

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Рябчин Владимир Васильевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 18.06.2026 10:37:08
Уникальный программный ключ:
937d0b737ee35db03895d495a275a8aac5224805

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Технологический институт –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего
образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ТИ НИЯУ МИФИ)

КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

ОДОБРЕНО
Ученым советом ТИ НИЯУ МИФИ
Протокол № 2 от 03.07.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Химико-термическая обработка

(наименование дисциплины (модуля))

Направление	11.03.03 Конструирование и технология
подготовки	электронных средств
Профиль подготовки	Технология электронных средств
Квалификация (степень) выпускника	бакалавр
Форма обучения	очная

Семестр	8	Итого
Трудоемкость, кред.	2	2
Общий объем курса, час.	72	72
Лекции, час.	14	14
Практич. занятия, час.	14	14
Лаборат. работы, час.	-	-
В форме практической подготовки, час.	-	-
СРС, час.	44	44
КСР, час.	-	-
Форма контроля – зачет	-	-

АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Химико-термическая обработка» дает представление о технологических процессах термической и химико-термической обработки углеродистых и легированных сталей различного функционального назначения, влияние технологических параметров на структуру и свойства материалов, оптимальные режимы процессов.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения учебной дисциплины «Химико-термическая обработка» состоит в том, чтобы студенты изучили основы теории процесса диффузионного насыщения металлов, разновидности технологических процессов химико-термической обработки (ХТО), основы проектирования процессов ХТО и возможности их использования в машиностроении.

Задачи дисциплины:

- Изучение физических, химических и иных закономерностей, лежащих в основе методов химико-термической обработки;
- Изучение способов и технологических схем применения ХТО
Изучение технологических возможностей ХТО при создании изделий в машиностроении

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Химико-термическая обработка» изучается студентами четвертого курса, является дисциплиной по выбору профессионального модуля раздела Б.1, часть, формируемая участниками образовательных отношений, учебного плана по направлению подготовки «Конструирование и технология электронных средств» по профилю подготовки бакалавров «Технология электронных средств».

Дисциплина основывается на знании следующих дисциплин: «Электрорадиоматериалы», «Физика», «Химия»

Входными компетенциями для изучения дисциплины являются:

- Способен участвовать в разработке проектов изделий машиностроения с учетом механических, технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических, экономических и управленческих параметров (ПК-5 Материаловедение);
- Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах (УКЕ-1; Химия)..

Данная дисциплина является базой для изучения профессионального курса «Технологии машиностроения». Знание ее материалов необходимо при выполнении курсового и дипломного проектирования, а также при практической работе выпускников по специальности.

Указанные связи и содержание дисциплины «Химико-термическая обработка» дают обучающемуся системное представление о комплексе изучаемых дисциплин в соответствии ОС ВО НИЯУ МИФИ, что обеспечивает соответственный теоретический уровень и практическую направленность в системе обучения будущей деятельности бакалавра.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Процесс изучения дисциплины «Химико-термическая обработка» направлен на формирование следующих компетенций: ПК-1, ПК-4.2

Код компетенции	Компетенция
ПК-1	Способен осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке корректности и эффективности работы электронных средств
ПК-4.2	Способен обеспечивать эксплуатацию и техническое обслуживание и ремонт электронных средств на основе организации работ подчиненного персонала

Индикаторами достижения компетенций являются:

Код компетенции	Код индикатора	Индикатор
ПК-1	З-ПК-1	Знать: источники информации по функционированию и проектированию электронных средств, методы их исследования
	У-ПК-1	Уметь: систематизировать полученные данные, составлять описание проводимых исследований, подготавливать данные для составления обзоров и отчетов, обосновывать принимаемые проектные решения, выполнять эксперименты по проверке корректности решений
	В-ПК-1	Владеть: навыками построения моделей объектов профессиональной деятельности с использованием инструментальных средств, навыками тестирования, отладки и верификации
ПК-4.2	З-ПК-4.2	Знать: регламенты операций по эксплуатации закрепленного оборудования электронных средств
	У-ПК-4.2	Уметь: анализировать, составлять и корректировать функциональные, структурные и принципиальные электрические схемы электронных средств и аппаратуры
	В-ПК-4.2	Владеть: навыками по выявлению и устранению неисправностей и дефектов электронных средств и аппаратуры

4. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Код	Направление/цели	Создание условий, обеспечивающих:	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин
B18	Профессиональное воспитание	формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора

Код	Направление/цели	Создание условий, обеспечивающих:	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин
		решения	студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.

