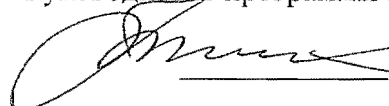


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель программы аспирантуры

 Ю.Н. СИМОНОВ

«20» «август» 2022 г.

Рабочая программа дисциплины по программе аспирантуры

**«Современные и перспективные технологии термической и лазерной
обработки»**

Научная специальность	2.6.1.Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов
Выпускающая(ие) кафедра(ы)	Металловедение, термическая и лазерная обработка металлов
Форма обучения	Очная
Курс: 2	Семестр (ы): 3
Виды контроля с указанием семестра: Экзамен: нет Зачет: 3 семестр	Диф.зачет

Пермь 2022

1. Общие положения

Рабочая программа дисциплины 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 современных и перспективных технологий термической и лазерной обработки.

1.2 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Современные и перспективные технологии термической и лазерной обработки» является дисциплиной по выбору вариативной части цикла учебного плана.

Дисциплина используется при подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальности 2.6.1. Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов и выполнении научно-квалификационной работы (диссертации).

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

В результате изучения дисциплины аспирант должен демонстрировать следующие результаты:

Знать:

- основные технологические процессы термической и лазерной обработки.
- тенденции современных российских и международных методик термической и лазерной обработки металлов и сплавов,
- существующие и перспективные методы исследования металлов и сплавов.

Уметь:

Теоретически обосновывать и оптимизировать технологические процессы получения и обработки новых изделий из перспективных материалов с учетом последствий для общества, экономики и экологии,
подбирать оборудование для проведения экспериментов.

Владеть:

- навыками использования технических средств для измерения и контроля основных параметров технологических процессов, структуры и свойств металлических материалов и изделий из них.

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Таблица 1

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоёмкость, ч
		3 семестр
1	Аудиторная работа	
	Практические занятия (ПЗ)	32
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	4
2	Самостоятельная работа (СР)	72
	Форма итогового контроля:	Собеседование

4. Содержание учебной дисциплины

4.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Раздел 1. Современные и перспективные технологии термической обработки.

(ПЗ —16, СР — 18)

Тема 1. Общая характеристика методов термической обработки.

Место термической обработки в общем производственном цикле. Классификация видов термической обработки.

Тема 2. Охлаждающие среды.

Требования к охлаждающим средам, применяемым при термической и химико-термической обработке. Виды охлаждающих сред. Охлаждающие среды, не изменяющие агрегатного состояния. Охлаждающие среды, изменяющие агрегатное состояние в процессе охлаждения.

Тема 3. Деформация деталей и заготовок в процессе термической обработки.

Виды внутренних напряжений, возникающих в деталях и заготовках при термической обработке. Деформация деталей и заготовок в процессе термической обработки.

Тема 4. Технология термической обработки при нагреве.

Особенности термической обработки сталей при быстром нагреве. Термическая обработка при электроконтактном нагреве. Особенности термической обработки при индукционном нагреве. Технологические особенности поверхностной закалки ТВЧ. Технология объемно-поверхностной закалки ТВЧ.

Раздел 2. Современные и перспективные технологии лазерной и химико-термической обработки.

(ПЗ —16, СР — 54)

Тема 5. Лазерная и электронно-лучевая термическая обработка

Источники концентрированной энергии. Лазерная термическая обработка. Электронно-лучевая термическая обработка.

Тема 6. Особенности нагрева металлов и сплавов в обычных атмосферах

Равновесие в химических системах. Константа равновесия химических систем. Процессы нагрева металлов и сплавов в обычных атмосферах. Окисление при нагреве металлов и сплавов в атмосферном воздухе. Обезуглероживание и науглероживание при нагреве металлов и сплавов в атмосферном воздухе и других газовых средах.

Тема 7. Термическая и химико-термическая обработка в контролируемых атмосферах

Газовые среды для нагрева и диффузионного насыщения металлических изделий. Понятие контролируемых атмосфер. Виды контролируемых атмосфер.

Науглероживание в контролируемых атмосферах. Методы контроля и регулирования состава контролируемых атмосфер. Выбор контролируемых атмосфер.

Тема 8. Особенности термической обработки в вакууме

Преимущества и применение вакуумной термической обработки. Особенности нагрева металлов в вакууме. Основные преимущества термообработки в вакууме. Науглероживание в вакууме. Химико-термическая обработка в низкотемпературной плазме.

Тема 9. Основы и технологические особенности термической обработки крупногабаритных заготовок и изделий

Особенности структуры и свойств крупногабаритных изделий. Теплотехнические основы нагрева и охлаждения крупногабаритных изделий. Кинетика фазовых превращений и напряжения в поковках. Анизотропия свойств и дефекты в поковках — флокены в сталях и заготовках. Сущность противоблокенной термической обработки. Технологические особенности термической обработки поковок для производства валков горячей деформации. Технология термической обработки валков холодной прокатки. Технология термической обработки роторов турбогенераторов. Технология термической обработки коленчатых и распределительных валов.

