Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 18.09.2025 16:19:17
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
**(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

**Транспортный факультет**

**УТВЕРЖДАЮ**
И.о. декана
/М.Р. Рыбакова/
«27» февраля 2025 г

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

## Конструкционные материалы для энергетических установок

Направление подготовки/ специальность
**13.03.03 «Энергетическое машиностроение»**

Профиль/ специализация
**Проектирование и эксплуатация двигателей для транспорта и малой энергетики**

Квалификация
**Бакалавр**

Форма обучения
**Очная**

Москва, 2025

**Разработчик(и):**

к.т.н., проф.  /В.В. Галевко/

**Согласовано:**

Заведующий кафедрой «Энергоустановки для транспорта и малой энергетики», д.т.н.  /Г.Г. Надарейшвили/

# Оглавление

1. Цели освоения дисциплины ..... 4
2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата ..... 5
3. Структура и содержание дисциплины ..... 5
3.1. Виды учебной работы и трудоемкость ..... 5
3.2. Тематический план изучения дисциплины ..... 5
3.3. Содержание дисциплины ..... 6
3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий ..... 10
3.4.1. Семинарские/практические занятия ..... 10
3.4.2. Лабораторные занятия ..... 10
3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) ..... 10
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение ..... 10
4.1. Нормативные документы и ГОСТы ..... 10
4.2. Основная литература ..... 10
4.3. Дополнительная литература ..... 11
4.4. Электронные образовательные ресурсы ..... 11
4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ..... 11
4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ..... 11
5. Материально-техническое обеспечение ..... 12
6. Методические рекомендации ..... 13
6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ..... 13
6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ..... 13
7. Фонд оценочных средств ..... 14
7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения ..... 14
7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения ..... 15
7.3. Оценочные средства ..... 16

## 1. Цели освоения дисциплины

Цели обучения

- Формирование системных знаний о конструкционных материалах, их структуре, свойствах и применении в энергетическом машиностроении.
- Освоение методов исследования, испытаний и оценки материалов, используемых в поршневых и газотурбинных двигателях.
- Развитие навыков выбора, обработки и оптимизации материалов с учётом эксплуатационных требований и условий работы.
- Подготовка студентов к практическому решению инженерных задач в области материаловедения и конструкционных материалов для энергетических установок.

Задачи обучения

- Изучить классификацию материалов и их роль в энергетическом машиностроении.
- Освоить основы металлургии: кристаллическую структуру, дефекты и влияние на свойства металлов и сплавов.
- Познакомиться с материалами, применяемыми в поршневых и газотурбинных двигателях, включая высокотемпературные сплавы и композиты.
- Изучить методы определения механических, термодинамических и термомеханических свойств материалов.
- Рассмотреть механизмы коррозии, износа и методы защиты материалов.
- Ознакомиться с современными методами обработки и упрочнения материалов, включая нанотехнологии.
- Научиться проводить экспериментальные исследования и анализировать результаты испытаний.
- Развить умения комплексного проектирования и оптимизации материалов для конкретных узлов энергетических машин.

Планируемые результаты обучения

После освоения дисциплины студент должен:

- Владеть знаниями о классификации, структуре и свойствах основных конструкционных материалов, используемых в энергетическом машиностроении.
- Уметь идентифицировать и анализировать дефекты кристаллической структуры и их влияние на свойства материалов.
- Знать характеристики и области применения металлов и сплавов для поршневых и газотурбинных двигателей.
- Понимать методы испытаний механических свойств (прочность, пластичность, твердость, ударная вязкость) и термодинамических характеристик материалов.
- Уметь оценивать коррозионную стойкость и износостойкость материалов, применять методы защиты.
- Владеть современными технологиями обработки и упрочнения материалов, включая термообработку и нанесение покрытий.
- Проводить микроскопический анализ структуры материалов и интерпретировать полученные данные.
- Использовать методы моделирования и экспериментальной оценки термических и механических режимов работы материалов.
- Овладеть навыками выбора и комплексного проектирования материалов с учётом эксплуатационных требований энергетических установок.
- Развивать критическое мышление и системный подход в решении инженерных задач материаловедения.

Обучение по дисциплине направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

| Код и наименование компетенций | Индикаторы достижения компетенции |
|---|---|

| | |
|---|---|
| ОПК-5. Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности. | ИОПК-5.1. Умеет использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов при разработке, проектировании и испытаниях энергетических установок ИОПК-5.2. Умеет рассчитывать элементы и параметры энергетических машин и установок с учетом свойств конструкционных материалов. |

**2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата**

Дисциплина относится к числу профессиональных учебных дисциплин обязательной части (Блок 1) основной образовательной программы бакалавриата (Б1.1.12).

Содержание дисциплины является логическим продолжением использования положений дисциплин «Высшая математика», «Теоретическая механика» на практике, применительно к конкретным механическим устройствам и служит основой для освоения дисциплин «Основы проектирования деталей и узлов машин». Сюда следует отнести и большое число специальных инженерных дисциплин, предметом изучения которых служит структура, кинематика и динамика машин и механизмов.

Знания, умения, навыки, сформированные данной дисциплиной, будут востребованы при изучении таких дисциплин как: Экология и токсичность энергоустановок, Основы испытаний энергетических машин и установок, Водородные технологии для энергоустановок будущего, Основные методы и программы для проектирования транспортных силовых установок с электрогенератором на борту

Знания, умения, навыки, сформированные данной дисциплиной, будут востребованы при прохождении практик и сдаче государственной итоговой аттестации.

**3. Структура и содержание дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, т.е. **108** академических часов (из них 54 часа – самостоятельная работа студентов).

**3.1. Виды учебной работы и трудоемкость**

| № п/п | Вид учебной работы | Количество часов | Семестры |
|---|---|---|---|
| | | | 3 |
| 1 | Аудиторные занятия | 54 | 54 |
| | В том числе: | | |
| | Лекции | 18 | 18 |
| | Семинарские/практические занятия | 36 | 36 |
| | Лабораторные занятия | - | - |
| 2 | Самостоятельная работа | 54 | 54 |
| 3 | Промежуточная аттестация | | |
| | Зачет/диф.зачет/экзамен | Экзамен | Экзамен |
| | Итого | 108 | 108 |

**3.2. Тематический план изучения дисциплины**

| № п/п | Разделы/темы дисциплины | Всего | Аудиторная работа | Лекции | Семинарские/ практические занятия | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Тема 1. Физико-механические свойства материалов. Строение материалов | 18 | 9 | 3 | 6 | - | 9 |
| 2 | Тема 2. Теория сплавов | 18 | 9 | 3 | 6 | - | 9 |
| 3 | Тема 3. Наклёп и рекристаллизация | 18 | 9 | 3 | 6 | - | 9 |
| 4 | Тема 4. Термическая и химико-термическая обработка | 18 | 9 | 3 | 6 | - | 9 |
| 5 | Тема 5. Конструкционные и инструментальные материалы | 18 | 9 | 3 | 6 | - | 9 |
| 6 | Тема 6. Технико-экономический выбор материала и технологии его упрочнения | 18 | 9 | 3 | 6 | - | 9 |
| | Итого: | 108 | 54 | 18 | 36 | - | 54 |

**3.3. Содержание дисциплины**

*Вводная часть*

Значение и задачи курса материаловедение. Роль материалов в современной технике. Критерии оценки и выбора материалов. Работы отечественных и современных ученых в области материаловедения. Материаловедение, как наука, изучающая свойства материалов в связи с их составом и строением. Классификация материалов.