Организация интерактивных мероприятий и реализация специализированных заданий с воспитательным и социальным акцентом:

- выбор способов и методов решения задач в процессе командной работы (практические работы);
- решение задач по рациональному выбору методов и способов контроля для создания качественных изделий машиностроения с учетом механических, технологических, эксплуатационных, эстетических, экономических параметров (анализ ситуаций, самостоятельная работа);

Перечисленные мероприятия направлены на:

- формирование у студентов трудовой мотивации и активной профессиональной позиции, личного трудолюбия;
- развитие творческих умений и навыков, формирование творческого профессионально-ориентированного мышления, необходимого для решения профессиональных нестандартных задач.

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной деятельности, трудоемкость (в часах)				Обязат. текущий контроль успевае- мости (Форма, неделя)	Аттестация раздела (форма, неделя)	Максималь ный балл за раздел
			Лекции	Практичес- кие занятия	Лабораторная работа	Самостояте- льная работа			
Раздел 1.									
1	Тема 1. Введение Общая характеристика химико-термической обработки	1	2			6		Т1-5	30
2	Тема 2. Диффузия в металлах. Механизм образования диффузионных слоёв	2-3	2	2		6	ПР1-3		
3	Тема 3. Определение основных параметров химико-термической	4-5	2	2		5	ПР2-5		

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной деятельности, трудоемкость (в часах)				Обязат. текущий контроль успевае- мости (Форма, неделя)	Аттестация раздела (форма, неделя)	Максималь ный балл за раздел
			Лекции	Практиче- ские занятия	Лабораторная работа	Самостояте- льная работа			
	обработки								
Раздел 2.									
4	Тема 4. Цементация стали. Контроль качества цементованных деталей	6-7	2	2		5	ПР3-7	Т2-14	40
5	Тема 5. Структура и свойства нитро-цементованного слоя. Технология нитроцементации.	8,9	1	2		6			
6	Тема 6. Цианирование стали	8,10	1	2		5	ПР4-10		
7	Тема 7. Строение и свойства азотированного слоя. Технология и контроль качества азотирования	11-12	2	2		5	ПР5-12		
8	Тема 8. Диффузионное насыщение металлами и неметаллами	13-14	2	2		6			
	ИТОГО:		14	14		44			
	Зачет								30
	Всего					72			100

НАИМЕНОВАНИЕ ТЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ

Тема 1. Введение.

Основные сведения о химико-термической обработке металлов.

Тема 2. Диффузия в металлах. Механизм образования диффузионных слоёв.

Основные сведения о теории процесса диффузии. Стадии процесса диффузии с поверхности, основные закономерности, тепловые процессы, свойства диффузионных слоёв.

Тема 3. Определение основных параметров химико-термической обработки.

Основные уравнения и закономерности при различных граничных условиях. Расчёт толщины диффузионного слоя с учётом коэффициента диффузии.

Тема 4. Цементация стали. Контроль качества цементованных деталей.

Процесс и условия образования науглероженного слоя в стали. Цементация в твёрдом и газовом карбюризаторе. Свойства цементованного слоя, глубина науглероживания. Термообработка деталей после цементации. Контроль качества деталей после цементации.

Тема 5. Структура и свойства нитроцементованного слоя. Технология нитроцементации.

Особенности и закономерности многокомпонентного насыщения, области применения. Особенности совместного насыщения азотом и углеродом. Технология нитроцементации. Структура диффузионного слоя. Контроль качества деталей после нитроцементации.

Тема 6. Цианирование стали.

Закономерности образования диффузионного слоя. Средне- и высокотемпературное цианирование.

Тема 7. Строение и свойства азотированного слоя. Технология и контроль качества азотирования.

Строение и свойства азотированного слоя. Технология и контроль качества азотирования. Технологическое использование. Ионное азотирование.

Тема 8. Диффузионное насыщение металлами и неметаллами.

Аллитирование, силицирование, хромирование, борирование, цинкование.

Аудиторные занятия и бюджет времени на самостоятельную подготовку студента

Учебная неделя	Наименование раздела, краткое наименование темы	Аудиторные занятия (час.)		Практическая подготовка	Самостоятельная работа
		Лекции	Практические занятия		
1	Раздел 1 Тема 1. Введение. Общая характеристика химико-термической обработки	2		0	6
2-3	Тема 2. Диффузия в металлах. Механизм образования диффузионных слоёв	2	2	0	6
4-5	Тема 3. Определение основных параметров химико-термической обработки	2	2	0	5
6-7	Раздел 2 Тема 4. Цементация стали. Контроль качества цементованных деталей	2	2	0	5
8,9	Тема 5. Структура и свойства нитроцементованного слоя. Технология нитроцементации.	1	2	0	6
8,10	Тема 6. Цианирование стали	1	2	0	5
11-12	Тема 7. Строение и свойства азотированного слоя. Технология и контроль качества азотирования	2	2	0	5
13-14	Тема 8. Диффузионное насыщение металлами и неметаллами	2	2	0	6
	Итого	14	14	0	44

