

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

А.А. Каракозов

(подпись)

« 31 » 05 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.О.28 СПЕЦИАЛЬНЫЕ СТАЛИ И СПЛАВЫ

Направление подготовки: 22.03.01- Материаловедение и технологии материалов

Направленность (профиль): "Прикладное материаловедение", «Металловедение и термическая обработка металлов»

Программа: бакалавриат

Форма обучения: Очная, заочная

Форма обучения	Очная	Заочная
Семестр(ы)	7	8
Общая трудоёмкость в ЗЕТ/часах	5,5 / 198	5,5 / 198
Контактная работа (час.):	91	18
Лекции (час.)	51	6
Практические (семинарские) занятия (час.)	0	0
Лабораторные работы (час.)	34	4
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	71	144
Курсовой проект (работа) (семестр / час.)	7 / 27	8 / 27
Контроль (экзамен, час. / зачёт):	Экзамен 36 час.	Экзамен 36 час.

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Специальные стали и сплавы» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 22.03.01- «Материаловедение и технологии материалов» (направленность (профили) подготовки "Прикладное материаловедение", «Металловедение и термическая обработка металлов») для 2023 года приёма по очной и заочной формам обучения.

Составитель:

профессор кафедры «Физическое
материаловедение», доктор технических
наук, профессор



Горбатенко В.П.

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Физическое материаловедение».

Протокол от 23.03.2023 года № 6.

Заведующий кафедрой


(подпись)

Егоров Н.Т.

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ДОННТУ по направлению подготовки 22.03.01- «Материаловедение и технологии материалов».

Протокол от 23.03.2023 года № 6.

Председатель


(подпись)

Егоров Н.Т.

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Физическое материаловедение».

Протокол от «____» _____ 20__ года № _____
Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Физическое материаловедение».

Протокол от «____» _____ 20__ года № _____
Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Физическое материаловедение».

Протокол от «____» _____ 20__ года № _____
Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Физическое материаловедение».

Протокол от «____» _____ 20__ года № _____
Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Физическое материаловедение».

Протокол от «____» _____ 20__ года № _____
Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

1. ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Специальные стали и сплавы» рассматривает вопросы, касающиеся состава, термической обработки, свойств и специфики применения конструкционных и инструментальных сталей, а также сталей и сплавов с особыми свойствами.

Целью дисциплины является теоретическая и практическая подготовка студентов в области металловедения и термической обработки специальных сталей и сплавов для понимания особенностей их состава и структуры и изменения свойств этих материалов в зависимости от условий легирования и термической обработки.

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать: классификацию специальных сталей и сплавов, закономерности влияния легирующих элементов на фазовые превращения в них, принципы и цели их легирования в зависимости от назначения, основные характерные свойства, термическую обработку и области применения таких материалов (по классам и группам).

уметь: выбрать марку стали (сплава) для изготовления детали, конструкции или инструмента конкретного назначения и режим их обработки для обеспечения необходимых свойств, определять состав материала по его марке и ожидаемую структуру стали в зависимости от состава и режима термической обработки.

владеть: навыками работы диаграммами фазовых и структурных превращений в легированных сталях и сплавах, диаграммами, отражающими взаимосвязь между составом или структурой и свойствами материала, информацией о рекомендуемых областях использования сталей и сплавов различных типов и классов, навыками работы со справочной литературой.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- ОПК2 - способен участвовать в проектировании технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических и социальных ограничений;

- ОПК6 - способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии;

- ПК1 - способен на основе системного подхода применять основные методы исследования, анализа, диагностики и моделирования структуры и свойств металлических, неметаллических, композиционных и порошковых материалов в научно-исследовательской и производственной деятельности;

- ПК3 - способен обосновать применение основных типов современных неорганических, органических, композиционных, порошковых, nano- и аморфных материалов для решения производственных задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 дисциплин (модулей) учебного плана.

Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: физическая химия, физика, физика конденсированного состояния, материаловедение (металловедение), механические и физические свойства материалов, теория термической обработки.

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при изучении последующих дисциплин (технология термической обработки), выполнении квалификационной работы при прохождении государственной итоговой аттестации, а также при изучении дисциплин магистерской подготовки.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (очная / заочная форма)				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Практ.	Лабор.	СРС
Тема 1. Общая характеристика специальных сталей и сплавов	6 / 5	4 / 1	0 / 0	0 / 0	2 / 4
Тема 2. Влияние легирования на фазовые и структурные превращения в сталях.	18 / 21	8 / 1	0 / 0	4 / 0	6 / 20
Тема 3. Строительные стали.	6 / 7	4 / 1	0 / 0	0 / 0	2 / 6
Тема 4. Конструкционные машиностроительные стали	34 / 34	10 / 2	0 / 0	12 / 2	12 / 30
Тема 5. Высокопрочные конструкционные стали.	3 / 4,5	2 / 0,5	0 / 0	0 / 0	1 / 4
Тема 6. Инструментальные стали.	36 / 31	10 / 1	0 / 0	14 / 2	12 / 28
Тема 7. Коррозионно-стойкие стали и сплавы.	12 / 9,5	4 / 0,5	0 / 0	4 / 0	4 / 9
Тема 8 Жаропрочные и жаростойкие стали и сплавы.	9 / 10,5	6 / 0,5	0 / 0	0 / 0	3 / 10
Тема 9. Электротехнические стали и сплавы.	5 / 6,5	3 / 0,5	0 / 0	0 / 0	2 / 6
Контактная работа (дополнительная)	6 / 6				
Курсовая работа	27 / 27	0 / 0	0 / 0	0 / 0	27 / 27
Итого по видам занятий:	162 / 162	51 / 6	0 / 0	34 / 4	71 / 144
Контроль	36 / 36				
Итого:	198 / 198				

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
ОПК 2	Тема 1
ОПК 6	Темы 1, 2
ПК 1	Темы 2, 4, 6, 7, 8
ПК 3	Темы 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

3.2. Лекции

Тема 1. Общая характеристика специальных сталей и сплавов.