**Физико-механические свойства материалов. Строение материалов**

Основные понятия о свойствах материалов. Твердость, механические свойства, определяемые при статическом растяжении, ударная вязкость. Явление хладноломкости.

Усталость материалов, предел выносливости. Износостойкость. Хрупкое и вязкое разрушение. Работа зарождения и распространения трещины. Понятие о конструкционной прочности.

Типы связей в твердых телах. Металлический тип связи. Атомно-кристаллическое строение металлов. Типы кристаллических решеток, их характеристики (параметр, координационное число, плотность упаковки), изотропия, анизотропия, квазиизотропия. Точечные, линейные и поверхностные дефекты, строение реальных металлов и сплавов (вакансии, дислокации, блоки мозаики, границы зерна). Теоретическая и реальная прочность металлов, влияние дефектов. Пути повышения прочности металлов.

Кристаллизация металлов первичная и вторичная. Термодинамические основы фазовых превращений. Кривые охлаждения, степень переохлаждения, факторы, влияющие на процесс кристаллизации, связь между степенью переохлаждения, числом центров кристаллизации и скоростью роста кристаллов. Величина зерна. Модифицирование жидкого металла. Полиморфные превращения.

**Теория сплавов**

Понятия о сплавах. Определение терминов: сплав, система, компонент, фаза. Твердые растворы, механические смеси, химические соединения. Диаграммы состояния двойных сплавов, методы их построения. Диаграмма состояния при полной нерастворимости компонентов в твердом состоянии, с ограниченной односторонней растворимостью. Определение химического состава фаз при использовании правила концентраций. Диаграмма состояния с полной растворимостью компонентов в твердом состоянии. Дендритная ликвация в твердых растворах. Правило фаз. Диаграмма состояния систем с превращением в твердом состоянии (частичный и полный распад ограниченного твердого раствора, эвтектоидное превращение). Связь между структурой сплава, определяемой по диаграмме состояния и свойствам сплава. Диаграмма состояния железо- цементит. Характеристики компонентов.

Структурные составляющие и фазы на диаграмме железо-цементит. Сущность эвтектического и

эвтектоидного превращений. Применение правила концентраций и правила фаз на диаграмме железо-цементит.

Влияние углерода и постоянных примесей на свойства стали. Классификация сталей по способу производства, назначению и качеству. Маркировка углеродистых сталей. Листовые стали для холодной штамповки, автономные стали. Основные технические требования по ГОСТ для сталей.

Чугуны с графитом, половинчатые и белые. Влияние скорости охлаждения и химического состава чугуна на структуру. Отбел чугунов. Структура, свойства, области применения и методы получения серых, ковких и высокопрочных чугунов. Маркировка чугунов.

**Наклёп и рекристаллизация**

Влияние пластической деформации на структуру и свойства металлов. Механизм пластической деформации моно-и поликристаллов. Размножение дислокаций при пластической деформации. Наклёп дробью, обработка роликами. Применение поверхностного наклепа в машиностроении. Возврат, полигонизация. Первичная и собирательная рекристаллизация. Холодная и горячая деформация. Термомеханическая обработка.

**Термическая и химико-термическая обработка**

*Теория термической обработки*

Виды термической обработки сталей. Превращения при нагреве стали. Рост зерна аустенита, наследственное и действительное зерно в стали. Перегрев и пережог. Превращение аустенита при непрерывном охлаждении. Диаграмма изотермического превращения аустенита. Перлитное превращение. Мартенситное превращение и его особенности. Превращение при отпуске, структура и свойства стали при отпуске. Отпускная хрупкость I и II рода.

Прокаливаемость и закаливаемость стали, факторы влияющие на прокаливаемость: влияние легирующих элементов, размера зерна аустенита, нерастворимых карбидов и включений. Методика определения критического диаметра по диаграмме прокаливаемости.

*Технология термической обработки*

Общая характеристика процессов термической обработки. Отжиг I рода без фазовой перекристаллизации. Режим отжига рекраталлизации.

Отжиг II рода с фазовой перекристаллизацией: для улучшения обрабатываемости, для измельчения зерна. Сфероидизация, отжиг – гомогенизация, нормализация.
Изотермический отжиг.

Закалка стали. Основные параметры процесса: температура нагрева, длительность нагрева, скорость охлаждения. Основные требования к закалочным средам. Методы закалки: простая, прерывистая, ступенчатая и изотермическая. Дефекты закалки: образование трещин, деформация, окисление и обезуглероживание поверхности, методы борьбы с ними.

Основные параметры процессов отпуска углеродистых и легированных сталей. Обработка холодом. Влияние закалки и отпуска на механические свойства стали. Улучшение стали.
Поверхностная закалка, виды и области применения.

*Химико-термическая обработка*

Физические основы химико-термической обработки, понятие о коэффициенте диффузии. Цементация, режимы насыщения и последующих термической обработки углеродистых и легированных сталей, виды процесса, области применения. Нитроцементация, виды процесса, режимы, области применения. Применение атмосфер с автоматическим регулированием потенциала углерода для процесса цементации и нитроцементации.

Азотирование стали. Стали для азотирования, режимы их термической обработки, области применения процесса. Процесс низкотемпературного газового и жидкого азотирования, их особенности и области применения.
Новые методы химико-термической обработки. Лазерное легирование

**Конструкционные и инструментальные материалы**

*Конструкционные легированные стали общего назначения.*

Фазы, образуемые легирующими элементами в сталях. Влияние легирующих элементов на полиморфизм железа, на свойства феррита и аустенита. Влияние легирующих элементов на кинетику изотермического превращения аустенита. Влияние легирующих элементов на мартенситное превращение и превращение при отпуске. Основы рационального легирования стали и роль отдельных легирующих элементов. Особенности термической обработки легированных сталей.

Классификация легированных сталей по структуре в нормализованном состоянии (диаграмма Гийе). Маркировка легированных сталей, их преимущества по сравнению с углеродистыми. Дефекты легированных сталей (шиферный излом, флокены, отпускная хрупкость). Основные требования к легированным конструкционным сталям по ГОСТ.

*Инструментальные материалы*

Инструментальные углеродистые и легированные стали для режущего инструмента, состав, маркировка, термическая обработка и области применения.

Быстрорежущая сталь, состав, свойства. Режимы термической обработки, области применения. Основные требования по ГОСТ к сталям для режущего инструмента.

Штамповые стали для холодного и горячего деформирования стали. Стали для измерительного инструмента.

Твердые порошковые сплавы для режущего инструмента. Керамика. Сверхтвердые материалы.

*Стали и сплавы с особыми свойствами*

Высокопрочные стали. Мартенситно-стареющие конструкционные стали, их состав, режимы обработки и области применения.

Сплавы с особо высокой износостойкостью, состав, маркировка, термическая обработка и области применения.

Нержавеющие хромистые и хромоникелевые стали, состав, маркировка, термическая обработка и области применения.

Жаропрочные стали и сплавы. Особенности поведения стали при нагрузках в области высоких температур, предел длительной прочности, предел ползучести. Типовые сплавы, состав, структура, термообработка, свойства и области применения.

Сплавы с заданными физическими свойствами. Магнитомягкие и магнитотвердые сплавы.