Практические занятия

1. Оценка глубины диффузионного слоя по кривым изменения микротвёрдости.
2. Оценка глубины диффузионного слоя в зависимости от температуры обработки.
3. Контроль качества цементованного слоя по результатам измерения микротвёрдости.
4. Расчёт длительности цианирования для углеродистых сталей.
5. Контроль качества азотированного слоя.
6. Расчёт глубины борирования, цинкования.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы дисциплины «Химико-термическая обработка» используются различные образовательные технологии – во время аудиторных занятий занятия проводятся в форме лекций, практических занятий.

Практические занятия проводятся в форме решения задач по пройденной теме. При работе на практических занятиях применяются следующие технологии: проектная работа, обучение на основе опыта, методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод).

Для контроля усвоения студентом разделов данного курса широко используются тестирование. Ответы на тесты позволяют судить об усвоении студентом данного курса.

Интерактивные технологии обучения предполагают режим взаимодействия студентов друг с другом и с преподавателем.

ИНТЕРАКТИВНЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ НА АУДИТОРНЫХ ЗАНЯТИЯХ

№	Наименование раздела дисциплины	Вид занятий	Интерактивные формы обучения	Количество часов
1	Раздел 1	Пр. занятия	Обучение на основе опыта, командная работа	4
2	Раздел 2	Пр. занятия		4

Использование интерактивных образовательных технологий способствует повышению интереса и мотивации учащихся, активизации мыслительной деятельности и творческого потенциала студентов, делает более эффективным усвоение материала, позволяет индивидуализировать обучение и ввести экстренную коррекцию знаний.

Организация самостоятельной работы студентов

Цель самостоятельной работы: закрепление знаний, полученных на занятиях.

Самостоятельная работа студентов подразумевает под собой проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой литературы для подготовки к тестам, а также выполнение практических заданий.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО, ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Код	Проектируемые результаты освоения дисциплины и индикаторы формирования компетенций			Средства и технологии оценки
	Знать (З)	Уметь (У)	Владеть (В)	
ПК-1	З-ПК-1	У-ПК-1	В-ПК-1	ПР1,ПР2,ПР3,ПР4,П5, Т1, Т2, зачет
ПК-4.2	З-ПК-4.2	У-ПК-4.2	В-ПК-4.2	ПР1,ПР2,ПР3,ПР4,ПР5, Т1, Т2, зачет

Шкала оценки за текущую аттестацию

Раздел	Форма текущего контроля	Максимальный балл	Максимальный балл за раздел
Раздел 1.	ПР1	10	30
	ПР2	10	
Аттестация раздела	Т1	10	
Раздел 2.	ПР3	10	40
	ПР4	10	
	ПР5	10	
Аттестация раздела	Т2	10	
Итого			70

Шкала оценки за промежуточную аттестацию (зачет)

Критерий оценивания	Шкала оценивания
студент полностью раскрыл содержание теоретических вопросов, самостоятельно, без наводящих вопросов, решил предложенную практическую задачу, смог разъяснить особенности применения теоретических знаний на практике, что может выражаться в уверенных ответах на дополнительные вопросы преподавателя.	30
студент раскрыл содержание теоретических вопросов, продемонстрировал знания основных понятий и определений, знание специфических для рассматриваемого раздела терминов и их понимание, что может выражаться в уверенном ответе на вопросы преподавателя, но не смог сразу разъяснить особенности применения теоретических знаний на практике.	29-24
студент раскрыл содержание вопросов с большими затруднениями, требовалась помощь преподавателями в форме наводящих вопросов, напоминания алгоритмов решения практической задачи, студент затруднялся в объяснении решения задачи	23-18
студент не смог раскрыть содержание теоретических вопросов, продемонстрировать знания в решении задачи, даже если преподаватель пытался помочь в форме наводящих вопросов и напоминания алгоритмов решения задачи	17-0

Шкала итоговой оценки за семестр

Итоговая оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля и выставляется в соответствии с Положением о кредитно-модульной системе в соответствии со следующей шкалой:

Оценка по 4-балльной шкале	Сумма баллов	Оценка ECTS
5 – «отлично»/зачтено	90-100	A
4 – «хорошо»/зачтено	85-89	B
	75-84	C
	70-74	D
	65-69	
3 – «удовлетворительно»/зачтено	60-64	E
	Ниже 60	F

Расшифровка уровня знаний, соответствующего полученным баллам, дается в таблице, указанной ниже

Сумма баллов	Оценка ECTS	Уровень приобретенных знаний по дисциплине
90-100	A	«Отлично» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.
85-89	B	«Очень хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному.
75-84	C	«Хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.
65-74	D	«Удовлетворительно» - теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.
60-64	E	«Посредственно» - теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному.
Ниже 60	F	«Неудовлетворительно» - очень слабые знания, недостаточные для понимания курса, имеется большое количество основных ошибок и недочетов.