Содержание темы 1:

Основные понятия и определения. Легирующие элементы, их виды. Цели легирования. Микролегирование. Модифицирование сплавов, его влияние на структуру и свойства. Общая характеристика и классификация специальных и легированных сталей. Структурные классы легированных сталей в состоянии равновесия и после нормализации. Основные принципы маркировки легированных сталей. Эффективность использования легированных сталей в технике.

Фазы в легированных сталях: твердые растворы (легированный феррит, легированный аустенит), соединения - карбиды, нитриды, интерметаллиды, их общая характеристика.

Механизмы упрочнения феррита. Влияние легирования карбидообразующими и некарбидообразующими элементами на термодинамическую активность углерода в твердом растворе. Карбиды и нитриды в сталях. Интерметаллические соединения в сталях и сплавах, их основные типы.

Литература к теме 1: [1, с. 6-23], [2].

Тема 2. Влияние легирования на фазовые и структурные превращения в сталях.

Содержание темы 2:

Влияние легирующих элементов на фазовые и структурные превращения в сталях при нагреве. Особенности процесса аустенитизации легированных сталей, влияние специальных карбидов. Особенности влияния карбидообразующих и некарбидообразующих элементов на полиморфные превращения и растворение специальных карбидов в процессе аустенитизации. Влияние легирования на процессы роста зерна аустенита при нагреве.

Влияние легирования на устойчивость переохлажденного аустенита и прокаливаемость стали. Влияние легирования карбидообразующими и некарбидообразующими элементами на кинетику распада аустенита в перлитной и бейнитной областях. Влияние легирования на кинетику и температурный интервал мартенситного превращения.

Превращения при отпуске закаленных сталей. Влияние легирования на процессы распада мартенсита. Явление вторичного твердения при легировании стали карбидообразующими элементами. Основные механизмы образования специальных карбидов при отпуске. Явление вторичной закалки при отпуске высоколегированных сталей. Влияние легирования на явление отпускной хрупкости второго рода. Методы борьбы с отпускной хрупкостью в легированных сталях. Влияние легирования на процессы распада остаточного аустенита в легированных сталях и кинетику роста карбидов при отпуске.

Влияние легирования на критические точки стали. Классификация легирующих элементов по их влиянию на полиморфизм железа. Особенности влияния карбидообразующих и некарбидообразующих элементов на кинетику полиморфных превращений и процессы растворения карбидов; комплексное влияние этих факторов на критические точки легированных сталей при нагреве и охлаждении. Понятие о никелевом и марганцевом аустенитах и особенности упрочнения сталей с соответствующей структурой.

Литература к теме 2: [1, с. 24-42], [2].

Тема 3. Строительные стали.

Содержание темы 3:

Общая характеристика и основные требования к строительным сталям, основные области их применения. Классификация конструкционных строительных сталей. Классы сталей. Термически упрочненные углеродистые строительные стали. Арматурные стали, их назначение, принципы и цели легирования и основные классы.

Строительные низколегированные стали: ферито-перлитные, повышенной и высокой прочности, бейнитные, принципы и цели их легирования и эффективность использования вместо углеродистых сталей. Основные легирующие элементы в таких сталях, их влияние на структуру и свойства. Эффективность применения контролируемой прокатки и термического упрочнения при производстве листа и сортовых профилей проката для строительства.

Литература к теме 3: [1, с. 43-49], [2].

Тема 4. Конструкционные машиностроительные стали

Содержание темы 4:

Основные требования к машиностроительным конструкционным сталям. Основная цель легирования таких сталей.

Машиностроительные легированные улучшаемые стали, их классификация по системам легирования. Влияние основных легирующих элементов (Cr, Ni, Mn, Si, Mo) на структуру и свойства сталей. Комплексное легирование и микролегирование машиностроительных сталей как средство повышения их свойств и экономии легирующих элементов. Особенности термической обработки изделий из легированных улучшаемых сталей.

Машиностроительные легированные стали для цементации и нитроцементации. Характеристика основных групп таких сталей, цель их легирования и микролегирования. Особенности термической обработки изделий после цементации или нитроцементации в зависимости от химического состава сталей и склонности к росту зерна аустенита. Стали для азотирования, основные принципы их легирования для обеспечения необходимых свойств сердцевины и повышенной твердости поверхностного слоя. Особенности термической и химико-термической обработки изделий из азотируемых сталей.

Пружинные стали, их основные группы. Принципы легирования пружинных сталей. Требования к структуре таких сталей и технологические средства повышения служебных свойств готовых изделий. Пружинные стали для упругих элементов специального назначения. Особенности термической обработки пружинных сталей.

Подшипниковые легированные стали, основные требования к их составу, структуре и свойствам. Принципы и цель легирования подшипниковых сталей общего назначения и специального назначения. Особенности термической обработки изделий из таких сталей.