*Цветные металлы и сплавы*

Медь и ее свойства. Латуни, бронзы оловянистые, кремнистые, алюминиевые, берилловые; состав, области применения. Сплавы свинца и олова. Баббиты, свинцовистые бронзы, алюминиевые подшипниковые сплавы для двигателей внутреннего сгорания, триметаллические подшипники. Алюминий и его свойства. Литейные алюминиевые сплавы, области применения. Дюралюмин, состав, режим термической обработки, свойства, области применения.

Магниевые литейные и деформируемые сплавы, области применения. Титан и его сплавы, состав, свойства и области применения.

*Композиционные материалы*

Классификация композициоых материалов. Распределение напряжений между матрицей и наполнителем. Схемы армирования. Критическая длина волокна. Основы расчета свойств композиционных материалов.

Композиты с металлической матрицей. Дисперсноупрочненные композиционные материалы, особенности механизма упрочнения. Дисперсноупрочненные композиты на основе алюминию, никеля и других металлов.
Волокнистые композиционные материалы на алюминиевой и никелевой матрицах. Композиты с направленной кристаллизацией эвтектик.

Порошковые композиционные материалы (керметы) антифрикционного и фрикционного назначения. Фильтры.
Композиты с полимерной матрицей. Полимерная матрица композиционных материалов. Фенолформальдегидная, эпоксидная и кремнийорганическая матрица композиционных материалов.

Особенности физико- механического поведения полимеров. Органические, элементоорганические и неорганические полимеры.

Волокнистые композиционные материалы на полимерной матрице (карбоволокниты, бороволокниты, органоволокниты).

Композиционные материалы на полимерной матрице с порошковым наполнителем (пластмассы).
Роль порошковых (технический углерод и др.) и волокнистых (корд) наполнителей. Композиты с керамической и стеклянной матрицей.

Применение композиционных материалов в автомобилестроении. Корпус и детали кузова. Детали газотурбинных двигателей. Антифрикционные детали. Фрикционные детали. Трудоемкие детали двигателя и ходовой части. Ремонтные композиты. Перспективы применения композитов в автостроении.

*Наноматериалы*

Общая характеристика. Геометрические параметры наночастиц. Исторические предпосылки. Коллоидная химия как прародитель нанотехнологии. Измельчение частиц. Степень дисперсности. Критический диаметр наночастиц.

Диспергационный способ получения дисперсных частиц вещества. Конденсационный способ получения дисперсных частиц вещества. Термины «сверху-вниз» и «снизу-вверх». Нанообъекты семейства фуллеренов. Эндофуллерены. Нанотрубки. Графен. Астралены.

Техническое применение наноразмерных частиц. Сорбенты. Сенсоры. Пленки. Эмиттеры. Сверхпроводники. Химические свойства наночастиц. Машиностроительное применение наночастиц. Медицинское применение наночастиц. Наноэлектроника.

**Технико-экономический выбор материала и технологии его упрочнения**

Основы рационального выбора материала и метода упрочнения. Причины снижения работоспособности материала: усталостное разрушение, хрупкое разрушение, фрикционный износ, абразивный износ, контактная усталость, фреттинг – коррозия, схватывание и заедание поверхностей трения. Материалы и методы их упрочнения при различных видах нагрузки деталей.

В связи с проведением лекций в дистанционном формате и с целью повышения эффективности усвоения учебного материала, студенты должны вести рукописный конспект лекций во время всех дистанционных лекций.
Конспект должен быть оформлен в соответствии с требованиями кафедры, включая:
- Дату проведения лекции.
- Тему лекции.
- Основные тезисы и определения.
- Схемы, графики, формулы и другие визуальные материалы, представленные на лекции.
- Личные комментарии и вопросы, возникшие в ходе лекции.

Конспект должен быть аккуратным, понятным и легко читаемым.
Наличие рукописного конспекта лекций является обязательным условием для допуска к промежуточной аттестации.

Студенты, не предоставившие конспекты лекций, не будут допущены к промежуточной аттестации. В течение семестра профессорско-преподавательский состав должен не менее двух раз (в период текущего контроля успеваемости) проводить проверку конспектов лекций.

Итоговые конспекты лекций должны быть предоставлены на проверку не позднее, чем за неделю до начала зачётно-экзаменационной сессии.

### 3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

#### 3.4.1. Семинарские/практические занятия

Тематика практических занятий (18 занятий)

Блок 1: Основы материаловедения и металловедение (6 занятий)
1. Изучение классификации конструкционных материалов.
2. Исследование структуры металлов и сплавов с помощью микроскопии.
3. Определение механических свойств на образцах (растяжение, сжатие).
4. Твердость металлов и сплавов: методы измерения (по Бринеллю, Роквеллу).
5. Анализ термической обработки стали.
6. Исследование коррозионных повреждений и методов защиты.

Блок 2: Материалы для поршневых двигателей (6 занятий)
7. Изучение свойств алюминиевых и магниевых сплавов.
8. Анализ чугуна и сталей, используемых в цилиндрах и поршнях.
9. Испытания на износ и трение.
10. Моделирование термических режимов работы материалов.
11. Оценка влияния коррозии на долговечность.
12. Практическое занятие по выбору материалов для поршневого узла.

Блок 3: Материалы для газотурбинных двигателей (6 занятий)
13. Изучение высокотемпературных сплавов на основе никеля.
14. Испытания механических свойств при высоких температурах.
15. Анализ структуры и свойств титановых сплавов.
16. Исследование керамических и композитных материалов.
17. Методы упрочнения и термообработки газотурбинных материалов.
18. Комплексное проектирование материала для газотурбинного узла.

#### 3.4.2. Лабораторные занятия

Лабораторные работы по дисциплине не предусмотрены.

### 3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовой проект (курсовая работа) по дисциплине не предусмотрены

## 4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

### 4.1. Нормативные документы и ГОСТы

1. ГОСТ 14846–2020 Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний
2. ГОСТ 10150– 2014 Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Общие технические условия
3. ГОСТ Р 54120-2010 Двигатели автомобильные. Пусковые качества. Технические требования

### 4.2. Основная литература

1. Материаловедение. Учебник для студ. высш. учеб. заведений / Г. М. Волков, В. М. Зуев – М. : издательство Академия, 2011, 400 с.
2. Баширов, Р. М. Автотракторные двигатели: конструкция, основы теории и расчета : учебник

/ Р. М. Баширов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 336 с. — ISBN 978-5-8114-2741-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://reader.lanbook.com/book/96242

3. Уханов, А. П. Конструкция автомобилей и тракторов : учебник / А. П. Уханов, Д. А. Уханов, В. А. Голубев. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 188 с. — ISBN 978-5-8114-4582-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — https://reader.lanbook.com/book/122188

### 4.3. Дополнительная литература

1. Материаловедение. Учебник для вузов / под редакцией Б. Н. Арзамасова, Г. Г. Му- хина / Арзамасов Б. Н., Макарова В. И., Мухин Г. Г. и др. – М. : издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001, 648 с.
2. Теория сплавов. Методические указания / под редакцией Г. М. Волкова – МГТУ «МАМИ», 2005.
3. Термическая обработка сталей. Методические указания / под редакцией Г. М. Вол- кова – МГТУ «МАМИ», 2008.
4. Машиностроительные материалы. Методические указания / под редакцией Г. М. Волкова – МГТУ «МАМИ», 2003.
5. Выбор сплавов. Методическое пособие / под редакцией Г. М. Волкова – М.: МГТУ «МАМИ», 2009.
6. Автомобильные двигатели. Рабочие процессы, конструкция, основы расчёта и эксплуатации : учебник / Н. Г. Фаталиев, М. М. Аливагабов, А. Х. Бекеев, М. А. Арсланов. — Махачкала : ДагГАУ имени М.М.Джамбулатова, 2018. — 316 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://reader.lanbook.com/book/113001
7. Щерба, В. Е. Теория, расчет и конструирование поршневых компрессоров объемного действия: В. Е. Щерба. — 2-е изд., доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 323 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09232-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/517027

### 4.4. Электронные образовательные ресурсы

Конструкционные материалы для энергетических установок
https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=15726

### 4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее ПО: Операционная система Windows 7 и выше, Офисные приложения Microsoft Office.

