



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММиМ
А.С. Савинов

03.03.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**КОНСТРУКЦИОННЫЕ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СТАЛИ В
МАШИНОСТРОЕНИИ**

Направление подготовки (специальность)
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Направленность (профиль/специализация) программы
Материаловедение и технологии материалов (в машиностроении)

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра	Литейных процессов и материаловедения
Курс	3, 4
Семестр	6, 7

Магнитогорск
2021 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов (приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 701)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения
12.02.2021, протокол № 6

Зав. кафедрой  Н.А. Феоктистов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ
03.03.2021 г. протокол № 4

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:
профессор кафедры ЛПИМ, д-р техн. наук

 Н.В. Копцева

Рецензент:

доцент кафедры ТОМ, канд. техн. наук

 Ю.Ю. Ефимова

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Н.А. Феоктистов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Н.А. Феоктистов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Н.А. Феоктистов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Н.А. Феоктистов

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины является приобретение студентами знаний о закономерностях физико-химических процессов, определяющих особенности химического состава и свойства конструкционных и инструментальных сталей различного назначения в машиностроении, а также процессов, наблюдающихся при их обработке или во время службы, необходимых бакалавру по профилю «Материаловедение и технологии материалов (в машиностроении)» для плодотворной научно-исследовательской, расчетно-аналитической, производственной и проектно-технологической деятельности.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Конструкционные и инструментальные стали в машиностроении входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Физическая химия

Метрология, стандартизация и сертификация

Физика

Теория строения материалов

Материаловедение

Технология получения изделий в машиностроении

Теория термической обработки

Основы структурного анализа материалов

Экспериментальная техника материаловедения

Учебная - ознакомительная практика

Введение в направление

Общая и неорганическая химия

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Выбор материалов и технологий термообработки в машиностроении

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Оборудование для термической и химико-термической обработки

Производственная - технологическая (проектно-технологическая) практика

Учебная - научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Продвижение научной продукции

Производственная - преддипломная практика

Экспертиза дефектообразования в сквозной технологии

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Конструкционные и инструментальные стали в машиностроении» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-3	Способен выбирать материалы при разработке технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов в машиностроении
ПК-3.1	Выбирает металлические и неметаллические материалы для деталей машин, приборов и инструмента

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных единиц 324 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 155,65 акад. часов;
- аудиторная – 147 акад. часов;
- внеаудиторная – 8,65 акад. часов;
- самостоятельная работа – 96,95 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 71,4 акад. час

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. 1. Введение								
1.1 Основные понятия и определения. Классификация легирующих элементов. Классификация легированных сталей	6	4			1,2	Проработка теоретического (лекционного) материала.	Текущий контроль Устный опрос	ПК-3.1
Итого по разделу		4			1,2			
2. 2. Углеродистые стали								
2.1 Роль углерода в формировании свойств стали.	6	4		2	4	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Текущий контроль Контрольная работа	ПК-3.1
2.2 Влияние углерода на превращения при нагреве, охлаждении и при отпуске стали		4	5/4И	2	4	Проработка лекционного материала; подготовка к лабораторным и практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Текущий контроль Контрольная работа Защита лабораторных работ	ПК-3.1
2.3 Достоинства, недостатки и области применения углеродистой стали.		2		2	4	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Текущий контроль Контрольная работа	ПК-3.1
Итого по разделу		10	5/4И	6	12			

3. 3. Теоретические основы легирования								
3.1 Влияние легирующих элементов на фазовый состав стали.	6	4		2/ИИ	6	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Текущий контроль Контрольная работа	ПК-3.1
3.2 Влияние легирующих элементов на превращения в стали		4		2/ИИ	6	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Текущий контроль Контрольная работа	ПК-3.1
3.3 Влияние легирующих элементов на технологические свойства стали. Дефекты легированной стали		2		2/ИИ	6	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Текущий контроль Контрольная работа	ПК-3.1
Итого по разделу		10		6/3ИИ	18			
4. 4. Конструкционные стали								
4.1 Принципы и основные тенденции легирования	6	2		3/ИИ	4	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Текущий контроль Контрольная работа	ПК-3.1
4.2 Стали повышенной деформируемости. Сталь для холодной штамповки. Стали для автомобилестроения		4	4/2ИИ		4	Проработка лекционного материала; подготовка к лабораторным и практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Текущий контроль Контрольная работа Защита лабораторных работ	ПК-3.1
4.3 Свариваемые стали. Литейные стали		3	2		3,55	Проработка лекционного материала; подготовка к лабораторным занятиям; подготовка к контрольной работе	Текущий контроль Защита лабораторной работы Контрольная работа	ПК-3.1

4.4 Улучшаемые стали. Автоматные стали		4	4/2И		4	Проработка лекционного материала; подготовка к лабораторным и практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Контрольная работа Защита лабораторных работ	ПК-3.1
4.5 Стали для закалки с нагревом токами высокой частоты		3			6	Проработка лекционного материала. Изучение дополнительного материала.	Текущий контроль Контрольная работа	ПК-3.1
4.6 Рессорно-пружинные стали		3			6	Проработка лекционного материала. Изучение дополнительного материала.	Текущий контроль Контрольная работа	ПК-3.1
4.7 Стали для подшипников качения		2			6	Проработка лекционного материала. Изучение дополнительного материала.	Текущий контроль Контрольная работа	ПК-3.1
Итого по разделу		21	10/4И	3/1И	33,55			
5. Экзамен								
5.1 Экзамен	6					Проработка лекционного материала. Изучение дополнительного материала. Подготовка к экзамену	Экзамен	ПК-3.1
Итого по разделу								
Итого за семестр		45	15/8И	15/4И	64,75		экзамен	
6. 5. Конструкционные стали (продолжение)								
6.1 Стали для химико-термической обработки (цементуемые, азотируемые)	7	4	4		4	Проработка лекционного материала. Подготовка к лабораторным работам		ПК-3.1
6.2 Высокопрочные стали		6	6		4	Проработка лекционного материала. Изучение дополнительного материала.	Текущий контроль Контрольная работа	ПК-3.1
Итого по разделу		10	10		8			
7. 6. Инструментальные стали и сплавы								
7.1 Требования и принципы легирования инструментальных сталей	7	4			4	Проработка лекционного материала. Изучение дополнительного материала.	Текущий контроль Контрольная работа	ПК-3.1