Износостойкие стали и чугуны, их классификация. Высокомарганцевая аустенитная сталь (сталь Гадфильда), ее состав, структура, свойства и применение. Особенности упрочнения марганцевого аустенита. Метастабильные аустенитные стали, их состав, структура, свойства и применение. Износостойкие чугуны, их основные группы по типу карбидов и матрицы, основные области использования.

Конструкционные стали специального назначения:

- стали для холодной штамповки, основные требования к ним и средства их обеспечения, углеродистые и легированные (нестареющие) низкоуглеродистые стали для холодной штамповки; двухфазные феррито-мартенситные легированные стали, особенности их термической обработки; стали для холодной объемной штамповки и холодной высадки, требования к их составу, структуре, технологическим и механическим свойствам;
- криогенные стали, условия их использования, основные требования к ним. Аустенитные хромо-никелевые криогенные стали, их состав и свойства; Cr-Mn- и Cr-Ni-Mn- стали как альтернатива Cr-Ni-сталям, их свойства и использование; ферритные низкоуглеродистые стали, дополнительно легированные никелем;
- немагнитные стали повышенной прочности, их состав, структура и области использования;
- стали повышенной механической обрабатываемости, их состав, основная цель дополнительного легирования, назначение; принципы маркировки и основные группы;
- рельсовые стали, основные принципы выбора их состава и видов термической обработки;
- стали пониженной прокаливаемости, их основное применение и требования к содержанию элементов, эффективно повышающих прокаливаемость.

Литература к теме 4: [1, с. 50-65], [2, 3].

Тема 5. Высокопрочные конструкционные стали.

Содержание темы 5:

Высокопрочные конструкционные стали, их общая характеристика и классификация. Особенности использования высокопрочных сталей с метастабильной структурой.

Низкоотпущенные легированные высокопрочные стали, их состав, структура и свойства. Принципы легирования таких сталей, области использования, преимущества и недостатки.

Стали со сверхмелким зерном, технологические методы их обработки, свойства, преимущества и недостатки.

Дисперсионно-твердеющие стали, их состав, структура и свойства. Эффект вторичного твердения, его природа и влияние на свойства дисперсионно-твердеющих сталей. Особенности термической обработки и области использования дисперсионно-твердеющих сталей.

Стали, подвергаемые ТМО. Общая характеристика влияния процессов ВТМО и НТМО на структуру и свойства сталей. Сравнительная характеристика свойств высокопрочных сталей после ВТМО и НТМО. Принципы легирования и области использования сталей, подвергаемых ТМО.

Высокопрочные стали с деформационным старением мартенсита, особенности обработки, структура, свойства, преимущества и недостатки. Высокопрочные стали, полученные методом холодной пластической деформации.

Мартенситно-стареющие стали, система их легирования и классификация. Состав, структура и свойства мартенситно-стареющих сталей. Преимущества и недостатки мартенситно-стареющих сталей, особенности их термической обработки, перспективы использования.

ПНП-стали (TRIP-steels), принципы их получения. Природа пластичности, наведенной превращением. Принципы легирования ПНП-сталей, методы повышения их свойств. Недостатки ПНП-сталей и возможности расширения их применения.

Литература к теме 5: [1, с. 66-70], [2].

Тема 6. Инструментальные стали.

Содержание темы 6:

Общие сведения и классификация инструментальных сталей. Стали для мерительного инструмента, принципы и цели их легирования, особенности термической обработки мерительного инструмента.

Стали для режущего инструмента, их основные группы. Легированные инструментальные стали повышенной прокаливаемости, нетеплостойкие, принципы и цели их легирования, особенности термической обработки, применение. Быстрорежущие стали умеренной, повышенной и высокой теплостойкости, принципы их легирования, основные легирующие элементы, их влияние на служебные свойства сталей. Особенности термической обработки быстрорежущих сталей, фазовые и структурные превращения, которые происходят при этом. Структура и свойства быстрорежущих сталей. Безвольфрамовые быстрорежущие стали. Общая характеристика и особенности применения твердых сплавов, их виды, методы получения, структура и свойства.

Штамповые стали, их классификация. Стали для штампов холодного деформирования, их типы. Стали повышенной износостойкости (полутеплостойкие) с высоким содержанием хрома, их структура, свойства и особенности термической обработки. Дисперсионно-твердеющие штамповые стали, принципы их легирования и особенности термической обработки. Высокопрочные стали с повышенной ударной вязкостью для штампов холодного деформирования, их состав, структура и свойства, особенности использования.

Стали для штампов горячего деформирования, основные виды и требования к ним. Понятия относительно теплостойкости и разгаростойкости. Особенности состава таких сталей и принципы легирования. Стали умеренной теплостойкости и повышенной ударной вязкости, их назначение, основные марки, принципы легирования, режимы термической обработки, структура и свойства. Стали повышенной теплостойкости и вязкости, особенности их легирования, роль карбидообразующих элементов в обеспечении теплостойкости таких сталей. Особенности назначения режимов термической обработки штампов из таких сталей. Стали высокой теплостойкости, особенности их легирования. Стали с карбидным и смешанным карбидно-интерметаллидным упрочнением.

Стали для прокатных валков, их основные виды и требования к ним. Стали и сплавы для валков горячей прокатки, термическая обработка таких валков. Возможности использования легированных чугунов для изготовления валков горячей прокатки. Стали для валков холодной прокатки, требования к ним, принципы и цель их легирования. Особенности использования таких сталей, режимы термической обработки валков холодной прокатки. Использование твердых сплавов для изготовления прокатных валков скоростных прокатных станов.

