

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
Кафедра «Физическое материаловедение»

**ПРОГРАММА**  
**ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ**  
Образовательный уровень «Магистр»  
Направление подготовки 22.04.01 «Материаловедение  
и технологии материалов»  
Прием 2022 года

Донецк – 2022

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Программа вступительных испытаний предусматривает оценку уровня знаний бакалавров по комплексу основных дисциплин, изучаемых в вузах по направлению подготовки 22.04.01 "Материаловедение и технологии материалов" в соответствии с образовательно-профессиональной программой "магистр"

При подготовке к вступительным экзаменам бакалавры должны уяснить и знать основные положения следующих дисциплин: "Кристаллография", "Дефекты кристаллического строения", "Технологии материалов", "Теоретические основы материаловедения", "Металловедение", "Новые материалы и технологии", "Термическая обработка металлов", "Специальные стали и сплавы", "Поверхностная обработка, функциональные покрытия и восстановление", "Технологические основы термической обработки", "Коррозия и защита металлов", "Структурный анализ материалов", "Физические свойства и методы исследований материалов", "Цветные металлы и сплавы", "Механические свойства и конструктивная прочность материалов", "Диагностика и дефектоскопия материалов", "Порошковые и композитные материалы", "Неметаллические материалы".

В частности, необходимо знать общую характеристику фазового состояния металлов и сплавов, структурные изменения в них, закономерности твердофазных превращений при нагревах и охлаждениях, виды термической, химико-термической и термомеханической обработки и их влияние на структуру и свойства материалов, виды напряжений и технологические испытания, классификацию и назначения сталей и сплавов с особыми свойствами, влияние легирования на структурные и фазовые изменения в металлах и сплавах, классификацию коррозионных процессов по механизму, условиям протекания и характеру разрушения сплавов, внутренние и внешние факторы коррозии, а также методы защиты материалов и изделий из них от воздействия агрессивных сред, методы контроля качества материалов и изделий из них.

## **2 СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЙ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**

### **2.1 КРИСТАЛЛОГРАФИЯ. ДЕФЕКТЫ КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ**

Кристаллическое состояние вещества: параметры и типы кристаллических решеток, индексация узлов, направлений, плоскостей. Точечные элементы симметрии кристаллов. Элементы кристаллохимии. Классификация минералов. Дефекты кристаллического строения. Виды дефектов (точечные, линейные, поверхностные) и их влияние на свойства металлов. Вакансии, дислокации, атомы примесей, границы зерен, их поведение, перемещение, торможение [1,2,6].

### **2.2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ. МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ**

Общая характеристика фазового состояния металлов и сплавов. Понятие сплава, компонентов, фаз, структур. Типы твердых фаз. Диаграммы состояния мономорфного и полиморфного металлов. Диаграммы состояния 2-х и 3-х компонентов. Кристаллизация металлов. Строение слитка. Модифицирование. Форма кристаллов. Кристаллизация сплавов: твердых растворов, химических соединений; Эвтектическое и перитектическое превращение. Композиции. Структурные изменения в твердом состоянии - гомогенизация, полигонизация, рекристаллизация. Спекание. Фазовые превращения в металлах и сплавах - нормальные, видманштеттовы, массивные, мартенситные. Диаграмма Fe - C. Анализ формирования структуры железоуглеродистых сплавов при нагреве и охлаждении. Железо, графит и цементит, их содержание в сплавах. Сталь и чугун. Кристаллизация стали и чугуна; изменение структуры при охлаждении. Диффузионное насыщение железа. Особенности строения (типы структур) термически обработанных сталей и чугунов. Виды чугунов и их классификация и маркировка [3-5, 7, 27, 30].

### **2.3 ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ**

Общие закономерности твердофазных превращений в металлах и сплавах: термодинамика, механизм и кинетика превращений. Превращения при нагреве сплавов ниже  $t_{A_1}$ . Аустенитизация: термодинамика, механизм зарождения новой фазы. Диаграммы образования аустенита. Зерно аустенита и вторичное зерно. Наследственность в металлах и сплавах. Перлитное и бейнитное превращения: термодинамика, механизм, кинетика, диаграммы превращения, их типы, свойства продуктов распада аустенита. Мартенситное превращение: термодинамика, механизм, строение мартенсита, кинетические типы мартенситных превращений, стабилизация аустенита, свойства мартенсита. Процессы при старении и отпуске закаленной стали и сплавов. Закономерности процессов при химико-термической и термомеханической обработке.