### 4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для освоения дисциплины рекомендуются следующие сайты информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:
http://минобрнауки.рф/ - Министерство образования и науки РФ;
http://fcior.edu.ru/ - Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов;
http://fgosvo.ru/ - Портал Федеральных государственных образовательных стандартов;
http://www.consultant.ru/ - Справочная правовая система «Консультант Плюс»;
http://www.garant.ru/ - Справочная правовая система «Гарант»;
http://www.edu.ru/ - Российское образование. Федеральный портал; http://www.opengost.ru/ - Сайт, содержащий полные тексты нормативных документов. Перечень информационных систем:
Научная библиотека Московского политехнического университета. http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog

База данных содержит в себе 102678 учебных материалов различной направленности 1939 из которых полнотекстовые. Доступ к электронному каталогу можно получить с любого устройства, имеющим подключение к интернету.

Электронный каталог БИЦ МГУП. http://mgup.ru/library/

Электронный каталог позволяет производить поиск по базе данных библиотеки МГУП. ЭБС издательства «ЛАНЬ».

https://e.lanbook.com/

ЭБС «ЛАНЬ» - ресурс, предоставляющий online-доступ к научным журналам и полнотекстовым коллекциям книг различных издательств.

Доступк ЭБС издательства «ЛАНЬ» осуществляется со всех компьютеров университета.

ЭБС «Polpred».

http://polpred.com/news

ЭБС представляет собой архив важных публикаций, собираемых вручную. База данных с рубрикатором: 53 отрасли/ 600 источников/ 9 федеральных округов РФ/ 235 стран и территорий/ главные материалы/ статьи и интервью 8000 первых лиц. Для доступа к полным текстам ЭБС с компьютеров на территории учебных корпусов университета авторизация не требуется.

«КиберЛенинка» - научная библиотека открытого доступа. http://cyberleninka.ru/

Это научная электронная библиотека открытого доступа (Open Access).

Библиотека комплектуется научными статьями, публикациями в журналах России и ближнего зарубежья. Научные тексты, представленные в библиотеке, размещаются в интернете бесплатно, в открытом доступе. Пользователям библиотеки предоставляется возможность читать научные работы с экрана планшета, мобильного телефона и других современных мобильных устройств.

Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU».

http://elibrary.ru/defaultx.asp

Крупнейшая в России электронная библиотека научных публикаций, обладающая богатыми возможностями поиска и анализа научной информации. Библиотека интегрирована с Российским индексом научного цитирования (РИНЦ) - созданным по заказу Минобрнауки РФ бесплатным общедоступным инструментом измерения публикационной активности ученых и организаций.

Реферативная и наукометрическая электронная база данных «Scopus».

https://www.scopus.com/home.uri

Индексирует не менее 20500 реферируемых научных журналов, которые издаются не менее чем 5000 издательствами и содержат не менее 47 млн. библиографических записей, из которых не менее 24 млн. включают в себя списки цитируемой литературы.

База данных «Knovel» издательства «Elsevir».

https://app.knovel.com/web/

Полнотекстовая база данных для поиска инженерной информации и поддержки принятия инженерных решений.

Доступ к электронным базам данных «Scopus» и «Knovel» осуществляется круглосуточно через сеть Интернет в режиме он-лайн по IP-адресам, используемым университетом для выхода в сеть Интернет.

Поисковые интернет-системы: Google, Yandex, Yahoo, Mail, Rambler, Bing и др.

Информационная система предоставляет свободный доступ к каталогу образовательных Интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно- методической библиотеке для общего и профессионального образования. Доступ с любого компьютера, подключенного к Интернет.

### 5. Материально-техническое обеспечение

1) Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Нд-222 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13

2) Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Нд-223 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13

3) Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Нд-224 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13

4) Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Н-406 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13

5) Комплекты мебели для учебного процесса.

6) Мультимедийное оборудование: Экран для проектора, переносной ноутбук, переносной проектор.

## 6. Методические рекомендации

### 6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS). Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Перед началом преподавания преподавателю необходимо:

- изучить рабочую программу, цели и задачи дисциплины;
- четко представлять себе, какие знания, умения и навыки должен приобрести студент;
- познакомится с видами учебной работы;
- изучить содержание разделов дисциплины.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность исодержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категорийный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного семинарского или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

### 6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины осуществляется при контактной работе с преподавателем и в процессе самостоятельной работы. Эффективное освоение дисциплины предполагает регулярное посещение всех видов аудиторных занятий, выполнение плана самостоятельной работы в полном объеме и прохождение аттестации в соответствии с календарным учебным графиком.

Студенту рекомендуется ознакомиться со списком основной и дополнительной литературы и взять в библиотеке издания в твёрдой копии (необходимо иметь при себе читательский билет и уметь пользоваться электронным каталогом).

Доступ к информационным ресурсам библиотеки и информационно-справочным системам сети

«Интернет» организован в читальных залах библиотеки со стационарных ПЭВМ, либо с личного ПЭВМ (ноутбука, планшетного компьютера или иного мобильного устройства) посредством беспроводного доступа при активации индивидуальной учетной записи.

Пользование информационными ресурсами расширяет возможности освоения теоретического курса, выполнения самостоятельной работы и позволяет получить информацию для реализации творческих образовательных технологий: выполнения реферата на заданную или самостоятельно выбранную тему в рамках тематики дисциплины.

Изучение дисциплины должно сопровождаться интенсивной самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателями литературными источниками и с материалами, полученными на лекционных занятиях. Студент должен помнить, что начинать самостоятельные занятия следует с первого дня изучения дисциплины и проводить их регулярно. Очень важно приложить максимум усилий, воли, чтобы заставить себя работать с полной нагрузкой с первого дня.

Каждый студент должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала.

Для плодотворной работы немаловажное значение имеет обстановка, организация рабочего места. Нужно добиться, чтобы место работы по возможности было постоянным. Работа на привычном месте делает ее более плодотворной. Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует делать, перерыв на 10-15 минут. Выходные дни лучше посвятить активному отдыху, занятиям спортом, прогулками на свежем воздухе и т.д. Даже переключение с одного вида умственной работы на другой может служить активным отдыхом.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем-консультантом и студентами, направленное на разрешение проблем и внесение позитивных изменений в деятельность студентов.

## 7. Фонд оценочных средств

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов предусмотрен фонд оценочных средств (ФОС), позволяющий оценить достижение запланированных результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций. Фонд оценочных средств состоит из комплектов контрольно-оценочных средств. Комплекты контрольно-оценочных средств включают в себя контрольно-оценочные материалы, позволяющие оценить знания, умения и уровень приобретенных компетенций.

### 7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения

Оценивание и контроль сформированности компетенций осуществляется с помощью текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации. Для этого семестр делится на три периода. По окончанию первого периода (контрольная точка 1 (КТ1)) проводится собеседование со студентами по изученному на данный момент материалу. По окончанию второго периода обучения (КТ2) проводится аналогичная процедура. Третий период заканчивается промежуточной аттестацией по всему пройдённому материалу.