Литература к теме 6: [1, с. 71-83], [2].

Тема 7. Коррозионно-стойкие стали и сплавы.

Общая характеристика коррозионно-стойких сталей, основные принципы и цель их легирования. Влияние хрома на коррозионную стойкость сталей. Влияние ферритообразующих и аустенитообразующих элементов на структуру и свойства коррозионно-стойких сталей. Классификация коррозионно-стойких сталей по структуре.

Хромистые коррозионно-стойкие стали (ферритные, мартенситные и мартенситно-ферритные) коррозионно-стойкие стали, их состав, структура и свойства, основные области применения, преимущества и недостатки. Влияние соотношения углерода и хрома на структуру и свойства сталей. Влияние дополнительного легирования сталей титаном, ниобием и молибденом на их структуру и свойства.

Аустенитные, аустенитно-ферритные и аустенитно-мартенситные стали, их состав, свойства, преимущества и недостатки. Возможные фазовые превращения в таких сталях при нагреве и охлаждении, их влияние на структуру и свойства. Основные промышленные марки сталей. Влияние титана и ниобия на свойства сталей. Особенности термической обработки нестабилизированных титаном и ниобием и стабилизированных ними сталей.

Общая характеристика коррозионно-стойких сплавов на железоникелевой и никелевой основах: примеры состава таких сплавов, их дополнительное легирование, структура и свойства, назначение и особенности использования. Термическая обработка таких сплавов.

Литература к теме 7: [1, с. 84-88], [2].

Тема 8. Жаропрочные и жаростойкие стали и сплавы.

Содержание темы 8:

Определение жаропрочности и жаростойкости сплава. Классификация сталей и сплавов, предназначенных для работы при повышенных и высоких температурах. Принципы легирования жаропрочных сталей и сплавов. Упрочняющие фазы в жаропрочных сплавах.

Теплоустойчивые стали, условия их использования. Углеродистые и низколегированные стали, их состав, структура и свойства, особенности использования. Особенности термической обработки сталей. Хромистые жаропрочные стали мартенситного и мартенсито-ферритного классов, их состав, особенности структуры, основные упрочняющие фазы, свойства и основные области применения.

Аустенитные жаропрочные стали, принципы и цели их легирования, особенности термической обработки. Гомогенные аустенитные стали, легированные хромом, никелем и дополнительно - элементами, которые упрочняют твердый раствор. Аустенитные жаропрочные стали с карбидным упрочнением, их структура и свойства, принципы легирования. Аустенитные жаропрочные стали с интерметаллидным упрочнением, их назначение и цели легирования, влияние основных легирующих элементов на свойства сталей.

Жаропрочные сплавы на основе никеля, области их применения, основные принципы и цели легирования. Особенности состава сплавов, предназначенных для работы при относительно невысоких (750...850 °С) и высоких (975...1050 °С) температурах и в средах повышенной агрессивности. Дисперсноупрочненные сплавы на основе никеля для работы при чрезмерно высоких температурах, их общая характеристика. Общая характеристика жаропрочных сплавов на основе кобальта, их преимущества и недостатки по сравнению со сплавами на основе никеля, их структура, свойства и особенности применения.

Жаростойкие стали и сплавы. Влияние основных легирующих элементов (Cr, Al, Si) на жаростойкость сталей. Ферритные хромистые и хромоалюминиевые стали, их состав, свойства и области применения. Мартенситные хромосилистые стали (сильхромы), их состав, структура, свойства и особенности использования. Аустенитные жаростойкие стали и сплавы, особенности их использования; свойства хромо-никелевых, хромоникелькремнистых жаростойких сталей, железоникелевых (железоникельхромистых) сплавов, дополнительно легированных Mo, W, Ti, Nb и сплавов на никелевой основе. Жаростойкие сплавы на никельхромовой основе (ниххромы), их состав и особенности применения.

Литература к теме 8: [1, с. 88-102], [2].

Тема 9. Электротехнические стали и сплавы.

Содержание темы 9:

Магнитные стали и сплавы: магнитомягкие и магнитотвердые сплавы, их основные группы, требования к материалу, принципы легирования и термической обработки.

Стали и сплавы с высоким электрическим сопротивлением для нагревательных элементов. Сплавы с особыми физическими свойствами.

Литература к теме 9: [1, с. 102-106], [2].

3.3. Практические (семинарские) занятия

В соответствии с учебным планом для студентов набора 2023 г. проведение практических занятий не предусмотрено.

3.4. Лабораторные работы

№ п/п	Тема работы	Объем, час. (очн. / заочн.)	Литература
1	Определение структурного класса легированных сталей и их состава по маркировке.	4 / 0	[2, 6]
2	Влияние легирования на структуру и твердость сталей, охлажденных по различным режимам.	6 / 2	[2, 6]
3	Изучение эффекта дисперсионного твердения при отпуске стали.	6 / 0	[2, 6]
4	Влияние параметров термообработки на структуру и твердость штамповых сталей.	6 / 2	[2, 6]
5	Влияние параметров термообработки на структуру и твердость быстрорежущей стали.	8 / 0	[2, 6]
6	Исследование структуры и свойств коррозионно-стойких сталей	4 / 0	[2, 6]
Итого :		34 / 4	

3.5. Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. (очн. / заочн.)
1	Изучение лекционного материала	27 / 109
2	Подготовка к практическим занятиям	0 / 0
3	Подготовка к лабораторным работам	17 / 8
4	Выполнение курсового проекта (36 часов)	0 / 0
5	Выполнение курсовой работы (27 часов)	27 / 27
6	Выполнение индивидуального задания	0 / 0
Итого:		71 / 144

3.6. Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

В соответствии с учебным планом по дисциплине «Специальные стали и сплавы» предусмотрено выполнение курсовой работы.

