования для объемной и поверхностной обработки металлов и сплавов;
- назначение технологических операций процессов объемной и поверхностной обработки металлов и сплавов.

Уметь:

- подбирать современное оборудование для объемной и поверхностной обработки металлов и сплавов;
- выдвигать и реализовывать на практике новые высокоэффективные технологии.

Владеть:

- навыками разработки новых технологических процессов объемной и поверхностной обработки металлов и сплавов с использованием современного оборудования;
- навыками прогнозирования функциональных свойств материалов и сплавов после объемной и поверхностной обработки.

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Таблица 1

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоемкость, ч
		5 семестр
1	Аудиторная работа	17
	В том числе:	
	Лекции (Л)	5
	Практические занятия (ПЗ)	6
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	6
	Самостоятельная работа (СР)	55
	Форма итогового контроля:	зачет

4. Содержание учебной дисциплины

4.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Раздел 1. Наноструктурирование металлов и сплавов методами объемной упрочняющей обработки.

(Л – 2, ПР - 2, СР – 20)

Тема 1. Рекристаллизационный отжиг. Радиально-ковочные машины. Газовые одностопные колпаковые печи для проведения рекристаллизационного отжига. Технологический процесс рекристаллизационного отжига после закалки и холодной пластической деформации методом радиальнойковки.

Тема 2. Интенсивная термическая обработка. Термические печи: электрические, газовые, печи, работающие на жидком и твердом топливе. Установки для нагрева токами высокой и промышленной частоты. Контроль качества. Технологический процесс интенсивной термической обработки исходно закаленной и холоднодеформированной стали методом радиальнойковки.

Раздел 2. Оборудование для поверхностной обработки инструмента, пар трения и деталей машин.

(Л – 3, ПР - 2, СР – 20)

Тема 3. Ионно-плазменные методы нанесения тонкопленочных покрытий. Общие понятия и структура тонкопленочных покрытий (ТП). Основные требования к поверхности упрочняемого инструмента, пары трения и деталей машин и осаждаемому ТП. Области применения ТП. Эффективность новых ТП. Вакуумные установки нанесения наноструктурированных покрытий электродуговым испарением, магнетронным распылением и их комбинированием. Технологический процесс получения ТП. Технологическая оснастка. Технологический регламент получения деталей с ТП. Факторы, определяющие технологию изготовления ТП. Основные технологические процессы изготовления деталей машиностроения с наноструктурированными покрытиями. Текущий контроль технологического процесса. Способы оптимизации технологического процесса получения ТП.

Тема 4. Комбинированное воздействие на поверхность инструмента, пар трения и деталей машин. Химико-термическая обработка поверхности детали. Цементация. Азотирование. Нитроцементация. Диффузионное насыщение металлами. Карбюризатор. Камерная термическая электрическая печь. Закалочный бак. Соленая ванна. Масляная ванна. Термомеханическая обработка поверхности детали. Оборудование для деформации стали обкаткой роликами с протягиванием и подпором заготовок, деформации стали

кручением и обкаткой роликами с винтовым протягиванием заготовок, виброударного деформирования деталей со сложным профилем поверхности.

Раздел 3. Оборудование для объемной обработки пар трения и деталей машин.

(Л – 1, ПР - 2, СР – 15)

Тема 5. Интенсивная пластическая деформация. Современное оборудование для изготовления ультрамелкозернистых материалов. Перспективные способы объемной и поверхностной обработки ультрамелкозернистых материалов, позволяющие сохранить их структуру, сверхпрочность и сверхпластичность.

4.2. Перечень тем практических занятий

Таблица 2

Темы практических занятий (из пункта 4.1)

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	3	Разработка технологического регламента получения инструмента, пар трения и деталей машин с тонкопленочными многофункциональными покрытиями.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
2	5	Разработка технологического регламента интенсивной пластической деформации материалов пар трения и деталей машин для получения их с ультрамелкозернистой структурой	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.