Текущий контроль успеваемости студентов предназначен для повышения мотивации студентов к систематическим занятиям, оценивания степени усвоения студентами учебного материала. Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение периода теоретического обучения семестра по всем видам аудиторных занятий и самостоятельной работы студента.

Текущий контроль успеваемости в процессе изучения дисциплины может проводиться по усмотрению преподавателя в форме устного собеседования или посредством прохождения тестов, размещённых в соответствующем онлайн-курсе системы дистанционного обучения Московского Политеха.

Если текущий контроль проходит в формате тестирования, то для теста характерны следующие особенности:

Объем теста- 20 тестовых заданий.

Тест имеет ограничение по времени – 25 мин. По истечении времени, вносить изменения в тест будет невозможно.

По окончанию всего теста выдается информация о том, зачтен тест или нет.

При оценке текущей успеваемости с использованием устного собеседования рекомендуются следующие критерии:

1. Знание теории (40%)
Понимание основных понятий, терминологии и закономерностей дисциплины
Способность воспроизводить и объяснять ключевые положения

2. Практические навыки (35%)
Умение применять теоретические знания для решения типовых задач
Анализ и интерпретация результатов

3. Аргументация и качество ответов (15%)
Логичность, полнота и ясность изложения
Обоснование своих решений и выводов

4. Активность и самостоятельность (10%)
Участие в обсуждениях, выполнение дополнительных заданий
Проявление инициативы в обучении

Шкала оценивания (в процентах и по пятибалльной системе)

| Процент выполнения | Оценка (5-балльная) | Характеристика результата |
|---|---|---|
| 90–100% | 5 (отлично) | Отличное знание материала, высокая активность |
| 75–89% | 4 (хорошо) | Хорошее усвоение материала, незначительные недочеты |
| 60–74% | 3 (удовлетворительно) | Базовое понимание, требуется доработка отдельных вопросов |
| Ниже 60% | 2 (неудовлетворительно) | Недостаточный уровень знаний и навыков |

Для допуска к промежуточной аттестации студент должен иметь оценку не ниже «удовлетворительно» (3) по результатам текущего контроля.
В случае неудовлетворительной оценки студенту рекомендуется дополнительная подготовка и повторное прохождение контроля до установленного срока.

Результаты текущего контроля успеваемости учитываются преподавателем при проведении промежуточной аттестации. Отставание студента от графика текущего контроля успеваемости по изучаемой дисциплине приводит к образованию текущей задолженности.
Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра. Промежуточная аттестация помогает оценить более крупные совокупности знаний и умений, формирование определенных профессиональных компетенций.

### 7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Форма аттестации: Экзамен
Система оценивания: При проведении промежуточной аттестации по дисциплине используется пятибалльная шкала оценки уровня сформированности компетенций студента:

| Оценка | Баллы | Описание уровня освоения дисциплины |
|---|---|---|
| Отлично (5) | 90-100 | Знания и умения освоены в полном объёме, демонстрируются глубокое понимание и умение применять материал в различных ситуациях. Ошибки отсутствуют или единичны и незначительны. |
| Хорошо (4) | 75-89 | Знания и умения освоены в достаточном объёме, допускаются незначительные ошибки, студент способен решать типовые задачи и применять теоретические знания на практике. |
| Удовлетворительно (3) | 60-74 | Знания и умения освоены частично, имеются существенные пробелы, |

| Оценка | Баллы | Описание уровня освоения дисциплины |
|---|---|---|
| | | студент способен выполнять базовые задачи, но допускает ошибки при решении сложных вопросов. |
| Неудовлетворительно (2) | ниже 60 | Знания и умения не освоены, студент не справился с основными требованиями экзамена, допускает систематические ошибки, отсутствует понимание ключевых понятий. |

**Критерии оценивания экзаменационных ответов**

| Критерий | Отлично (5) | Хорошо (4) | Удовлетворительно (3) | Неудовлетворительно (2) |
|---|---|---|---|---|
| Глубина знаний | Полное и глубокое раскрытие темы, демонстрация понимания всех аспектов | Хорошее знание темы с незначительными пробелами | Поверхностное знание, основные понятия усвоены | Недостаточное знание, отсутствует понимание основных понятий |
| Аргументация и обоснование | Логичная, последовательная аргументация, примеры и доказательства | Аргументация присутствует, но не всегда последовательна | Аргументация слабая, недостаточно обоснована | Отсутствие аргументации, необоснованные суждения |
| Применение знаний | Умение применять знания в новых и нестандартных ситуациях | Применение знаний в типовых задачах | Применение знаний ограничено простыми примерами | Неумение применять знания на практике |
| Структура и оформление ответа | Ответ структурирован, логичен, грамотно оформлен | Ответ в целом структурирован, мелкие ошибки в оформлении | Ответ слабо структурирован, ошибки в оформлении | Ответ неструктурирован, множество ошибок |

### 7.3. Оценочные средства

**Перечень экзаменационных вопросов**

1. Диаграмма Fe-C. Характеристика фаз и структурных составляющих
2. Диаграмма Fe-C. Определение химического состава фаз в сплаве с 4,3 % C при 1400°C
3. Диаграмма Fe-C. Изменение химического состава фаз в процессе первичной и вто- ричной кристаллизации стали 45
4. Диаграмма Fe-C. Изменение химического состава фаз в процессе первичной и вто- ричной кристаллизации стали 30
5. Понятие о сплавах. Твердые растворы, механические смеси, химические соединения
6. Диаграмма состояния двойных сплавов с нерастворимыми в твердом состоянии ком- понентами
7. Диаграмма Fe-C. Изменение химического состава фаз в процессе первичной и вто- ричной кристаллизации сплава с 5 % C
8. Диаграмма Fe-C. Изменение химического состава фаз в процессе первичной и вто- ричной кристаллизации стали У12
9. Диаграмма Fe-C. Характеристика фаз, участвующих в эвтектическом превращении
10. Диаграмма Fe-C. Определение химического состава фаз в сплаве с 5,5 % C при 1300°C
11. Диаграмма состояния двойных сплавов с ограниченной растворимостью компонен- тов в твердом состоянии
12. Диаграмма Fe-C. Определение химического состава фаз в сплаве с 4,3 % C при 1147°C
13. Диаграмма Fe-C. Определение химического состава фаз стали У12 при 1100°C
14. Диаграмма Fe-C. Определение химического состава фаз в сплаве с 0,8 % C при 727°C