7.2 Стали и сплавы для режущего инструмента		6	6/6И		4	Проработка лекционного материала. Подготовка к лабораторным работам	Текущий контроль Контрольная работа Защита лабораторных работ	ПК-3.1
7.3 Штамповые стали для холодного деформирования		4	6/4,4И		4	Проработка лекционного материала. Подготовка к лабораторным работам.	Текущий контроль Контрольная работа Защита лабораторных работ	ПК-3.1
7.4 Штамповые стали для горячего деформирования		4	6/2И		4	Проработка лекционного материала. Изучение дополнительного материала.	Текущий контроль Контрольная работа	ПК-3.1
7.5 Стали для прокатных валков		4	4/2И		4	Проработка лекционного материала. Изучение дополнительного материала.	Текущий контроль Контрольная работа	ПК-3.1
7.6 Стали для мерительного инструмента		4	4		4,2	Проработка лекционного материала. Изучение дополнительного материала.	Текущий контроль Контрольная работа	ПК-3.1
Итого по разделу		26	26/14,4И		24,2			
8. Экзамен								
8.1 Консультации	7					Проработка лекционного материала. Изучение дополнительного материала. Подготовка к экзамену	Экзамен	ПК-3.1
Итого по разделу								
Итого за семестр		36	36/14,4И		32,2		экзамен	
Итого по дисциплине		81	51/22,4 И	15/4И	96,95		экзамен	

5 Образовательные технологии

При проведении учебных занятий преподавание дисциплины «Конструкционные и инструментальные стали в машиностроении» реализуется с использованием результатов научных исследований, проводимых на кафедре, а также в центре коллективного пользования МГТУ, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей (ММК, ММК-МЕТИЗ, Белмаг и др.).

В процессе преподавания дисциплины «Конструкционные и инструментальные стали в машиностроении» применяются традиционная, интерактивная и информационно-коммуникационная образовательные технологии. При использовании традиционных образовательных технологий учебные занятия выполняются в форме информационных лекций и лабораторных работ. Эта технология сочетается с использованием информационно-коммуникационных образовательных технологий, когда лекции проводятся в форме лекций-визуализаций, при реализации которых изложение содержания сопровождается презентацией с демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в том числе иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов.

Лекционный материал закрепляется в ходе лабораторных работ и практических занятий, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме. При проведении лабораторных работ используется интерактивные образовательные технологии, что предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников и достижение на этой основе лично значимого для них образовательного результата. Занятия организуются в виде лабораторного эксперимента с последующим групповым анализом полученных результатов. Используется также разбор конкретных ситуаций с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Реализация компетентного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Самостоятельная работа студентов направлена на самостоятельное изучение учебной и научной литературы, а также самостоятельную проработку тем в процессе подготовки к текущему и промежуточному контролям.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Дмитренко, В. П. Материаловедение в машиностроении [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. П. Дмитренко, Н. Б. Мануйлова. – М. : ИНФРА-М, 2018. – 432 с. + Доп. материалы. — Режим доступа: <http://new.znanium.com/bookread2.php?book=949728>. – Загл. с экрана.

2. Никулин, С.А. Материаловедение: специальные стали и сплавы [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.А. Никулин, В.Ю. Турилина. – Электрон. дан. – М.: МИСИС, 2013. – 123 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/117183/#5>. – Загл. с экрана.

б) Дополнительная литература:

1. Конструкционные стали и сплавы / Воробьева Г.А., Складнова Е.Е., Ерофеев В.К. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. – 440 с.: 60x90 1/16 ISBN – Режим доступа: <https://znanium.com/read?id=187938>. – Загл. с экрана.

2. Специальные стали и сплавы [Текст]: учебное пособие / А.А. Ковалева, Е.С. Лопатина, В.И. Аникина – Красноярск: СФУ, 2016. – 232 с.: ISBN 978-5-7638-3470-3 – Режим доступа: <https://znanium.com/read?id=328572>. – Загл. с экрана. – ISBN 978-5-7638-3470-3.

в) Методические указания:

1. Методические указания по выполнению лабораторных работ представлены в приложении 3.

2. Методические указания по выполнению практических работ представлены в приложении 4.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Windows 7 Professional (для классов)	Д-757-17 от 27.06.2017	27.07.2018
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных	http://scopus.com
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	http://webofscience.com
Университетская информационная система РОССИЯ	https://uisrussia.msu.ru
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/

Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена:
 - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
 - специализированной мебелью.
2. Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий оснащены лабораторным оборудованием:
 - «Лаборатория пробоподготовки»:
 - отрезными, шлифовальными и полировальными станками;
 - оборудованием для травления шлифов;
 - специализированной мебелью.
 - «Лаборатория оптической микроскопии»:
 - оптическими микроскопами МЕТАМ 32М, МИМ-6, МИМ-7;
 - компьютерными системами обработки изображений на базе ПО «Thixomet PRO» и «SIAMS-600»;
 - коллекциями микро- и макрошлифов углеродистых и легированных сталей, чугунов, цветных металлов и сплавов, порошковых материалов;
 - коллекцией макрошлифов с дефектами макроструктуры сталей;
 - альбомами микроструктур углеродистых и легированных сталей, чугунов, цветных металлов и сплавов;
 - специализированной мебелью.
 - «Лаборатория механических испытаний»:
 - микротвердомером BuehlerMicromet 5103 Buehler;
 - твердомерами для испытания твердости по методу Роквелла и по методу Бринелля;
 - универсальным твердомером M4C075G3 EmcoTest;
 - напольной универсальной испытательной двухколонной машиной AG IC-300 kN Shimadzu Corp;
 - напольной универсальной испытательной двухколонной машиной AG IC-50 kN Shimadzu Corp;
 - видеоэкстензометром TRWiew XShimadzu Corp;
 - копром маятниковым МК 300 ООО «ИМПУЛЬС»;
 - мерительным инструментом;
 - специализированной мебелью.
 - «Лаборатория сканирующей электронной микроскопии»:
 - электронным сканирующим микроскопом JEOL JSM – 6490LV;
 - системой микроанализа с программным обеспечением INCA Energy 450 x-MAX 50;
 - системой анализа картин дифракции обратно рассеянных электронов с программным обеспечением Crystal 400;
 - специализированной мебелью.
 - «Лаборатория термической обработки»:
 - термическими камерными печами;
 - соляными ваннами;
 - установкой плазменной закалки;
 - специализированной мебелью.
3. Учебная аудитория для проведения практических занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена:
 - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;

- специализированной мебелью.

4. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена:

- компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
- специализированной мебелью.

5. Помещение для самостоятельной работы оснащено:

- компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
- специализированной мебелью.

6. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования оснащено:

- специализированной мебелью: стеллажами для хранения учебного оборудования;
- станочным парком и инструментами для ремонта учебного оборудования.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Конструкционные и инструментальные стали в машиностроении» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

6.1 Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение задач и выполнение контрольных работ на практических занятиях.

6.1.1 Перечень вопросов для подготовки к контрольным аудиторным работам

Тема 1. Железоуглеродистые сплавы

1. Дайте характеристику феррита.
2. Дайте характеристику аустенита.
3. Что такое графит?
4. Что такое цементит?
5. Какое превращение характеризуется линией ES, GS, CD, ECF, PSK, PQ, AV, BC?
6. Назовите линию, по которой выделяется первичный цементит, вторичный цементит, третичный цементит, феррит из аустенита.
7. Назовите линию перитектического, эвтектического, эвтектического превращения.
8. Назовите линии полиморфных превращений.
9. Назовите критические точки стали.
10. Какой феррит называют пересыщенным и почему?
11. Дайте характеристику основных фаз в стали.
12. Объясните структуру белого доэвтектического, эвтектического, заэвтектического чугуна.
13. Объясните структуру технического железа, доэвтектоидной, эвтектоидной, заэвтектоидной стали.
14. Опишите образование аустенитно-графитовой колонии.
15. Опишите образование ледебурита. Какой ледебурит называют превращенным?
16. В каких сплавах в структуре наблюдается вторичный цементит?
17. Какие сплавы имеют структуру, состоящую из феррита и перлита? Какие разновидности таких структур вы знаете?

18. Какие сплавы имеют структуру, состоящую из феррита и цементита? Какие разновидности таких структур вы знаете?
19. Какие сплавы имеют структуру, состоящую из феррита и графита? Разновидности таких структур?
20. Какая форма графита в меньшей степени ослабляет металлическую основу чугуна?
21. Какие сплавы имеют структуру, состоящую из перлита и графита? Разновидности таких структур?
22. Какой сплав называют серым чугуном на ферритно-перлитной основе? Как в нем происходит эвтектоидное превращение?
23. Какие сплавы имеют структуру, состоящую из перлита? Разновидности перлита.
24. Какие структуры называют видманштеттовыми?
25. Опишите процесс графитизации в чугунах.
26. Укажите структурный признак стали, белого чугуна, серого чугуна.
27. Почему белый чугун не используют как конструкционный материал?
28. Расшифруйте и дайте характеристику сплаву марки Ст 0кп, Ст 3сп, Ст 5пс, 10кп, 35, 55, 80, 25Л, А12, А20, У7А, У12, СЧ 10, СЧ 30, ВЧ 40, ВЧ 60, КЧ 35-12, КЧ 60-3

Тема 2. Превращения при нагреве сталей

1. Превращения при нагреве сталей с равновесной исходной структурой (отожженная, нормализованная сталь).
2. Превращения при нагреве сталей с исходной неравновесной структурой (пересыщенный феррит, закаленная сталь, холоднодеформированная сталь).
3. Цели, задачи, формирующаяся структура и свойства, режимы основных видов термической обработки:
 - отжиг 1-го рода (рекристаллизационный, гомогенизирующий, для снятия напряжений);
 - отжиг 2-го рода;
 - закалка (объемная и поверхностная);
 - отпуск.

Тема 3. Превращения при охлаждении сталей

1. В каких температурных областях образуется структура мартенсит? Каков механизм его образования?
2. Объясните условия образования структуры сорбит при изотермическом превращении.
3. Механизм перлитного превращения
4. Что такое бейнит?
5. Особенности бейнитного превращения переохлажденного аустенита
6. Дать характеристику продуктам диффузионного распада переохлажденного аустенита
7. Расположить структуры, получаемые при распаде переохлажденного аустенита, в порядке увеличения твердости
8. Характеристика мартенсита
9. Механизм мартенситного превращения
10. Общие черты и отличия в структурах, получаемых при диффузионном распаде аустенита

11. Как изменяются механические свойства стали с увеличением степени переохлаждения аустенита
12. Условия получения структуры мартенсит при непрерывном охлаждении.
13. Механизм формирования структур при диффузионном распаде переохлажденного аустенита
14. Что такое мартенсит?
15. Чем различаются мартенсит закалки и мартенсита отпуска?
16. Как влияет степень дисперсности структуры, полученной при диффузионном распаде переохлажденного аустенита, на твердость стали
17. Влияние степени переохлаждения аустенита на характер превращения переохлажденного аустенита
18. Чем различаются троостит отпуска и сорбит отпуска?
19. Особенности структуры, получаемой при промежуточном превращении переохлажденного аустенита
20. Объясните условия образования структуры троостит при непрерывном охлаждении.
21. Какое превращение переохлажденного аустенита называют бездиффузионным?
22. Чем различаются перлит, сорбит, троостит?
23. Какое превращение переохлажденного аустенита называют диффузионным?
24. Характеристика структуры бейнита
25. Объясните условия образования структуры троостит при изотермическом превращении.
26. В каких температурных областях образуется бейнит? Каков механизм его образования?
27. Объясните условия образования структуры перлит при изотермическом превращении.
28. Что общего имеют и чем различаются бейнит верхний и бейнит нижний?
29. В каких температурных областях образуются структуры: перлит, сорбит, троостит? Каков механизм их образования?
30. Объясните понятие критическая скорость закалки.
31. Объясните условия образования структуры троостит при непрерывном охлаждении.
32. Какой аустенит называют остаточным и почему?
33. Что общего в структурах троостит отпуска и сорбит отпуска?
34. Чем характеризуется устойчивость переохлажденного аустенита?

Тема 4. Влияние легирующих элементов фазовые превращения, структуру и свойства стали.

1. Как распределяются легирующие элементы в сталях?
2. Каковы особенности твердых растворов, образуемых при легировании железоуглеродистых сплавов?
3. Каковы особенности карбидных фаз в легированных сталях?
4. Как легирующие элементы влияют на:
 - на полиморфизм железа,
 - на термодинамическую активность углерода,
 - на устойчивость переохлажденного аустенита,
 - на склонность зерна аустенита к росту при нагреве,
 - на мартенситное превращение, критическую скорость закалки,
 - на прокаливаемость и закаливаемость.
 - на превращения при нагреве закаленной стали,
5. Как в маркировке легированных сталей указывается:

- содержание углерода,
 - вид легирующего элемента и его содержание,
 - качество.
6. В чем особенности микролегирования стали.