4.3. Перечень тем для самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов заключается в теоретическом изучении конкретных вопросов и выполнении творческих заданий.

Таблица 3

Темы самостоятельных заданий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы самостоятельной работы	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	2	Подбор режимов обработки давлением детали машин из заданного материала.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	3	Подбор режимов ионно-плазменной обработки инструмента, пар трения и деталей машин для обеспечения заданных свойств их поверхности.	Творческое задание	Темы творческих заданий
	5	Подбор режимов объемной обработки материалов деталей машин для получения их с		

		ультрамелкозернистой структурой	
--	--	---------------------------------	--

5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Технологическое оборудование для объемной и поверхностной обработки материалов и сплавов на основе различных физических принципов» аспирантам целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически;
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела;
3. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции;

6. Перечень учебно-методического, библиотечно-справочного и информационного, информационно-справочного обеспечения для работы аспиранта по дисциплине

6.1. Библиотечные фонды и библиотечно-справочные системы

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
1 Основная литература		
1	<i>Каменева А. Л. Изучение функциональных свойств многослойных пленок на основе двух- и трехкомпонентных нитридов тугоплавких металлов и их соединений с легкоплавкими металлами и неметаллами : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2020. 210 с.</i>	5+ЭБ
2	<i>Эволюция представлений о структурных зонах поликристаллических наноструктурированных плёнок, формируемых методами вакуумных технологий : монография / А. Л. Каменева ; Пермский национальный исследовательский политехнический университет .— Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2012 .— 188 с.</i>	6 +ЭБ
3	<i>Мокрицкий Б.Я. Технологическое обеспечение упрочнения и оценки качества металлорежущего инструмента : учебник / Б. Я. Мокрицкий, С. Н. Григорьев, А. Г. Схиртладзе .— Старый Оскол : ТНТ, 2016 .— 367 с.</i>	3
4	<i>Многокомпонентные наноструктурированные покрытия на основе нитридов металлов III и IV групп периодической системы для упрочнения резьбовых соединений: разработка, получение, исследование и испытание : учебное пособие / А. Л. Каменева ; Пермский национальный исследовательский политехнический университет .— Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2013 .— 169 с.</i>	8 +ЭБ
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебно-методические, научные издания		
1	<i>Физические принципы электронной микроскопии. Введение в просвечивающую, растровую и аналитическую электронную микроскопию : монография : пер. с англ. / Р. Ф. Эгертон. —</i>	2

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
	<i>Москва: Техносфера, 2010. — 300 с.</i>	
2	<i>Наука о материалах и высокие технологии: современные проблемы, прогноз развития в Российской Федерации : учебное пособие / В. Н. Анциферов. Пермский государственный технический университет. — Пермь: Изд-во ПГТУ, 2009. — 42 с.</i>	20
3	<i>Елисеев А. А. Лукашин А. В. Функциональные наноматериалы / под ред. Ю. Д. Третьякова. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 456с.</i>	1
4	<i>Технологическое вакуумное оборудование : Учеб. для вузов: В 2 ч. / Л.В.Кожитов, А.Ю.Заратин, Н.А.Чиченев. Ч.1: Вакуумные системы технологического оборудования. — М. : Руда и металлы, 2001. — 414 с.</i>	5
2.2 Периодические издания		
1	<i>Упрочняющие технологии и покрытия = Strengthening Technologies and Coatings : научно-технический и производственный журнал / Издательство "Машиностроение". — Москва : Машиностроение, 2005-. — В вузах: ПНИПУ 2011-2014. — Издаётся с 2005 года. — Ежемесячное.</i>	
2	<i>Реферативные журналы «Металлургия», «Машиностроение»</i>	
3	<i>«Заводская лаборатория»</i>	
4	<i>«Известия вузов». Серии «Чёрная металлургия», «Цветная металлургия»</i>	
2.3 Нормативно-технические издания		
1	<i>Не предусмотрены</i>	
2.4 Официальные издания		
1	<i>Не предусмотрены</i>	

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

6.2.1. Информационные и информационно-справочные системы

<https://www.freepatentsonline.com/8216702.pdf>, <https://www.dissercat.com/>
<https://escholarship.org/uc/item/85t453d2> <https://e.lanbook.com/> <https://www.fips.ru/elektronnye-servisy/> <https://findpatent.ru/>

6.2.2. Профессиональные базы данных

elibrary, Scopus, Web of science.