Тематика курсовой работы связана с самостоятельным выполнением обоснования выбора марки специальной стали или сплава с особыми свойствами для изготовления конкретного изделия с заданными механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами, приведенными в соответствующем варианте задания на курсовую работу. Варианты заданий приведены в методических указаниях [7].

Объем учебной нагрузки при выполнении курсовой работы – 27 часов.

Рекомендуемый объем пояснительной записки к курсовой работе – не более 25 страниц формата А4 (210×297 мм).

Индивидуальное задание учебным планом не предусмотрено.

4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

4.1. Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

Составляющая компетенции – полнота знаний

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы / ответы на два вопроса из трех полностью отсутствуют; уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны неполные, неточные и недостаточно аргументированные ответы на вопросы; уровень знаний ниже минимальных требований; допущено много грубых ошибок;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы; плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы; допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы; в целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы; допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы; знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы; допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы; знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы; допущено несколько неточностей.

Составляющая компетенции – умения

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки; решения не обоснованы; не умеет использовать нормативно-техническую литературу;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки; решения не всегда обоснованы; умеет использовать нормативно-техническую литературу; слабо ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки; решения не всегда обоснованы; умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности; способен обосновать решения; умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;
- высокий уровень: понимает суть методики решения задачи; способен обосновать решения; умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой зарубежный опыт, нормативно-правовые акты.

Составляющая компетенции – владение навыками

- нулевой уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач; испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- минимальный уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач; испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию на пороговом уровне; трудовые действия выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет средним опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию; трудовые действия выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет опытом и достаточно выраженной личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию; быстро и качественно выполняет трудовые действия;
- высокий уровень: владеет опытом и выраженностью личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию; быстро и качественно выполняет трудовые действия.

Обобщенная оценка сформированности компетенций

- нулевой уровень: компетенции не сформированы;
- минимальный уровень: значительное количество компетенций не сформировано;

- пороговый уровень: все компетенции сформированы, но большинство на пороговом уровне;
- средний уровень: все компетенции сформированы на среднем уровне;
- продвинутый уровень: все компетенции сформированы на среднем или высоком уровне;
- высокий уровень: все компетенции сформированы на высоком уровне.

4.2. Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета

1. Определение специальных и легированных сталей. Легирующие и элементы в сталях.
2. Классификация специальных сталей по химическому составу, назначению, качеству, структуре.
3. Три случая растворимости легирующих компонентов и примесей в железе.
4. Влияние легирования на свойства легированного феррита.
5. Твердорастворное упрочнение феррита за счет легирования.
6. Упрочнение феррита за счет измельчения зерен и субзерен.
7. Влияние легирования на структуру и свойства легированного аустенита.
8. Сравнительный анализ свойств никелевого и марганцевого аустенита.
9. Влияние легирования на поведение углерода в твердых растворах.
10. Общая характеристика карбидов и нитридов в легированных сталях.
11. Общая характеристика интерметаллидов в легированных сталях.
12. Влияние легирующих элементов на процессы аустенитизации при нагреве сталей. Структурная наследственность в сталях.
13. Влияние легирующих элементов на устойчивость переохлажденного аустенита.
14. Влияние легирования на прокаливаемость сталей.
15. Механизмы образования карбидов в легированных сталях при охлаждении.
16. Влияние легирующих элементов на распад мартенсита при отпуске закаленной стали.
17. Эффект дисперсионного твердения в легированных сталях, его причины.
18. Влияние легирующих элементов на распад остаточного аустенита в процессе отпуска сталей.
19. Влияние легирования на склонность сталей к отпускной хрупкости второго рода и технологические методы ее устранения.
20. Влияние легирующих элементов на критические точки сталей.
21. Общая характеристика и классификация строительных сталей.
22. Углеродистые термически упрочненные строительные стали.
23. Арматурные стали.
24. Низколегированные строительные стали.
25. Строительные стали контролируемой прокатки повышенной и высокой прочности.
26. Общая характеристика и классификация машиностроительных конструкционных сталей.
27. Конструкционные машиностроительные улучшаемые стали.
28. Конструкционные машиностроительные стали для цементации и нитроцементации.
29. Конструкционные машиностроительные азотируемые стали.
30. Конструкционные стали для холодной штамповки.
31. Конструкционные стали пониженной прокаливаемости.
32. Рельсовые стали.
33. Подшипниковые стали.
34. Пружинные стали.
35. Конструкционные стали повышенной обрабатываемости (автоматные).
36. Износостойкие стали.
37. Износостойкие чугуны.
38. Криогенные стали.
39. Высокопрочные конструкционные стали: а) легированные низкоотпущенные стали; б) стали со сверхмелким зерном; в) ПНП-стали; г) дисперсионно-твердеющие стали; д) мартенситно-стареющие стали; е) стали с деформационным старением мартенсита; ж) стали, подвергаемые ТМО.
40. Стали для мерительного инструмента: требования, принципы легирования, состав, специфика термической обработки.