6.1.2 Вопросы для подготовки к практическим занятиям по темам:

Тема 1: Обоснование выбора марки стали и технологии ее термической обработки при изготовлении конструкций и деталей машин

1. Принципы легирования конструкционных сталей.
2. Основные группы конструкционных сталей.
3. Роль углерода и принципы легирования строительных сталей 09Г2СД, 16Г2АФ, 09Г2ФБ. Есть ли различия в свойствах? Принципы упрочнения сталей этой группы.
4. Сущность термоупрочнения строительных сталей. Привести примеры марок сталей и их свойств после т.о.
5. Что означает запись АІ 380/240, АІV 1050/800? Чем будут отличаться друг от друга материалы, соответствующие этим обозначениям?
6. Чем отличаются стали 08пс, 08кп, 08, 08Ю, 08Ф (назначение, состав, свойства, структура, т.о.)?
7. Какая из перечисленных сталей лучшая по свойствам: 40, 40Х, 40ХР, 40ХФА, 40Г2, 40ХМФА, 40ХГТР, 40ХН, 40Х2Н2, 40ХН2МА, 30ХГСА? Объяснить особенности легирования и свойств каждой из них.
8. Какие стали можно предложить для закалки с нагревом ТВЧ и почему? Как поступают, если нежелательна большая прокаливаемость?
9. Что обозначают буквы ПП или РП в марках машиностроительных сталей? Что это за стали?
10. Какие стали называют улучшаемыми и почему? Закономерности их легирования и т.о. Приведите примеры марок стали.
11. Какая из перечисленных марок сталей может быть использована для непосредственной закалки с цементационного нагрева и почему: 18ХГТ, 18Х2Н4ВА, 20Г, 20ХГНТЦ, 12ХН3А, 20ХНМ?
12. Зачем после науглероживания шестерен из стали 20Х2Н4ВА делают высокий отпуск?
13. Роль углерода и легирующих элементов в сталях для цементации и нитроцементации.
14. Роль углерода и легирующих элементов в сталях для азотирования. Особенности их т.о.
15. Какова роль углерода и легирующих элементов в шарикоподшипниковых сталях? Особенности требований к этим сталям и их т.о. Привести примеры марок сталей.
16. Какова роль углерода и легирующих элементов в рессорно-пружинных сталях? Особенности требований к этим сталям и их т.о. Привести примеры марок сталей.
17. Объяснить принцип легирования высокопрочных сталей Н18К9М5Т, 40Х5М2СФБ, 40Х2АФЕ, указать особенности их т.о.
18. Где используются стали марок М71, М75, М76? Какой состав этих сталей и способы упрочнения?

Тема 2. Обоснование выбора марки стали и технологии ее термической обработки при изготовлении инструментов

1. Можно ли использовать сталь У10 для изготовления инструмента для обработки мягких материалов и при небольших скоростях резания? Пояснить.
2. Можно ли использовать сталь У10 для изготовления инструмента для обработки твердых, вязких материалов, при больших скоростях резания? Пояснить.
3. Можно ли использовать стали Х, 9ХС для изготовления инструмента для обработки мягких материалов и при небольших скоростях резания? Пояснить.
4. В чем преимущества стали 9ХС перед сталью У9?
5. Резец при эксплуатации разогревается до температуры 650 °С. Какую сталь предпочесть: Р9, Р6М5, Р9К10 и почему?
6. Инструмент должен подвергаться чистовой шлифовке. Какую сталь предпочесть: Р9, Р9Ф5 или Р9К5 и почему?
7. Для высокопроизводительных токарных станков изготавливается режущий инструмент. Какую сталь предпочесть: Р6М5, Р18, Р6М5К5 и почему?
8. Какие материалы можно выбрать для инструмента сверхскоростной чистовой обработки резанием жаропрочных сталей: Р6М5, Р18, Р10К5Ф5, алмаз, КНБ, Т30К4, ВК3?
9. Зачем делается обработка холодом при термообработке измерительных калибров из стали ХВГ?
10. Какую сталь предпочли бы для изготовления штампов для холодной вытяжки (сечением 100 мм) и почему: Х, У12, Х12?
11. Штамповая сталь для холодной высадки Х12 целесообразно обрабатывать на первичную твердость, а стали Х12М и Х12Ф1 - на вторичную твердость. Какая разница в технологии т.о. и в свойствах? Объяснить.
12. Штампы для молотовых прессов из стали 5ХНМ, закаленные по одинаковому режиму (от 980-1020 °С в масле), отпускают при разных температурах: 480-520 °С, 520-540 °С, 540-580 °С. Объяснить, зачем это делается? Какие будут различия в свойствах?
13. Штамповая сталь для холодной высадки У12, закаленная по одному режиму (от 770-820 °С в воде), подвергается отпуску при разных температурах: 150-160 °С, 250-270 °С, 275-325 °С. Какие будут отличия в свойствах? Привести примеры инструментов, обрабатываемых по таким режимам.
14. Какие из штамповых сталей имеют повышенную износостойкость, а какие - повышенную вязкость: 9ХС, 7ХГ2ВМ, Х12М, 4ХС, 6ХВ2С, Х6ВФ? Объяснить.
15. Какие из штамповых сталей имеют наибольшую теплостойкость: 4Х5МФС, 3Х3М3Ф, 3Х2В8Ф, 3Х2МНФ, 5ХНМ, 2Х2В8М2К8? Объяснить. Когда они используются?
16. Сверло диаметром 9мм в процессе работы нагревается до температуры 490-520 °С. Выбрать марку стали и назначить режим т.о.
17. Высадочная матрица для холодной штамповки головки болта должна иметь после т.о. твердость НРС 56-62. Выбрать марку стали и назначить режим т.о.
18. Фреза диаметром 35мм предназначена для обработки мягких материалов с небольшой скоростью резания. Выбрать марку стали и назначить режим т.о.

6.1.3 Варианты задач для практических занятий по темам

Тема 1. Превращения в сталях при нагреве

Вариант 1

1. Горячекатаные прутки из стали 35, предназначенные для холодного выдавливания, подвергнуты нагреву при 700 °С с выдержкой 10 часов и 1 час. Какие будут различия в структуре и свойствах после термообработки?
2. Почему при производстве холоднокатаного листа для глубокой вытяжки степень обжатия в последней клети стана горячей прокатки должна быть не ниже 15-20 %?