7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

7.1. Основное учебное оборудование. Рабочее место аспиранта.

Таблица 4

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката, лабораторное оборудование)	Кол-во ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Персональные компьютеры (локальная компьютерная сеть).....	18	Оперативное управление	2126 АДФ
2	Электронный проектор "NEC M300X"	1	Оперативное управление	2126 АДФ
3	Система универсальная электромеханическая Instron 5882	1	Оперативное управление	лаборатории ЦЭМ - 100, 101а, 101б, 103, 104, к.Д
4	Электромеханический ударный измерительный стенд-копер для проведения динамических испытаний на удар CEAST 9350	1	Оперативное управление	
5	Специализированная сервоэлектрическая испытательная машина для проведения испытаний на термомеханическую	1	Оперативное управление	
6	Цифровая система для видео анализа и измерения деформации Vic-3D (Correlated solutions)	1	Оперативное управление	

8. Фонд оценочных средств

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра. Формой контроля освоения результатов обучения по дисциплине является зачет, проводимый с учетом результатов текущего контроля.

8.1. Описание показателей и критериев оценивания, описание шкал оценивания.

Текущий контроль

Текущий контроль проводится в виде собеседования или (и) дискуссии с научным руководителем.

Промежуточная аттестация

Итоговой оценкой результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачета, проводимый с учетом результатов текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме устного выступления с научным докладом на семинаре. Аспирант должен представить не менее одного научного доклада и не менее двух кратких выступлений (выступление на заданную тему, рецензирование, оппонирование, изложение точки зрения).

8.2. Шкалы оценивания результатов обучения:

Оценка результатов обучения по дисциплине «Технологическое оборудование для

объемной и поверхностной обработки материалов и сплавов на основе различных физических принципов» проводится по шкале оценивания «зачтено», «незачтено» путем выборочного контроля во время зачета.

Типовые шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета приведены в табл. 5.

Таблица 5

Шкала и критерии оценки результатов обучения на зачете

Оценка	Критерии оценивания
<i>Зачтено</i>	Аспирант уверенно или менее уверенно выступил с устным докладом на научном семинаре. Показал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания в рамках усвоенного учебного материала, показал успешное или сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков полученных умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.
<i>Незачтено</i>	Аспирант неуверенно выступил с устным докладом на научном семинаре или не подготовил доклад. При ответах аспирант продемонстрировал фрагментарные знания . При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов и неточностей. Проявил частично освоенное умение и применение полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.

9. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения

Задания для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации должны быть направлены на оценивание:

1. уровня освоения теоретических понятий, научных основ профессиональной деятельности;
2. степени готовности аспиранта применять теоретические знания и профессионально значимую информацию и оценивание сформированности когнитивных умений.
3. приобретенных умений, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

10. Типовые вопросы и задания или иные материалы, необходимые для оценки освоения дисциплины

10.1 Типовые творческие задания:

1. Определение механических свойств стали после рекристаллизационного отжига.
2. Изучение структуры стали после рекристаллизационного отжига.
3. Определение механических свойств стали после интенсивной термической обработки.
4. Изучение структуры стали после интенсивной термической обработки.
5. Исследование физико-механических, трибологических и коррозионных свойств стали после поверхностной ионно-плазменной обработки.
6. Определение механических свойств материала после интенсивной пластической деформации.
7. Исследование структуры, прочностных и пластических свойств ультрамелкозернистых материалов.

.....

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		