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	2	Исследование структуры и фазового состава стальных образцов, после быстрого и сверхбыстрого охлаждения	Собеседование.	Вопросы по темам / разделам дисциплины.
2	4	Исследование структуры и Фазового состава стальных образцов, после быстрого и сверхбыстрого нагрева.	Собеседование.	Вопросы по темам / разделам дисциплины.
3	7	Исследование структуры и фазового состава слоев, полученных в результате вакуумной цементации	Собеседование.	Вопросы по темам / разделам дисциплины.
4	9	Исследование структуры и фазового состава стальных образцов, охлажденных с малыми скоростями.	Собеседование.	Вопросы по темам / разделам дисциплины.

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	1	Содержание темы 1	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины

2	3	Содержание темы 3	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
3	5	Содержание темы 5	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
4	6	Содержание темы 6	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
5	8	Содержание темы 8	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины

5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Современные и перспективные технологии термической и лазерной обработки» 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. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

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		
2	<i>Б.Д. Ошейник. Новые материалы и технологии. Учеб. пособие /Б.Д. Ошейник. Пермь. Изд-во ПГТУ, 2006.— 69 с.</i>	60
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебно-методические, научные издания		
1	<i>Н.Н. Митрохович. Материаловедение. Учеб. пособие для вузов / Н.Н. Митрохович, С.С. Югай. Пермь. Изд-во ПГТУ, 2006.— 113 с.</i>	147+ЭБ
2.2 Периодические издания		
1	<i>Металловедение и термическая обработка металлов</i>	
2	<i>Физика металлов и металлоедение</i>	
3	<i>Материаловедение</i>	
4	<i>Перспективные материалы</i>	
5	<i>Заводская лаборатория. Диагностика материалов</i>	

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
6	Материаловедение http://elibrary.ru	Научная электронная библиотека (НЭБ)
2.3 Нормативно-технические издания		
1	ГОСТ 12.3.004-75	Техэксперт
2	ГОСТ 3.1405-86	Техэксперт
2.4 Официальные издания		
1	Конституция Российской Федерации	КонсультантПлюс
2	Трудовой кодекс Российской Федерации	КонсультантПлюс

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Электронная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных электрон. док., издан. В Изд-ве ПНИПУ] / Перм. нац. исслед. политехн. ун-т. Науч. б-ка. – Пермь. 2016. – Режим доступа: <http://elib.pstu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

2. Электронно-библиотечная система Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии кн., журн. по гуманитар., обществ., естеств. и техн. наукам] / Электрон. -библ. Система Изд-ва «Лань». – Санкт-Петербург. 2010-2016. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>, по IP-адресам компьютер. Сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

3. ProQuest Dissertations & Theses Global [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : дис. и дипломные работы на ин. яз. по всем отраслям знания] / ProQuest LLC. – Ann Arbor. 2016. – Режим доступа: <http://search.proquest.com/pqdtglobal/dissertations>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. Исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

4. Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версия дис. и автореф. Дис. по всем отраслям знания] / Электрон. б-ка дис. – Москва. 2003-2016. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru>, компьютер. сеть Научн. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

5. Cambridge Journals [Electronic resource : полнотекстовая база данных : электрон. журн. по гуманитар., естеств., и техн. наукам на англ. яз.] / University of Cambridge. – Cambridge : Cambridge University Press. 1770-2012. – Режим доступа: <http://journals.cambridge.org/>. – Загл. с экрана. 11.

6.2.1. Информационные и информационно-справочные системы

1. Информационная система Техэксперт: Интернет [Электронный ресурс]: [полнотекстовая база данных правовой информ. : законодат. и норматив. док., коммент., журн. и др.] / Кодекс. – Версия 6.3.2.22. сетевая. 50 рабочих мест. – Санкт-Петербург, 2009-2013. – режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

6.2.2. Информационные справочные системы

1. Информационная система доступа к электронным каталогам библиотек сферы образования и науки (ЭКБСОН).

2. «Рубрикон»-энциклопедии в интернете – www.rubricon.com

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	Персональный компьютер Aquarius Pro P30 s46 в составе MNT/C2D E8400/2xD I024DII 800/VINT/S 160 7200/DRW/S V/NIC/no-KM/WVD, монитор LCD 19" ASUS VB19IT, мышь Geniris NetSci of 1 110 white, клавиатура Gelzius KB06X, наушники +микрофон AP-860; локальная компьютерная сеть 100МБ/сек (Cisco Catalyst WS-C2960-48TT-L, internet-router Cisco 1 841	25	Оперативное управление	162
2	Закалочный дилатометр Linseis L78 RITA	1	Оперативное управление	165a
3	Металлографический микроскоп Olympus GX51	1	Оперативное управление	164
4	Стереомикроскоп Olympus SZX-16 Автоматический настольный электрогидравлически	1	Оперативное управление	169
5	Многофункциональный полировальный настольный станок с высокой степенью прецизионного снятия	1	Оперативное управление	169