Вариант 2

1. В каком случае можно выбрать более высокую температуру нормализации горячекатаной листовой стали – спокойной или кипящей?
2. Лист из стали 10кп подвергнут холодной пластической деформации со степенью обжатия 8 %? Как восстановить пластичность стали?

Вариант 3

1. Как устранить наклеп и восстановить пластичность стали 08кп после холодной пластической деформации со степенью 70 %?
2. Сталь У8 после одного вида термообработки получила структуру перлит пластинчатый, а после другой – перлит зернистый. Какая термообработка была применена в каждом случае и какие превращения обеспечили получение указанных структур?

Вариант 4

1. Сталь 40 подверглась отжигу при температурах 800 °С и 1000 °С с одинаковыми выдержками и последующим охлаждением с печью. Будут ли различия в структуре и свойствах?
2. Почему при холодной прокатке листа для глубокой вытяжки (впоследствии подвергаемого рекристаллизационному отжигу) оптимальной величиной обжатия считается 50-60% ?

Вариант 5

1. Горячекатаный прокат из стали 50 подвергнут индукционному нагреву до 880 °С с последующим охлаждением на воздухе и печному нагреву до 700 °С с выдержкой 20 час. с таким же охлаждением. Какова разница в структуре и свойствах?
2. В каком случае холоднокатаная сталь 08 после рекристаллизационного отжига будет иметь лучшую штампуемость - после деформации со степенью 30 % или 8 %?

Вариант 6

1. При рекристаллизационном отжиге холоднокатаной ленты из стали 08кп охлаждение в интервале температур 680 – 370 °С ведут с малой скоростью. Почему это необходимо?
2. Как исправить видманштеттовую структуру, полученную в крупной отливке из стали 35Л?

Вариант 7

1. Как изменятся свойства стали с 0,06 %С, если ее охладить водой от температуры 720 °С и выдержать при комнатной температуре 1 сутки, при 60 °С 10 час. и 100 час., при 100 °С 1 час. и 10 час. Сделайте выводы о влиянии температуры и времени нагрева на свойства.
2. Как исправить структуру в горячекатаной стали 45?

Вариант 8

1. Сталь 40 при печном нагреве нагревают под закалку до температуры 840-860 °С, при индукционном – до 880-920 °С, а при скоростном – до 930-980 °С. Объясните, почему?
2. Режущий инструмент из стали У10 был перегрет при закалке. Чем вреден этот дефект, как его можно исправить?

Вариант 9

1. Горячекатаные прутки из стали 35 для холодного выдавливания подвергнуты нагреву при 700 °С с выдержкой 10 часов и 1 час. Какие будут различия в структуре и свойствах после термообработки?
2. Почему при производстве холоднокатаного листа для глубокой вытяжки степень обжатия в последней клетке стана горячей прокатки должна быть не ниже 15-20 %?

Вариант 10

1. В каком случае можно выбрать более высокую температуру нормализации горячекатаной листовой стали – спокойной или кипящей?
2. Лист из стали 10кп подвергнут холодной пластической деформации со степенью обжатия 8 %? Как восстановить пластичность стали?

Вариант 11

1. Как устранить наклеп и восстановить пластичность стали 08кп после холодной пластической деформации со степенью 70 %?
2. Сталь У8 после одного вида термообработки получила структуру перлит пластинчатый, а после другой – перлит зернистый. Какая термообработка была применена в каждом случае, какие превращения обеспечили получение указанных структур?

Вариант 12

1. Сталь 40 подверглась отжигу при температурах 800 °С и 1000 °С с одинаковыми выдержками и последующим охлаждением с печью. Будут ли различия в структуре и свойствах?
2. Почему при холодной прокатке листа для глубокой вытяжки оптимальной величиной обжатия считается 50-60 % ?

Вариант 13

1. Сталь У13А была подвергнута нагреву под закалку до температуры 740 и 1050 °С. Какой режим нагрева выбран правильно и почему?
2. В каком случае холоднокатаная сталь 10 после рекристаллизационного отжига будет иметь лучшую штампуемость - посл деформации со степенью 50 % или 10 %?

Вариант 14

1. При рекристаллизационном отжиге ленты из стали 08кп в колпаковых печах охлаждение в интервале температур 680-400 (иногда 370) °С ведут с малой скоростью. Почему это необходимо?
2. Как исправить видманштеттовую структуру, полученную в крупной отливке из стали 35?

Вариант 15

1. Как изменятся свойства стали с 0,06 %С, если ее охладить водой от температуры 720 °С и выдержать при комнатной температуре 1 сутки, при 60 °С 10 час. и 100 час., при 100 °С 1 час и 10 час? Сделайте выводы о влиянии температуры и времени нагрева.
2. Как исправить структуру в перегретой при закалке стали 40?

Вариант 16

1. Сталь 40 нагрели до температуры 860 °С в печи сопротивления, индукционным методом и струей плазмы с последующим охлаждением водой. Какая получится структура в каждом случае?

2. Какую термообработку можно предложить для улучшения обрабатываемости резанием заготовки для режущего инструмента из стали У10?

Тема 2: Превращения при охлаждении сталей

Примеры вариантов заданий:

Задача № 1

1) Какую структуру будет иметь цилиндрическая деталь из стали марки 35, если центр охлаждать со скоростью 1 °С/с., 200 °С/с.?

2) Какую структуру будет иметь сталь 30ХГС при изотермической выдержке при 700 °С в течение 1 часа, при 500 °С в течение 1,5 часов, при 400 °С в течение 30 мин. с последующим охлаждением в воде?

3) Рассчитать, используя С-диаграмму, $V_{кр}$ для сталей 65 и 20Х13. Как в этих сталях получить мартенсит?

Примечание. Марки стали, температура и время выдержки, скорость охлаждения различные в разных вариантах

Задача № 2

Объясните, какие фазовые превращения происходят при охлаждении стали по указанному режиму. Какая структура образуется? (По конкретной С-диаграмме с нанесенными на нее кривыми непрерывного охлаждения или изотермической выдержки)

Примечание. Диаграммы изотермического распада переохлажденного аустенита и режимы охлаждения в разных вариантах различны

6.1.4 Вопросы к контрольной работе по теме «Обоснование выбора марки стали и технологии ее термической обработки при изготовлении деталей и инструментов»

1. Проанализировать условия работы, обосновать требования к микро- и макроструктуре в состоянии поставки, способы выплавки и т.п.) для указанных изделий.