15. Диаграмма Fe-C. Определение химического состава фаз стали У8 при 1100°С
16. Диаграмма Fe-C. Определение химического состава фаз в сплаве с 4 % С при 1400°С
17. Диаграмма Fe-C. Изменение химического состава фаз в процессе первичной и вто- ричной кристаллизации стали У8
18. Диаграмма Fe-C. Изменение химического состава фаз в процессе первичной и вто- ричной кристаллизации сплава с 3 % С
19. Диаграмма Fe-C. Определение химического состава фаз в сплаве с 5,5 % С при 900°С
20. Диаграмма Fe-C. Изменение химического состава фаз в процессе первичной и вто- ричной кристаллизации сплава с 4,3 % С
21. Диаграмма Fe-C. Характеристика фаз, участвующих в эвтектоидном превращении
22. Диаграмма Fe-C. Эвтектическое и эвтектоидное превращение
23. Диаграмма Fe-C. Определение химического состава фаз в сплаве с 2,5 % С при 900°С
24. Диаграмма Fe-C. Определение химического состава фаз в сплаве с 2,5 % С при 1300°С
25. Диаграмма Fe-C. Определение химического состава фаз в сплаве с 4,3 % С при 727°С
26. Диаграмма Fe-C. Определение химического состава фаз в сплаве с 1,5 % С при 800º С
27. Диаграмма состояния двойных сплавов с неограниченной растворимостью компо- нентов в твердом состоянии
28. Особенности эвтектического превращения двойных сплавов
29. Красноломкость и хладноломкость стали. Причины возникновения и способы устра- нения
30. Кристаллизация сплавов. Правило фаз. Правило концентраций
31. Атомно-кристаллическое строение металлов. Типы кристаллических решеток и их характеристика
32. Закономерности кристаллизации. Степень переохлаждения, число центров кристал- лизации, скоростть роста кристаллов. Аморфные металлы
33. Дендритная ликвация. Причины возникновения и способы устранения
34. Дефекты кристаллического строения. Влияние плотности дислокаций на прочность материалов
35. Влияние степени переохлаждения на процесс кристаллизации. Строение слитка. Зо- нальная ликвация
36. Влияние степени переохлаждения на величину зерна. Модифицирование
37. Расшифровать марку металлопродукции: ХВГ и дать ее характеристику (название, назначение, свойства, особенности структуры и технологии)
38. Расшифровать марку металлопродукции: ШХ15 и дать ее характеристику (название, назначение, свойства, особенности структуры и технологии)
39. Расшифровать марку металлопродукции: У8 и дать ее характеристику (название, назначение, свойства, особенности структуры и технологии)
40. Влияние легирующих элементов на полиморфное превращение железа. Классифи- кация легированных сталей
41. Расшифровать марку металлопродукции: ВК8 и дать ее характеристику (название, назначение, свойства, особенности структуры и технологии)
42. Основные показатели физико-механических свойств материалов и методы их опре- деления (НВ, HR, HV, σв, σт, δ, KCU)
43. Расшифровать марку металлопродукции: БстЗпс и дать ее характеристику (название, назначение, свойства, особенности структуры и технологии)
44. Расшифровать марку металлопродукции: СЧ15 и дать ее характеристику (название, назначение, свойства, особенности структуры и технологии)
45. Расшифровать марку металлопродукции: Сталь 45 и дать ее характеристику (назна- чение, качество, местоположение на диаграмме Fe-C, структура, особенности техно- логии)
46. Микромеханика композиционных материалов с волокнитым наполнителем. Крити- ческая длина волокна. Аддитивность свойств композита
47. Высокотемпературные материалы. Жаростойкость и жаропрочность
48. Расшифровать марку металлопродукции: КЧ 30-6 и дать ее характеристику (назва- ние, назначение, свойства, особенности структуры и технологии)

49. Расшифровать марку металлопродукции: ВЧ 120-4 и дать ее характеристику (назва- ние, назначение, свойства, особенности структуры и технологии)
50. Расшифровать марку металлопродукции: ВСтЗсп и дать ее характеристику (назва- ние, назначение, качество, особенности технологии)
51. Расшифровать марку металлопродукции: Сталь 08кп и дать ее характеристику (назначение, качество, местоположение на диаграмме Fe-C, структура)
52. Расшифровать марку металлопродукции: СтЗкп и дать ее характеристику (название, назначение, качество, особенности технологии)
53. Расшифровать марку металлопродукции: ТТ8К6 и дать ее характеристику (название, назначение, свойства, особенности структуры и технологии) **(**
54. Расшифровать марку металлопродукции: У12А и дать ее характеристику (название, назначение, качество, местоположение на диаграмме Fe-C, структура, особенности технологии)
55. Расшифровать марку металлопродукции: Сталь 30А и дать ее характеристику (назва- ние, назначение, свойства, особенности структуры и технологии)
56. Расшифровать марку металлопродукции: Т15К6 и дать ее характеристику (название, назначение, свойства, особенности структуры и технологии)
57. Основные разновидности наноматериалов. Размеры зерен (слоев, включений, пор) характерные для наноматериалов. Особенности механических свойств наномате- риалов**.**
58. Приоритетные направления развития нанотехнологии
59. . Основные характеристики структуры нанополимеров
60. . Механизмы деформации, особенности механических свойств наноматериалов. За- висимость твердости, предела прочности и относительного удлинения от размера зерна
61. .Преимущество порошковых технологий. Виды порошков, используемых для полу- чения наноматериалов, операции порошковой технологии.
62. Методы консолидации ультрадисперсных наноструктур: суть и условия реализа- ции. Способы уменьшения пористости наноматериалов.
63. .Методы интенсивной пластической деформации кручением под высоким давле- нием и равнонакальным угловым прессованием**.**
64. Методы контролируемой кристаллизации из аморфного состояния. Типы получае- мых структур в зависимости от условий закалки из жидкого состояния: одно- и многофазной, аморфно-кристаллической, аморфной.
65. Физические и химические методы получения наноструктурных пленок; технологии ионного осаждения и электродугового испарения магнетронного напыления.
66. Влияние режимов технологического процесса на фазовый состав, параметры надмолекулярной структуры и свойства полимерных нанокомпозитов.
67. Особенности технологии получения полимерных нанокомпозитов при использова- нии энергии ультразвуковых колебаний (УЗК), способ воздействия УЗК на прессу- емую заготовку ПКМ.
68. Базовые способы поверхностного модифицирования и упрочнения металлических деталей.
69. Основные эффекты различных механизмов модификации материалов, обеспечива- ющие повышение прочности.
70. Термопластичные и термореактивные пластмассы.

**Задания для контрольной работы**

Тема «Углеродистые стали и чугуны»

Примеры заданий ЗАДАНИЕ № 1

1. Начертите в масштабе диаграмму состояния железо-углеродистых сплавов на стандарт- ном бланке, поставьте буквенные обозначения. Назовите фазы и структурные составляю- щие в каждой области диаграммы (фазы заключите в квадратные скобки)
2. В каких пределах изменяется химический состав (%С) аустенита при первичной кристал-

лизации сплава с 1,8 %С? Как называется этот сплава и какую структуру имеет при комнат- ной температуре в соответствии с диаграммой железо-углерод?

3. Напишите схему превращения для стали, содержащей 0,8 %С при температуре 727°С. Укажите химический состав (%С) для фаз, участвующих в этом превращении. Что пред- ставляют собой эти фазы, какую имеют кристаллическую решётку и свойства?

4. Дана сталь марки У10А. Укажите класс этой стали по качеству (обычного качества, качественная, высококачественная), а также среднее содержание углерода и структуру этой стали при комнатной температуре в соответствии с диаграммой железо-углерод.

5. Дана сталь марки БСт5кп. Укажите ее качество, что означают буквы и цифры входящие в маркировку. По каким показателям (хим. состав, механические свойства) производится контроль этой стали?

ЗАДАНИЕ № 2

1. Начертите в масштабе диаграмму состояния железо - углеродистых сплавов на стандарт- ном бланке, поставьте буквенные обозначения. Назовите фазы и структурные составляю- щие в каждой области диаграммы (фазы заключите в квадратные скобки)

2. Какие фазы входят в состав перлита? Дайте характеристику этих фаз и укажите концентрацию в них углерода при комнатной температуре

3. Сплав содержит 5 %С. Определите концентрацию углерода в фазах при 1000°С. Как называется этот сплав?