Студент считается аттестованным по разделу, зачету, если он набрал не менее 60% от максимального балла, предусмотренного рабочей программой.

Контрольные мероприятия, за которые студент получил 0 баллов (неявка в установленный срок), подлежат обязательной пересдаче. Сроки пересдач контрольных мероприятий в течение семестра определяет кафедра.

Студент, пропустивший контрольное мероприятие без уважительной причины или получивший за него неудовлетворительную оценку, после пересдачи контрольного мероприятия получает балл ниже установленного на 25%.

Вопросы к зачету по дисциплине «Химико-термическая обработка»

1. Механизм диффузии в металлах и сплавах
2. Структура диффузионных слоёв
3. Диффузия углерода в стали.
4. Цементация в твёрдом карбюризаторе.
5. Газовая цементация.
6. Термическая обработка цементованной стали.
7. Структура цементованного слоя, свойства цементованной стали.
8. Азотирование легированной стали.
9. Свойства азотированной стали.
10. Структура азотированного слоя в легированной стали.
11. Совместная диффузия азота и углерода в сталь
12. Свойства стали после нитроцементации.
13. Методы и режимы борирования.
14. Структура борированной стали.
15. Методы и режимы силицирования.
16. Структура и свойства силицированной стали.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Носков, Ф. М. Технология и оборудование термической и химико-термической обработки. Теория и технология термической обработки металлов и сплавов : учебное пособие / Ф. М. Носков, Л. И. Квеглис, М. В. Носков. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2018. — 334 с. — ISBN 978-5-7638-3921-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/100132.html> (дата обращения: 24.04.2026). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Металловедение. Том 2. Термическая обработка. Сплавы : учебник / И. И. Новиков, В. С. Золоторевский, В. К. Портной [и др.] ; под редакцией В. С. Золоторевского. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2014. — 526 с. — ISBN 978-5-87623-217-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/56564.html> (дата обращения: 24.04.2026). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

Дополнительная литература

1. Берлин, Е. В. Плазменная химико-термическая обработка поверхности стальных деталей / Е. В. Берлин, Н. Н. Коваль, Л. А. Сейдман ; под редакцией Ю. Ф. Иванов. — Москва : Техносфера, 2012. — 464 с. — ISBN 978-5-94836-328-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/26900.html> (дата обращения: 24.04.2026). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

Программное обеспечение:

Специальное программное обеспечение не требуется.

LMS и Интернет-ресурсы:

1. Научная электронная библиотека. URL: <http://www.elibrary.ru>.
2. Национальная платформа открытого образования: <https://openedu.ru/my/courses/>.
3. Образовательный портал НИЯУ МИФИ . URL: <https://online.mephi.ru/>.
4. Справочная система Актион URL: <https://action360.ru/>
5. Центр информационно-библиотечного обеспечения учебно-научной деятельности НИЯУ МИФИ URL: <http://library.mephi.ru/>.
6. Электронная информационно-образовательная среда ТИ НИЯУ МИФИ URL: <http://stud.mephi3.ru/>.
7. Электронно-библиотечная система IPRbooks URL: IPRbooks <https://www.iprbookshop.ru/>.
8. Электронно-библиотечная система Лань URL: <https://e.lanbook.com/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для самостоятельной работы:

проектор Nec + экран (настенный), компьютер: процессор IntelPentium 4; оперативная память 4GBDDR3; монитор ЖК Benq 19,5", клавиатура, мышь, Adobe Reader

«Лаборатория Материаловедения Термообработки» 018 - для реализации практических занятий, лабораторных работ:

1. Печь муфельная ПМ-8
2. Печь муфельная ПМ-141П-1250Т
3. Электронные весы GF-200
4. Микроскоп измерительный МБП-3
5. Твердомер ТРБ 5010

Каждый студент имеет свой логин и пароль для входа в Электронную информационно-образовательную среду ТИ НИЯУ МИФИ (<http://stud.mephi3.ru/>)

Каждый студент имеет доступ к электронно-библиотечной системе IPRbooks.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО НИЯУ МИФИ по направлению подготовки 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств»

Автор: старший преподаватель кафедры Технологии машиностроения Ю.В. Харина.