2. Обосновать выбор марки стали (содержание углерода, роль легирующих элементов и их количество).

3. Обосновать выбор и назначить режимы термической обработки изделия.

4. Указать структуру и свойства изделия после окончательной термообработки.

Варианты индивидуальных заданий

1) Сортовой прокат из стали Ст3.

2) Зубчатые колеса из стали 38ХГН повышенной прочности без динамических нагрузок (станки, металлургическое оборудование).

3) Шестерни из стали 40Х с малым модулем ($m < 4$ мм), умеренно нагруженные, но работающие в условиях повышенного износа (станко- и приборостроение).

4) Шарики для шарикоподшипников диаметром 3мм из стали ШХ15, изготавливаемые методом холодной вытяжки.

5) Ось из стали 30ХГСА, изготавливаемая методом объемной

холодной штамповки.

- 6) Тяжелонагруженные шестерни из стали 18ХГТ с модулем ($m = 10$ мм), упрочненные на глубину 1,5 мм.
- 7) Болт М20х80 из стали 40ХН, изготавливаемый методом холодного выдавливания.
- 8) Вал-шестерня из стали 20Х2Н4МА (с большим модулем) с поверхностным упрочнением на глубину 2 мм.
- 9) Пружинная шайба из стали 65Г.
- 10) Вал из стали 40Х, упрочненный с поверхности на глубину 10мм.
- 11) Холоднокатаный лист из стали 08Ю для глубокой вытяжки.
- 12) Метчик из стали У12 на твердость HRC>60.
- 13) Сверло из стали 9ХС.
- 14) Сверло из стали Р9М5 твердость не менее HRC 60-62.
- 15) Долото из стали У8 на твердость не менее HRC 60.
- 16) Протяжка из стали ХВСГ сечением 60 мм на твердость не менее HRC 60.
- 17) Высадочный пуансон из стали У11А сечением 50 мм на твердость рабочей части HRC 50.
- 18) Измерительные калибры из стали ХВГ повышенной точности.
- 19) Высадочный штамп из стали ХВГ сечением 100 мм.
- 20) Резец из стали Р18 на твердость не менее HRC 60-62.
- 21) Ковочные штампы для заготовок сечением 100 мм из стали 5ХНВ на твердость HRC 35-40.
- 22) Штампы горячего выдавливания из стали 4Х5МФС на твердость HRC 47-49.
- 23) Ножи для резки металла из стали 6ХВ2С на твердость HRC 53-58.

6.2 Вопросы тестирования для самоконтроля

Какая из марок строительной стали будут иметь более высокие прочностные свойства?

- 09Г2С
- 16Г2АФБ
- 16Г2С
- 10ХСНД

Какая из марок холоднокатаной тонколистовой стали предпочтительнее для глубокой вытяжки?

- 08кп
- 08
- 10
- 10пс

Какая из марок холоднокатаной тонколистовой стали для холодной штамповки является нестареющей?

- 08кп
- 08пс
- 08
- 08Ю

Какая из перечисленных марок сталей имеет повышенную обрабатываемость резанием?

- А12
- А12Г

- А20
- АС20

Какую из перечисленных марок стали относят к улучшаемым машиностроительным сталям?

- 20Х13
- 20Х1М2Ф
- 12Х2МФСР
- 30ХН2МА

Какая из перечисленных улучшаемых марок сталей имеет лучший комплекс свойств?

- 40ХГТР
- 40Х2Н2
- 40ХН2МФА
- 40ХМВА

Какая из перечисленных марок имеет лучшую прокаливаемость?

- 40ХГР
- 40ХР
- 40ХГ
- 40ХГС

Какие марки стали целесообразно использовать для изготовления деталей, закаливаемых с индукционного нагрева?

- высоколегированные низкоуглеродистые
- низколегированные среднеуглеродистые
- высокоуглеродистые
- стали с карбонитридным упрочнением

Какая марка стали из перечисленных может использоваться для цементации и нитроцементации?

- 20ХГНМ
- 15Х5ВФ
- 38Х2МЮА
- 25Х2М1Ф

Почему не требуется дополнительной термообработки после азотирования изделий из стали марки 38ХМЮА?

- дополнительная термообработка ухудшает механические свойства
- дополнительная термообработка ухудшает качество поверхности
- дополнительную термообработку на практике осуществить невозможно
- после азотирования получается поверхность с требуемыми высокими свойствами

Почему стали типа ШХ15 должны быть особенно чистыми по неметаллическим включениям?

- для улучшения обрабатываемости
- для повышения прокаливаемости
- для увеличения сопротивления контактной усталости
- для улучшения качества поверхности

Укажите основные легирующие элементы в рессорно-пружинной стали.

- Ni, V, W
- Co, Mo, Nb
- Si, Mn
- Ni, Ti, Cr

В какой из марок пружинной стали выше сопротивление релаксации напряжений?

- 70С2ХА
- 70С3ХМВА
- У10А
- 65Г

Укажите наиболее распространенную область применения аустенитной износостойкой стали?

- изготовление режущего инструмента
- изготовление штампового инструмента
- изготовление отливок, работающих в агрессивных средах
- изготовление отливок, работающих в условиях ударно-абразивного износа

Каков основной критерий хладостойкости материала?

- $T_{ХЛ}$
- разность между температурой эксплуатации и $T_{ХЛ}$
- δ
- σ_B

Какие стали наиболее часто используются в качестве криогенных?

- аустенитные Cr – Ni, Cr – Mn, Cr – Ni – Mn
- мартенситные
- двухфазные феррито-мартенситные
- двухфазные аустенито-ферритные

Какую из марок стали рекомендуется использовать для изготовления режущего инструмента?

- ХВСГ
- 6ХВ2С
- 60ХС2
- Х6ВФ

Какую твердость должны иметь после окончательной термообработки высокоуглеродистые инструментальные стали?

- HRC 45-50
- HRC 50-50
- HRC 55-60
- HRC 60-69

От чего зависит теплостойкость инструментальной стали?

- от степени раскисления
- от скорости закалки
- от степени легированности твердого раствора
- от содержания углерода

Какую структуру имеет быстрорежущая сталь после отпуска?

- отпущенный мартенсит и карбиды
- сорбит отпуска и карбиды
- зернистый перлит
- троостит отпуска

Чем объясняется вторичное твердение при отпуске быстрорежущей стали?