4. Дан чугун марки СЧ15. Что обозначают буквы и цифры, входящие в маркировку? Какая форма графита в этом чугуне?

5. Дана сталь марки У10А. Укажите класс этой стали по качеству (обычного качества, качественная, высококачественная), а также среднее содержание углерода и структуру этой стали при комнатной температуре в соответствии с диаграммой железо-углерод

**Образцы вопросов из фонда тестовых заданий**

**Тема: «Микроанализ стали»**

Задание № 1

1. Что называется структурой материала?
   а) шероховатость поверхности; б) видимое строение; в) наличие трещин
2. Что такое хладноломкость?
   а) уменьшение твердости при низких температурах; б) охрупчивание материала при низких температурах; в) прочность материала при низких температурах
3. Наиболее благоприятным сочетанием физико-механических свойств обладают а) крупнозернистые; б) мелкозернистые; в) свойства не зависят от величины зерна

Задание № 2

1. При каком увеличении изучают микроструктуру?
   а) менее 100 раз; б) более 50 раз; в) невооруженным глазом
2. Какой химический элемент вызывает хладноломкость? а) сера; б) фосфор; в) углерод
3. Увеличение номера означает следующее изменение величины зерна а) увеличение; б) уменьшение; в) не означает

Задание № 3

1. На каком принципе работает металлографический микроскоп?
   а) прохождение света через материал; б) отражение света материалом; в) поглощение света материалом
2. Какой химический элемент вызывает красноломкость стали? а) углерод; б) сера; в) фосфор
3. Сколько номеров содержит шкала оценки величины зерна стали? а) 7; б) 10; в) 5

Задание № 4

1. Как определить увеличение микроскопа?
   а) (увеличение окуляра) — (увеличение объектива) =; б) (увеличение окуляра) + (увеличение объектива) =; в) (увеличение окуляра) х (увеличение объектива) =
2. Что такое красноломкость стали?
   а) потеря прочности при нагреве выше 1000°С; б) охрупчивание при нагреве выше 1000°С; в) прочность при высоких температурах
3. Как оценивают величину зерна стали?
   а) путем травления микрошлифа; б) путем сравнивания с эталоном; в) путем отражательной способности

Задание № 5

1. Что означает запись х50?
   а) увеличение более 50 раз; б) увеличение в 50 раз; в) увеличение менее 50 раз
2. Можно ли визуально обнаружить фосфор в стали?
   а) да, при содержании более 1,2%; б) да, при содержании менее 1,2%; в) нет, при любом содержании
3. Как выявляют границы зерен металла?
   а) путем сравнения с эталоном; б) путем травления микрошлифа; в) методом химического анализа

**Тема: «Макроанализ стали»**

Задание № 1

1. Приготовление макрошлифа включает операции:
   а) Мех. обработка, шлифование, полирование; б) Мех. обработка, шлифование, травление; в) Мех. обработка, полирование, травление
2. В деформированном сплаве значение KCU и δ вдоль волокна: а) выше; б) ниже; в) одинаковы
3. Соединение серебра входит в состав реактива:
   а) для глубокого травления; б) Баумана; в) Гейна

Задание № 2

1. При охлаждении слитка образуется зона крупных ориентированных зерен:
   а) при быстром охлаждении; б) при направленном отводе тепла; в) при медленном охлаждении
2. Наличие на поверхности излома участков с блестящей и шероховатой поверхностью характерно для:
   а) кристаллического излома; б) волокнистого излома; в) усталостного излома
3. Нагрев используют в процессе:
   а) глубокого травления; б) травление реактивом Баумана; в) травление реактивом Гейна;

Задание № 3

1. Дендритной ликвидацией называется:
   а) неоднородность химического состава в объеме одного зерна; б) однородность химического состава в объеме одного зерна; в) неоднородность химического состава в объеме слитка
2. В деформированном сплаве значение $\sigma_в$ вдоль волокон по сравнению с поперечным направлением:
   а) выше; б) ниже; в) одинаковы
3. В изломе проявляется зона долома:
   а) в кристаллическом; б) в волокнистом; в) в усталостном

Задание № 4

1. Ликвидацией называется:
   а) однородность химического состава; б) неоднородность химического состава; в) неоднородность механических свойств
2. Сера находится в стали в виде а) MnS; б) $MnSO_4$; в) $H_2S$

3. Фрактографией называют изучение:
а) излома детали; б) макрошлифа; в) целой детали
Задание № 5
1. Легкоплавкие примеси концентрируются в:
а) главных осях дендрита; б) межосном пространстве; в) между зернами металла
2. Кристаллический излом сплава свидетельствует о: а) хрупком разрушении; б) вязком разрушении;
3. Предел прочности сплава при растяжении обозначают: а) σβ; б) δ; в) KCU

**Тема: «Углеродистые стали»**

Билет № 1
1. Что представляет собой аустенит?
а) твердый раствор углерода в Fe γ; б) твердый раствор углерода в Fe α; в) химическое соединение
2. Укажите интервал по содержанию углерода в сталях а) 0 — 0,8 %; б) 0,03 — 2,14 %; в) 0,8 — 2,14 %
3. К какому классу по качеству относится сталь 60?
а) обычного качества; б) качественная; в) высококачественная

Билет № 2
1. Какую кристаллическую решетку имеет железо — α? а) ГЦК; б) ОЦК; в) ромбоэдрическая
2. Что происходит при нагреве в точке S? а) Ф → А; б) П → А; в) А → П
3. Какие свойства стали обычного качества гарантирует группа А?
а) химический состав; б) механические свойства; в) механические и химический состав

Билет № 3
1. Какую кристаллическую решетку имеет железо — γ? а) ГЦК; б) ОЦК; в) ромбоэдрическая
2. Что происходит при охлаждении в точке S? а) Ф → А; б) А → П; в) П → А
3. Что означают цифры в марке стали У12?
а) порядковый номер; б) содержание углерода в сотых %; в) содержание углерода в десятых %

Билет № 4
1. Какова максимальная растворимость углерода в аустените? а) 0,8 %; б) 2,14 %;в) 1,2 %
2. Какая фаза выделяется в доэвтектоидных сталях при вторичной кристаллизации? а) А; б) Ц; в) Ф
3. Что означают цифры в марке стали 45?
а) порядковый номер; б) содержание углерода в сотых %; в) содержание углерода в десятых %

Билет № 5
1. Какова максимальная растворимость углерода в феррите? а) 0,8 %; б) 0,008 %; в) 0,03 %
2. Какая фаза выделяется при вторичной кристаллизации доэвтектоидных сталей? а) Ф; б) А; в) Ц
3. Что означают цифры в марке стали ВСт3кп?
а) содержание углерода в сотых %; б) содержание углерода в десятых %; в) порядковый номер

**Тема: «Легированные стали»**

Задание № 1
1. Какие легирующие элементы относятся к карбидообразующим? а) W, V; б) Al, Cr; в) Cu, Ni
2. К какому классу по структуре относится сталь 12Х17? а) к ферритному; б) к аустенитному; в)

к перлитному

3. Расшифруйте химический состав стали 12Х18Н9
а) 0,12 % С + 1,8 % Cr + 0,9 % Ni; б) 0,12 % С + 18 % Cr + 9 % Ni; в) 1,2 %С + 18 % Cr + 9 % Ni