41. Нетеплостойкие стали для режущего инструмента: требования, принципы легирования, состав, специфика термической обработки.
42. Быстрорежущие стали, их общая характеристика и классификация.
43. Быстрорежущие стали умеренной теплостойкости, принципы их легирования и термической обработки.
44. Быстрорежущие стали повышенной теплостойкости, принципы их легирования и термической обработки.
45. Быстрорежущие стали высокой теплостойкости, принципы их легирования и термической обработки.
46. Общая характеристика и основные типы твердых сплавов.
47. Стали для штампов холодного деформирования повышенной износостойкости, полутеплостойкие.
48. Дисперсионно-твердеющие штамповые стали для штампов холодного деформирования.
49. Высокопрочные штамповые стали для штампов холодного деформирования с повышенной ударной вязкостью.
50. Стали для штампов горячего деформирования умеренной теплостойкости и повышенной ударной вязкости.
51. Стали для штампов горячего деформирования повышенной теплостойкости и вязкости.
52. Стали для штампов горячего деформирования высокой теплостойкости.
53. Стали и сплавы для прокатных валков горячей прокатки.
54. Стали и сплавы для прокатных валков холодной прокатки.
55. Основные принципы термической обработки быстрорежущих сталей.
56. Общая характеристика и классификация инструментальных сталей и сплавов.
57. Коррозионно-стойкие стали и сплавы, их общая характеристика и классификация.
58. Хромистые феррито-мартенситные и мартенситные коррозионно-стойкие стали.
59. Хромистые ферритные коррозионно-стойкие стали.
60. Аустенитные коррозионно-стойкие стали.
61. Аустенитно-ферритные и аустенитно-мартенситные коррозионно-стойкие стали.
62. Коррозионно-стойкие сплавы на железо-никелевой и никелевой основах.
63. Общая характеристика и классификация жаропрочных и жаростойких сталей и сплавов.
64. Принципы и цели легирования жаропрочных сталей.
65. Теплоустойчивые стали и сплавы.
66. Жаропрочные хромистые стали мартенситного класса.
67. Аустенитные гомогенные жаропрочные стали.
68. Жаропрочные аустенитные стали с карбидным упрочнением.
69. Аустенитные жаропрочные стали с интерметаллидным упрочнением.
70. Жаропрочные сплавы на основе никеля.
71. Жаропрочные сплавы на основе кобальта.
72. Жаростойкие стали, их основные группы в зависимости от температуры эксплуатации.
72. Магнитомягкие стали и сплавы.
73. Магнитотвердые стали и сплавы.

Пример экзаменационного билета.

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»

Уровень высшего профессионального образования:	<u>бакалавриат</u> (бакалавриат, специалитет, магистратура)
Направление подготовки (специальность):	<u>22.03.01 Материаловедение и технологии материалов</u> (код, название)
Профиль (магистерская программа, специализация):	<u>«Прикладное материаловедение», «Металловедение и термическая обработка металлов»</u> (название)
Семестр:	<u>7</u>
Учебная дисциплина:	<u>Специальные стали и сплавы</u>

БИЛЕТ №

1. Общая характеристика упрочняющих фаз в легированных сталях, их основные типы.
2. Стали для прокатных валков: основные группы, требования, состав, термическая обработка.
3. Коррозионностойкие сплавы на железоникелевой и никелевой основе.

Утверждено на заседании кафедры	<u>«Физическое материаловедение»</u> (наименование кафедры полностью)		
Протокол	№	от	.20 г.
Зав. кафедрой			Егоров Н.Т. (подпись) (Ф.И.О.)
Экзаменатор			Горбатенко В.П. (подпись) (Ф.И.О.)

4.3. Критерии оценивания

Оценка знаний, умений и навыков студента производится путем суммирования баллов (по 100-бальной шкале), полученных в ходе текущего и промежуточного контроля его знаний.

Текущий контроль знаний студентов производится по результатам выполнения лабораторных работ и курсовой работы. Текущий контроль, по результатам которого студент может получить до 30 баллов, включает следующие его виды:

а) текущий опрос на лабораторных занятиях, в том числе при защите выполненной работы; максимальное количество баллов за все лабораторные работы составляет 20 баллов, за каждую лабораторную работу – максимум 4 балла.

б) оценка качества выполнения и защиты курсовой работы, по результатам которого студент может получить максимум 10 баллов: оценка «отлично», А - 10 баллов, оценка «хорошо», В – 9 баллов, оценка «хорошо», С – 8 баллов, оценка «удовлетворительно», Д – 6 баллов, оценка «удовлетворительно», Е – 4 балла.

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового экзамена в соответствии с «Положением об организации учебного процесса в Донецком национальном техническом университете», утвержденном приказом ДОННТУ от 02.05.2018г. № 337-14. При определении уровня знаний студентов преподаватель руководствуется критериями оценки знаний, являющимися составляющей учебно-методического комплекса дисциплины. Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется по результатам сдачи письменного экзамена, исходя из максимального количества баллов, соответствующего 70.

При этом по 5-бальной шкале оцениваются ответы на каждый из вопросов экзаменационного билета с последующим определением среднеарифметической оценки ответа на вопросы билета. Полученная средняя оценка умножается на коэффициент 14, являющийся результатом деления максимального количества баллов (70) по 100-бальной шкале на высшую оценку по 5-бальной шкале (5).

Критерии оценки ответов на каждый из вопросов экзаменационного билета приведены ниже.

Оценка в 5 баллов выставляется в случае полного и обоснованного ответа на вопрос билета с достаточно детальным анализом соответствующей группы специальных сталей или сплавов, их характерной структуры, свойств и областей использования, характерных видов термической обработки изделий и ожидаемых свойств.