- образованием дисперсной феррито-карбидной смеси
- увеличением пересыщенности твердого раствора
- возрастанием плотности дислокаций
- дисперсионным твердением с выделением специальных карбидов

Какую сталь предпочесть для изготовления резца, который при эксплуатации разогревается до температуры 630 °С

- P18
- P9
- P6M5
- P9K5

Зачем делается обработка холодом при термообработке измерительных калибров из стали ХВГ?

- снизить закалочные напряжения
- повысить предел упругости

- устранить остаточный аустенит и стабилизировать размеры

- улучшить качество поверхности

Какая сталь предпочтительнее при изготовлении штампов для холодного выдавливания сечением 100 мм

- X

- У12

- X12

- 9ХС

Какие из перечисленных штамповых сталей для холодного деформирования имеют повышенную износостойкость?

- 6Х4М2ФС

- X12M

- 9ХС

- 6Х6В3МС

Какие из перечисленных штамповых сталей для холодного деформирования имеют повышенную вязкость?

- 7ХГНМ

- 8Х6НФТ

- X12Ф4М

- X6ВФ

Каковы основные отличия штамповой стали для горячего деформирования от других групп инструментальной стали?

- она должна иметь высокую разгаростойкость, теплостойкость, вязкость

- она должна иметь высокую теплостойкость и твердость

- она должна иметь высокую износостойкость

- она должна иметь высокую твердость и износостойкость

При какой температуре отпускаются крупные штампы для молотовых прессов из стали 5ХНМ?

- 450-470 °С

- 480-520 °С

- 520-540 °С

- 540-580 °С

6.2 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся осуществляется в виде изучения литературы по соответствующему разделу с проработкой материала по темам дисциплины

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-3 Способен выбирать материалы при разработке технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов в машиностроении		
ПК-3.1	Выбирает металлические и неметаллические материалы для деталей машин, приборов и инструмента	Теоретические вопросы (6 семестр): 1. Роль углерода в формировании структуры и свойств углеродистой стали. 2. Основные преимущества и недостатки углеродистой стали. 3. Применение углеродистой стали. 4. Распределение легирующих элементов в стали.

Структурный элемент	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>5. Влияние легирующих элементов на полиморфизм железа.</p> <p>6. Твердые растворы в легированных сталях.</p> <p>7. Карбиды и нитриды в легированных сталях.</p> <p>8. Неметаллические включения в легированных сталях.</p> <p>9. Влияние легирующих элементов на термодинамическую активность углерода в стали.</p> <p>10. Структурная наследственность при нагреве стали.</p> <p>11. Влияние легирующих элементов на склонность зерна аустенита к росту при нагреве.</p> <p>12. Растворение карбидов и нитридов в аустените при нагреве.</p> <p>13. Влияние легирующих элементов на устойчивость переохлажденного аустенита.</p> <p>14. Влияние легирующих элементов на мартенситное превращение, критическую скорость закалки и закаливаемость.</p> <p>15. Влияние легирующих элементов на превращения при отпуске закаленной стали.</p> <p>16. Влияние легирующих элементов на технологические свойства.</p> <p>17. Микролегирование стали.</p> <p>18. Дефекты легированных сталей.</p> <p>19. Условия эксплуатации, требования и принципы легирования конструкционных сталей.</p> <p>20. Машиностроительные стали повышенной деформируемости. Штампуемые стали для автомобилестроения.</p> <p>21. Стали повышенной обрабатываемости резанием.</p> <p>22. Улучшаемые машиностроительные стали.</p> <p>23. Стали для закалки с индукционного нагрева.</p> <p>24. Рессорно-пружинные стали.</p> <p>25. Стали для подшипников качения.</p> <p>Теоретические вопросы (7 семестр):</p> <p>1. Стали, упрочняемые химико-термической обработкой (для цементации и нитро-цементации и азотирования).</p> <p>2. Высокопрочные стали</p> <p>3. Условия эксплуатации, требования и принципы легирования инструментальных сталей.</p> <p>4. Углеродистые стали для режущего инструмента.</p>

Структурный элемент	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>5. Легированные стали для режущего инструмента.</p> <p>6. Быстрорежущие стали.</p> <p>7. Твердые сплавы для режущего инструмента.</p> <p>8. Стали для инструмента для холодного деформирования</p> <p>9. Стали для инструмента для горячего деформирования</p> <p>10. Стали и чугуны для валков горячей прокатки.</p> <p>11. Стали для валков холодной прокатки.</p> <p>12. Стали для мерительного инструмента.</p> <p>Решить задачу из профессиональной области (6 семестр):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Горячекатаные прутки из стали 35, предназначенные для холодного выдавливания, подвергнуты нагреву при 700 °С с выдержкой 10 часов и 1 час. Какие будут различия в структуре и свойствах после термообработки? 2. Сталь 40 подверглась отжигу при температурах 800 °С и 1000 °С с одинаковыми выдержками и последующим охлаждением с печью. Будут ли различия в структуре и свойствах? 3. Сталь 40 при печном нагреве нагревают под закалку до температуры 840-860 °С, при индукционном – до 880-920 °С, а при скоростном – до 930-980 °С. Объясните, почему? 4. Сталь 40 подверглась отжигу при температурах 800 °С и 1000 °С с одинаковыми выдержками и последующим охлаждением с печью. Будут ли различия в структуре и свойствах? 5. Сталь 40 нагрели до температуры 860 °С в печи сопротивления, индукционным методом и струей плазмы с последующим охлаждением водой. Какая получится структура в каждом случае? 6. Как исправить видманштеттовую структуру, полученную в крупной отливке из стали 35Л? 7. Как исправить структуру в горячекатаной стали 45? 8. Как исправить структуру в перегретой при закалке стали 40? 9. Испытание твердости показало, что после закалки сталь 45 имеет пониженную твердость. Каковы причины этого дефекта? Можно ли его исправить? 10. В структуре стали 40 после закалки