6	Настольный сканирующий электронный микроскоп FEI PHENOM ProX2	1	Оперативное управление	163
7	Автоматизированный микротвердомер DuraScan70	1	Оперативное управление	163
8	Конфокальный лазерный сканирующий микроскоп Lext-OLS4000	1	Оперативное управление	163
9	Металлографический микроскоп с автоматизированным столиком BX-61	1	Оперативное управление	163
10	Твердомер Роквелла ТК-2М	2	оперативное управление	164, 169
11	Лабораторная печь «НАКАЛ»	3	Оперативное управление	169
12	Прибор для определения элементного состава металлов и сплавов PMIMaster-PRO	1	Оперативное управление	165a
13	Автоматический настольный электрогидравлический пресс для горячей запрессовки образцов	1	Оперативное управление	169

8. Фонд оценочных средств

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра. Формой контроля освоения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачета (3 семестр), проводимая с учетом результатов текущего контроля.

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

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию аспирантов

Текущий контроль

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценку освоения дисциплин и проводится в форме собеседования и защиты отчета о творческом задании.

- **Собеседование**

Для оценки **знаний** аспирантов проводится собеседование в виде специальной беседы преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной для выяснения объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме.

Собеседование может выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

- **Защита отчета о творческом задании**

Для оценки **умений и владений** аспирантов используется творческое задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Творческие задания могут выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Промежуточная аттестация проводится в виде зачета (3 семестр) по дисциплине, в устно-письменной форме по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) и практическое задание (ПЗ).

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания. Пример билета представлен в приложении 1.

- **Шкалы оценивания результатов обучения при сдаче зачета:**

Оценка результатов обучения по дисциплине проводится по шкале оценивания «зачтено», «незачтено» путем выборочного контроля во время зачета.

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

Таблица 5

Шкала оценивания результатов освоения на зачете

Оценка	Критерии оценивания
<i>Зачтено</i>	Аспирант продемонстрировал сформированные и систематические знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все или большинство дополнительных вопросов правильно. Аспирант правильно выполнил контрольное задание билета правильно или с небольшими неточностями. Показал успешное и или сопровождающиеся отдельными ошибками применение навыков полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все или большинство дополнительных вопросов правильно.
<i>Незачтено</i>	При ответе на теоретический вопрос билета аспирант продемонстрировал фрагментарные знания при ответе на теоретический вопрос билета. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов. При выполнении контрольного задания билета аспирант продемонстрировал частично усвоенное умение и применение полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.

9. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

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.

Задания для оценивания когнитивных умений (знаний) должны предусматривать необходимость проведения аспирантом интеллектуальных действий:

- по дифференциации информации на взаимозависимые части, выявлению взаимосвязей между ними и т.п.;
- по интерпретации и творческому усвоению информации из разных источников, ее системно, о структурирования;
- по комплексному использованию интеллектуальных инструментов учебной дисциплины для решения учебных и практических проблем.

При составлении заданий необходимо иметь в виду, что они должны носить практико-ориентированный комплексный характер и формировать закрепление осваиваемых компетенций.

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

Перечень контрольных вопросов и заданий для сдачи кандидатского экзамена по научной специальности 05.16.09. «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов» разработан с учетом научных достижений научно-исследовательской школы кафедры.

Типовые творческие задания:

1. Изобразить на одном поле в соответствующих координатах режимы термической обработки, состоящей из закалки и отпуска для нагрева в воздушной среде и в вакууме.
2. Из представленного ряда фотографий микроструктур выбрать те случаи, для которых термическая обработка была проведена в окислительной атмосфере
3. Из представленного ряда фотографий микроструктур выбрать те случаи, для которых термическая обработка была проведена в восстановительной атмосфере
4. Из представленного ряда фотографий микроструктур выбрать те случаи, для которых был проведен сверхбыстрый электроконтактный нагрев.

Типовые контрольные задания:

1. Поясните, какое место термическая обработка занимает в общем производственном цикле.
2. Расскажите, какие виды внутренних напряжений, возникают в деталях и заготовках при термической обработке.
3. Объясните принципы лазерной термической обработки.
4. Расскажите преимущества вакуумной термической обработки.

Полный комплект вопросов и заданий в форме утвержденных билетов хранится на кафедре «МТО».

Пример типовой формы экзаменационного билета

Программа

Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГАОУ ВО «Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет» (ПНИПУ)

Кафедра

Металловедение, термическая и лазерная обработка металлов

Дисциплина

«Современные и перспективные технологии термической и лазерной обработки»

БИЛЕТ № 1

1. Расскажите, какие виды внутренних напряжений, возникают в деталях и заготовках при термической обработке (*контроль знаний*)
2. Изобразить на одном поле в соответствующих координатах режимы термической обработки, состоящей из закалки и отпуска для нагрева в воздушной среде и в вакууме (*контроль умений*)
3. Из представленного ряда фотографий микроструктур выбрать те случаи, для которых был проведен сверхбыстрый электроконтактный нагрев (*контроль умений и владений*)

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

Симонов Ю.Н.

« ____ » _____ 202 ____ г.

Лист регистрации изменений

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