Оценка в 4 балла выставляется в случае достаточно полного и обоснованного ответа на вопрос билета с отдельными недостатками в анализе структуры и свойств сталей и сплавов в пределах заданной их группы.

Оценка в 3 балла выставляется в случае верного определения основных свойств и назначения соответствующей группы материалов, но без детального обоснования ответа.

Оценка в 2 балла выставляется в случае грубых ошибок в характеристике заданной группы сплавов или условий их термической обработки.

Полученный результат промежуточной аттестации суммируется с результатами текущего контроля знаний с получением итоговой оценки в баллах по 100-бальной шкале. На основании полученного результата определяется оценка по государственной шкале и ECTS. Перевод оценки из 100-бальной шкалы в государственную и ECTS осуществляется в соответствии со шкалой, приведенной в «Положении об организации учебного процесса в Донецком национальном техническом университете», утверждённом приказом ДонНТУ №337-14 от 02.05.2018г.

Полученная оценка по 100-бальной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS:

Сумма баллов по 100-бальной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Отлично
80-89	B	Хорошо
75-79	C	
70-74	D	Удовлетворительно
60-69	E	
35-59	FX	Неудовлетворительно
0-34	F*	

* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

4.4. Примеры текущего опроса на лабораторных и практических занятиях

Лабораторная работа № 1- Определение структурного класса легированных сталей и их состава по маркировке.

1. Объясните, к какому структурному классу следует отнести сталь 09Г2, структура которой состоит преимущественно из феррита.

2. Можно ли однозначно указать, к какому структурному классу принадлежит сталь, если известно, что критическая скорость закалки у нее меньше скорости охлаждения на воздухе небольшого образца?

3. Что общего и различного в сталях ледебуритного класса и белых чугунах?

4. К какому структурному классу следует отнести углеродные стали марок 08, 45, У8 и У12?

5. На основе анализа диаграмм состояния систем железо-никель, железо-хром, железо-марганец, железо-кремний сделайте выводы о возможности получения сталей аустенитного или ферритного классов при легировании указанными элементами.

6. Как по маркировке отличить, содержит ли сталь 0,8 % или 0,08 %: углерода?

7. Как по маркировке быстрорежущей стали определить содержание в ней вольфрама?

Пример текущего опроса на практических занятиях для студентов заочной формы обучения.

Практическое занятие № 1. Расчет предела текучести легированной стали.

1. Дать определение пределу текучести.

2. От каких факторов зависит эффект твердорастворного упрочнения?
3. Почему измельчение зерна твердого раствора вызывает упрочнение сплава?
4. Почему повышение плотности дислокаций способствует упрочнению сплава?

4.5. Курсовое проектирование

Согласно учебному плану, по дисциплине «Специальные стали и сплавы» предусмотрена курсовая работа.

Примерная тематика курсовых работ:

Обосновать выбор марки стали для изготовления указанных ниже в качестве примера изделий:

- болты М16 класса прочности 8.8 ($\sigma_B = 800 \dots 900 \text{ Н/мм}^2$, $\sigma_T \geq 640 \text{ Н/мм}^2$, $\delta \geq 12\%$);
- шестерня $m=4 \text{ мм}$, $z=20$ (число зубьев) механизма открывания грузового люка самолета (поверхностная твердость на глубине $0,3 \dots 0,6 \text{ мм} \geq \text{HV } 8000 \text{ Н/мм}^2$, в сердцевине изделия $\sigma_T = 680 \dots 750 \text{ Н/мм}^2$, $\delta \geq 12\%$);
- стакан цилиндра двигателя внутреннего сгорания с толщиной стенки 40 мм с обеспечением высокого сопротивления износу при температуре до $400 \text{ }^\circ\text{C}$ (поверхностная твердость на глубине $0,3 \dots 0,4 \text{ мм} \geq \text{HV } 8000 \text{ Н/мм}^2$, в сердцевине изделия $\sigma_T = 680 \dots 750 \text{ Н/мм}^2$, $\delta \geq 12\%$);
- вал диаметром 80 мм , работающий в условиях значительных динамических нагрузок ($\sigma_T = 635 \dots 750 \text{ Н/мм}^2$, $\delta \geq 12\%$, ударная вязкость $\text{KCU} \geq 60 \text{ Дж/см}^2$);
- пружина с внешним диаметром 160 мм , высотой 300 мм , изготовленная из прутка диаметром 20 мм (твердость по всему сечению $\text{HRC } 40 \dots 43$, высокие упругие свойства, сквозная прокаливаемость).
- зубчатое колесо $m=4 \text{ мм}$, $z=20$ (количество зубьев), толщиной 45 мм работает в условиях умеренных изгибающих нагрузок, но значительных контактных напряжений и износа (необходимая поверхностная твердость на глубине до 3 мм - $\text{HRC } 57-64$; в сердцевине необходимо обеспечить $\sigma_T = 680 \dots 780 \text{ Н/мм}^2$, $\delta \geq 12\%$, ударную вязкость – $\text{KCU} \geq 50 \text{ Дж/см}^2$);
- вал проходческого комбайна диаметром 100 мм со шлицами, подверженными износу (необходимые показатели свойств: $\sigma_T = 380 \dots 450 \text{ Н/мм}^2$, $\delta \geq 12\%$, ударной вязкости – $\text{KCU} \geq 50 \text{ Дж/см}^2$; Поверхностная твердость на шлицах - $\text{HRC } 54-57$).