Структурный элемент	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>металлографический анализ показал наличие феррита? Какова причина этого дефекта? Как его исправить?</p> <ol style="list-style-type: none"> 11. Как выбрать закалочную среду при проведении термической обработки изделий из углеродистой стали? Как учесть прокаливаемость стали? 12. Как назначить температуру отпуска углеродистой доэвтектоидной стали, закаленной по оптимальному режиму? 13. Какая из сталей 35 или 45 будет иметь более высокую твердость после закалки по оптимальному режиму? Какую структуру будут иметь эти стали? 14. Какая из сталей 35 или 45 будет иметь более высокую твердость после закалки по оптимальному режиму? Какую структуру будут иметь эти стали? 15. Как восстановить пластичность стали 08 после холодной пластической деформации со степенью 7 %? 16. Как восстановить пластичность стали 10 после холодной пластической деформации со степенью 70 %? 17. Какую из марок стали 08пс, 08кп, 08, 08Ю, 08Ф предпочесть для холодной штамповки с глубокой вытяжкой и почему? 18. Какая из перечисленных марок сталей будет иметь повышенную обрабатываемость резанием: А12, А12Г, А20 или АС20? 19. Какую из перечисленных марок стали относят к улучшаемым машиностроительным сталям: 20Х13, 20Х5М2Ф, 12Х2МФСР или 30ХН2МА? 20. Какая из перечисленных марок стали будет иметь лучшую прокаливаемость: 40ХГР, 40ХР, 40ХГ или 40ХГС? 21. Какая из перечисленных сталей имеет лучший комплекс механических свойств: 40, 40Х, 40ХР, 40ХФА, 40Г2, 40ХМФА, 40ХГТР, 40ХН, 40Х2Н2, 40ХН2МА, 30ХГСА? Какой термической обработкой их можно обеспечить? 22. Как выбрать сталь для закалки деталей с нагревом ТВЧ? Привести примеры марок стали. 23. Как поступить, если нежелательна большая прокаливаемость стали, предназначенной для закалки с нагревом ТВЧ? 24. Как назначить режим термической обработки рессор и пружин? Есть ли разница в

Структурный элемент	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>технологии термической обработки пружин холодной навивки и горячей навивки?</p> <p>25. Как назначить режим отпуска закаленной шарикоподшипниковой стали?</p> <p>Решить задачу из профессиональной области (7 семестр):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Какая марка стали из перечисленных может использоваться для цементации и нитроцементации: 20ХГНМ, 15Х5ВФ, 38Х2МЮА или 25Х2М1Ф? 2. Какая из перечисленных марок сталей может быть использована для непосредственной закалки с цементационного нагрева: 18ХГТ, 18Х2Н4ВА, 20Г, 20ХГНТЦ, 12ХН3А, 20ХНМ? 3. Как назначить температуру отпуска углеродистой заэвтектоидной стали, закаленной по оптимальному режиму? 4. Какую твердость должны иметь после окончательной термообработки высокоуглеродистые инструментальные стали: HRC 45-50, HRC 50-50, HRC 55-60 или HRC 60-69? 5. Сталь У8 после одного вида термообработки получила структуру перлит пластинчатый, а после другой – перлит зернистый. Какая термообработка была применена в каждом случае, какие превращения обеспечили получение указанных структур? 6. Какую термообработку можно предложить для улучшения обрабатываемости резанием заготовки для режущего инструмента из стали У10? 7. В структуре стали У12 после закалки металлографический анализ показал наличие троостита? Как это повлияет на свойства стали? Можно ли было этого избежать? 8. Можно ли использовать сталь У10 (Х, 9ХС) для изготовления инструмента для обработки мягких материалов и при небольших скоростях резания (для обработки твердых, вязких материалов, при больших скоростях резания). 9. Какая из марок быстрорежущей стали подходит для изготовления режущего инструмента для высокопроизводительных токарных станков? 10. Резец при эксплуатации разогревается до температуры 650 °С. Какую сталь предпочесть: Р9, Р6М5, Р9К10 и почему? 11. Инструмент должен подвергаться чистовой шлифовке. Какую сталь предпочесть: Р9, Р9Ф5

Структурный элемент	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>или Р9К5 и почему?</p> <p>12. Какие материалы можно выбрать для инструмента сверхскоростной чистовой обработки резанием жаропрочных сталей: Р6М5, Р18, Р10К5Ф5, алмаз, КНБ, Т30К4, ВК3?</p> <p>13. Какую сталь предпочесть для изготовления штампов для холодной вытяжки (сечением 100 мм) и почему: X, У12, Х12?</p> <p>14. Штамповая сталь для холодной высадки Х12 целесообразно обрабатывать на первичную твердость, а стали Х12М и Х12Ф1 – на вторичную твердость. В каком случае используется каждый из вариантов термической обработки.</p> <p>15. Штампы для молотовых прессов из стали 5ХНМ, закаленные по одинаковому режиму (от 980-1020 °С в масле), отпускают при разных температурах: 480-520 °С, 520-540 °С, 540-580 °С. Объяснить, зачем это делается? Какие будут различия в свойствах?</p> <p>16. Штамповая сталь для холодной высадки У12, закаленная по одному режиму (от 770-820 °С в воде), подвергается отпуску при разных температурах: 150-160 °С, 250-270 °С, 275-325 °С. Какие будут отличия в свойствах? Привести примеры инструментов, обрабатываемых по таким режимам.</p> <p>17. Какие из штамповых сталей имеют повышенную износостойкость, а какие – повышенную вязкость: 9ХС, 7ХГ2ВМ, Х12М, 4ХС, 6ХВ2С, Х6ВФ? Объяснить.</p> <p>18. Какие из штамповых сталей будут иметь наибольшую теплостойкость: 4Х5МФС, 3Х3М3Ф, 3Х2В8Ф, 3Х2МНФ, 5ХНМ, 2Х2В8М2К8? Объяснить.</p> <p>19. Выбрать марку стали и назначить режим термической обработки сверла диаметром 9 мм, которое в процессе работы нагревается до температуры 490-520 °С.</p> <p>20. Выбрать марку стали и назначить режим термической обработки высадочная матрица для холодной штамповки головки болта, которая должна иметь после термообработки твердость HRC 56-62.</p> <p>21. Выбрать марку стали и назначить режим термической обработки фрезы диаметром 35 мм, предназначенной для обработки мягких материалов с небольшой скоростью резания.</p> <p>22. Какие материалы можно выбрать для инструмента сверхскоростной чистовой обработки резанием жаропрочных сталей:</p>

Структурный элемент	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		Р6М5, Р18, Р10К5Ф5, алмаз, КНБ, Т30К4, ВК3? 23. Инструмент должен подвергаться полировке. Какую сталь предпочесть: Р9, Р9Ф5 или Р9К5 и почему?

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине в 6-ом и 7-ом семестре включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, и проводится в форме **экзамена**

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.