Задание № 2

1. Какие элементы расширяют γ-область? а) Cr, W; б) Ni, Mn; в) Mo, Ti
2. Расшифруйте химический состав стали 12Х18Н9?
а) 0,12 % С + 1,8 % Cr + 0,9 % Ni; б) 0,12 % С + 18 % Cr + 9 % Ni; в) 1,2 % С + 18 % Cr + 9 % Ni
3. Какие легирующие элементы относятся к некарбидообразующим? а) Cr, W; б) Ni, Cu; в) Mo, Ti

Задание № 3

1. К какому классу по структуре относится сталь 12Х17? а) к ферритному; б) к аустенитному; в) к перлитному
2. Каково содержание углерода в стали Гадфильда 110Г13Л?
а) 13 % Mn + 0,12 % С; б) 13 % Mn + 1,1 % С; в) 13 % Mn + 11 % С
3. Какие легирующие элементы относятся к карбидообразующим? а) W, V; б) Al, Cr; в) Cu, Si

Задание № 4

1. Какая сталь подвержена отпускной хрупкости II рода? а) 40; б) 40Х; в) 40ХМ
2. Каково содержание марганца в стали Гадфильда? а) 13 %; б) 1,3 %;в) 0,13 %
3. Как влияют большинство легирующих элементов на содержание углерода в перлите? а) повышают содержание углерода; б) понижают количество углерода; в) не влияет

Задание № 5

1. К какому классу по структуре относится сталь 110Г13Л? а) к ферритному; б) к аустенитному; в) к перлитному
2. Какова концентрация углерода в мартенситно-стареющих сталях? а) ≤ 0,03 %; б) > 0,03 %; в) 0 %
3. Определите химический состав стали 40Р
а) 0,4 % С + 0,002 % В;б) 0,4 % В + 1 % С;в) 0,4 % С + 1 % В

**Тема: «Чугуны»**

Задание № 1

1. Какие чугуны называют белыми?
а) в которых Собщ. = Ссвяз. + Ссвоб.; б) в которых Собщ. = Ссвяз.;в) в которых Собщ. = Ссвоб.
2. Какую кристаллическую решетку имеет графит?
а) кубическую объемноцентрированную; б) кубическую гранецентрированную; в) гексагональную
3. Какую структуру металлической основы имеет серый чугун, если Ссвяз. = 0,8 %?
а) ферритную; б) перлитную; в) феррито-перлитную

Задание № 2

1. Что представляет собой ледебурит?
а) химическое соединение Fe и С; б) механическую смесь А и Ц; в) механическую смесь Ф и Ц
2. Какая форма графита характерна для серых чугунов? а) хлопьевидная; б) пластинчатая; в) шаровидная
3. Как получают ковкий чугун?
а) отжигом серого чугуна; б) отжигом белого чугуна?; в) модифицированием

Задание № 3

1. В чём сущность эвтектического превращения?
   а) [А0,8] → П [Ф0,03 + Ц6,67]; б) [ж.р.4,3] → Л [А2,14 + Ц6,67]; в) [ж.р.2,14] → Л [А0,8 + Ц6,67]
2. Какие чугуны называют графитизированными?
   а) в которых Собщ. = Ссвяз.; б) в которых Собщ. = Ссвяз. + Ссвоб.;в) в которых Ссвяз. = Ссвоб.
   3. Какую структуру имеет половинчатый чугун? а) П + ЦII + Л*; б) П + Гр; в) П + Гр + Л*

Задание № 4
1. Какие физико-механические свойства имеет ледебурит?
   а) НВ = 1000 МПа; δ = 10%; б) НВ = 4000 МПа; δ = 0%; в) НВ = 4000 МПа; δ = 10%
2. Чем завершается первичная кристаллизация белых чугунов?
   а) эвтектическим превращением; б) эвтектоидным превращением; в) выделением ЦI
   3. Сколько связанного углерода в сером чугуне со структурой Ф + Гр? а) ≤ 0,03%; б) 0,6%; в) 0,8%

Задание № 5
   1. Какую структуру имеет ледебурит превращенный? а) А + Ц; б) П + Ц; в) П + Ф
   2. Какие свойства чугунов определяются формой графитовых включений? а) σв, δ; б) НВ, δ; в) НВ, KCU
   3. При какой температуре проводят отжиг для получения перлитного ковкого чугуна? а) 750°С; б) 850°С; в) 950°С

**Тема: «Композиционные материалы»**

Задание №1
   1. Диаметр наполнителя КМ не превышает а) 10 мкм; б) 100мкм; в)1мм
   2. Какими специальными свойствами обладают дисперсноупрочненные КМ на металлической основе?
   а) износостойкостью; б) высокой прочностью; в) жаропрочностью
3. Из твердых сплавов изготавливают
   а) детали антифрикционного назначения; б) детали фрикционного назначения; в) металлообрабатывающий инструмент

Задание №2
   1. Какие вещества обычно используют в качестве матрицы КМ? а) прочные; б) пластичные; в) жесткие
   2. Рабочая температура ситаллов достигает а) 800°С; б) 1000°С; в)1200°С
   3. При какой длине дискретного волокна КМ на его основе имеет прочность, близкую к прочности КМ с непрерывным волокном?
   а) li=lкр; б) li>2lкр; в) li>5lкр

Задание №3
   1. Какие вещества используют в качестве наполнителя? а) прочные; б) пластичные; в) вязкие
2. Какую матрицу имеют ситаллы?
   а) металлическую; б) стеклянную; в) углеродную
3. Что такое lкр?
   а) минимальная длина дискретного волокна, при которой максимальное значение его напряжения равно напряжению в непрерывном волокне; б )максимальная длина дискретного волокна, при которой максимальное значение его напряжения равно напряжению в непрерывном волокне; в) длина дискретного волокна, при которой максимальное значение его напряжения равно напряжению в непрерывном волокне

Задание №4

1. Что является несущим элементом в КМ с зернистым наполнителем? а) матрица; б) наполнитель; в) матрица и наполнитель
2. Какими специальными свойствами обладают ситаллы? а) магнитными; б) термостойкостью; в) теплостойкостью
3. Что обусловлена высокая прочность нитевидных кристаллов?
а) высокой плотностью дефектов; б) малой плотностью дефектов; в) малым размером зерна

Задание №5

1. Как влияет на свойства зернистого наполнителя его измельчение? а) увеличивает прочность;б) уменьшает прочность; в) не влияет
2. Какой максимальный перепад температур выдерживают ситаллы? а) до 500°С; б) до 1000°С; в) до 1500°С
3. Основной недостаток КМ с одно- и двумерным адмированием
а) высокая хрупкость; б) низкая удельная прочность; в) низкая межслоевая прочность

**Перечень лабораторных работ**

| № п/п | Наименование | Оснащение | Кол-во часов |
|---|---|---|---|
| 1 | Макроанализ сталей | Реактив Гейна, абразивная бумага, образцы сварных соединений, фильтровальная бумага | 4 |
| 2 | Микроанализ сталей | Микроскоп МИМ-7, образцы сталей и чугунов | 4 |
| 3 | Углеродистые стали | Твердомер Роквелла ТР 5006, образцы углеродистых сталей | 8 |
| 4 | Чугуны | Микроскоп МИМ-7, образцы графитизированных чугунов | 8 |
| 5 | Легированные стали | Микроскоп МИМ-7, образцы легированных сталей | 4 |
| 6 | Инструментальные материалы | Микроскоп МИМ-7, образцы инструментальных материалов | 4 |
| 7 | Композиционные материалы | Образцы композиционных материалов | 4 |