Полное содержание и все варианты заданий приведены в методических указаниях /7/.

Оценка качества выполнения и защиты курсовой работы производится в форме дифференцированного зачета с оцениванием по принципам, указанным в подразделе 4.3. При оценивании курсовой работы учитываются качество ее выполнения и оформления (максимальная оценка – 50 баллов по 100-балльной шкале) и качество доклада и полнота ответов на вопросы при ее защите (максимальная оценка – 50 баллов по 100-балльной шкале).

5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

5.1 Основная литература:

1. Горбатенко В.П. Специальные стали и сплавы / Учебное пособие [Электронный ресурс] / В.П. Горбатенко. – Донецк: ДонНТУ. – 2016. – 141 с. (доступ через личный кабинет студента).
2. Горбатенко В.П. Материаловедение: Учебник для технологических и механических специальностей высших учебных заведений [Электронный ресурс] / В.П. Горбатенко, Т.В. Новоселова. - Невинномысск: ЭльДирект, 2018 (раздел «Легированные стали и сплавы с особыми свойствами»). – 9 Мб. - 1 файл. – Автограф. – Систем. требования: ZIP-архиватор.- <http://ed.donntu.org/books/18/cd8367.zip>

5.2 Дополнительная литература:

3. Братковский Е.В. Специальные стали: Учебное пособие [Электронный ресурс] / Е.В. Братковский, А.В. Заводяный, А.Н. Шаповалов, Е.А. Шевченко. – Новотроицк: НФ НИТУ «МИСиС», 2013. – 87 с. – 1 файл (nf.misis.ru>download>Specialyie_stali)
4. Калинина Н.Е. Специальные сплавы с особыми свойствами для авиа- и ракетостроения: Учебное пособие [Электронный ресурс] / Н.Е. Калинина, В.Т. Калинин, Т.В. Носова, С.И. Мармур, М.В. Грекова. – Днепр: ДНУ, 2014. – 120 с. (repository.dnu.dp.ua>upload)
5. Гольдштейн М.И. Специальные стали: учебник для вузов / М.И. Гольдштейн, С.В. Грачев, Ю.Т. Векслер - М.: МИСиС, 1999. – 407 с.

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:

6. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Специальные стали и сплавы»: для студентов, обучающихся по направлению подготовки 22.03.01 "Материаловедение и технологии материалов". Профили подготовки: «Металловедение и термическая обработка металлов», «Прикладное материаловедение» / ГОУВПО «ДОННТУ», каф. физического материаловедения; сост. В. П. Горбатенко. –Донецк: ДОННТУ, 2021. – Системные требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана.
7. Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Специальные стали и сплавы»: для студентов, обучающихся по направлению подготовки 22.03.01 "Материаловедение и технологии материалов". Профили подготовки: «Металловедение и термическая обработка металлов», «Прикладное материаловедение» / ГОУВПО «ДОННТУ», каф. физического материаловедения; сост. В. П. Горбатенко. –Донецк: ДОННТУ, 2021. – Системные требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана.
8. Методические указания к самостоятельной работе студентов по дисциплине «Специальные стали и сплавы»: для студентов, обучающихся по направлению подготовки 22.03.01 "Материаловедение и технологии материалов". Профили подготовки: «Металловедение и термическая обработка металлов», «Прикладное материаловедение» / ГОУВПО «ДОННТУ», каф. физического материаловедения; сост. В. П. Горбатенко. –Донецк: ДОННТУ, 2021. – Системные требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана.
9. Методические указания к практическим работам по дисциплине «Специальные стали и сплавы»: для студентов, обучающихся по направлению подготовки 22.03.01 "Материаловедение и технологии материалов". Профили подготовки: «Металловедение и термическая обработка металлов», «Прикладное материаловедение» / ГОУВПО «ДОННТУ», каф. физического материаловедения; сост. В. П. Горбатенко. –Донецк: ДОННТУ, 2021. – Системные требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана.

Электронно-информационные ресурсы

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.ru/library>
 ЭБС IPR SMART – <http://www.iprbookshop.ru>

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Лекционные занятия:

- проводятся в предметной аудитории (комн. 5.362), оснащенной презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук), наглядными пособиями в виде планшетов с фотографиями микроструктур и схемами оборудования;

7.2 Лабораторные работы:

- лаборатория металловедения (комн. 5.364, 24 посадочных места) оснащенная металлографическими микроскопами, демонстрационным компьютерным комплексом, включающим микроскоп и компьютер, установкой для изучения процесса кристаллизации, твердомерами ТК-2М, ТШ-2М, комплектами макро- и микрошлифов, демонстрационными стендами с фотографиями микроструктур; коллекциями микрошлифов;

- лаборатория термической обработки (комн. 5.359, 12 посадочных мест), оснащенная лабораторными термическими печами (низко-, средне- и высокотемпературными) для выполнения термической обработки, твердомерами ТК-2М, ТШ-2М и демонстрационными стендами.

7.3 Практические занятия:

- лаборатория металловедения (комн. 5.364, 24 посадочных места) оснащенная металлографическими микроскопами, демонстрационным компьютерным комплексом, включающим микроскоп и компьютер, установкой для изучения процесса кристаллизации, твердомерами ТК-2М, ТШ-2М, комплектами макро- и микрошлифов, демонстрационными стендами с фотографиями микроструктур; коллекциями микрошлифов;

Составитель рабочей программы: _____ В.П. Горбатенко
(подпись)