Виды термической обработки: отжиг 1-го и 2-го рода, закалка без полиморфного превращения и на мартенсит, старение и отпуск, ХТО и ТМО. Параметры видов и разновидностей термической обработки, структура и свойства сплавов и изделий из них. Технологические основы термической обработки - назначение параметров, сред нагрева и охлаждения в зависимости от вида обработки, содержания углерода и других элементов в стали [8-11, 28, 29, 33].

## **2.4 НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ**

Классификация неметаллических материалов. Пластические массы: термопластичные, терморезактивные, газонаполненные. Резиновые материалы общего и специального назначения. Клеи - их классификация: конструкционные и резиновые клеи. Лакокрасочные материалы. Деревянные материалы, их разновидности. Неорганические материалы - стекло, керамика и др. Назначение и строение, обработка, свойства [1, 14, 16].

## **2.5 ПОРОШКОВЫЕ И КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

Определение композиционных материалов. Классификация и методы производства композиционных материалов. Процессы образования прочной связи между компонентами (адгезия, диффузия, рекристаллизация, механическая связь). Волокнистые композиционные материалы с металлической и неметаллической матрицей (структура, свойства, применение). Дисперсионно упрочненные и многослойные композиционные материалы. Физические процессы при твердофазном и жидкофазном спекании. Особенности фазово-структурных превращений в порошковых материалах. Конструкционные, инструментальные, антифрикционные, фрикционные, высокопористые, электротехнические порошковые материалы [14, 15].

## **2.6 ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ**

Классификация цветных металлов и сплавов. Медь и сплавы на ее основе: латуни, бронзы. Алюминий и сплавы на его основе: литейные, деформируемые. Магний и сплавы на его основе: деформируемые, литейные. Титан и сплавы на его основе: деформируемые, литейные. Легкоплавкие металлы и сплавы на их основе: подшипниковые, цинковые, припои. Тугоплавкие металлы (W, Mo, Ti, V, Nb, Zr) и сплавы на их основе. Бериллий и сплавы на его основе. Благородные металлы (Au, Ag, Pt). Технология термической обработки цветных металлов и сплавов, структура и их свойства. [13, 16, 25].

## **2.7 СПЕЦИАЛЬНЫЕ СТАЛИ И СПЛАВЫ**

Классификация специальных сталей и фаз в них. Влияние легирования на фазовые и структурные превращения при нагреве и охлаждении: аустенитизацию, перлитное, бейнитное и мартенситное превращение. Конструкционные стали:

строительные, машиностроительные, улучшаемые и для цементации, штамповые, подшипниковые, пружинные, износостойкие, криогенные, высокопрочные, мартенситно-стареющие, дисперсионно-твердеющие, ПНП (TRIP) - стали. Инструментальные стали: для измерительного инструмента, быстрорежущие, штамповые, валковые. Стали и сплавы с особыми свойствами: коррозионностойкие ферритные, мартенситные, аустенитные. Жаропрочные, теплостойкие, жаростойкие стали и сплавы. Марки, термическая обработка, структура, свойства этих групп сталей. Классификация в зависимости от свойств (теплостойкость, прокаливаемость, твердость, вязкость и др.) [12, 15, 31].

## **2.8 ПОВЕРХНОСТНАЯ ОБРАБОТКА, ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОКРЫТИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ**

Особенности фазовых и структурных превращений при поверхностном упрочнении и легировании. Методы поверхностного упрочнения тепловым воздействием без изменения химического состава: при печном нагреве, газопламенном нагреве, контактном электронагреве, в электролите, при индукционном нагреве, нагреве с использованием высококонцентрированных источников энергии - лазерного, плазменного, электроннолучевого. Методы поверхностного упрочнения тепловым и химическим воздействием. Традиционные и новые методы ХТО. Методы поверхностного легирования при электроискровом разряде и ионной имплантации. Методы поверхностного упрочнения пластическим деформированием (ППД). Упрочнение с помощью энергии взрыва. Методы поверхностного упрочнения и восстановления покрытиями и осаждением металлов и сплавов. Методы восстановления деталей и инструмента и их упрочнение наплавкой; размерное термическое восстановление [9, 10, 17, 18].

## **2.9 КОРРОЗИЯ И ЗАЩИТА МАТЕРИАЛОВ**

Классификация коррозионных процессов: по механизму процесса, условиям протекания и характеру разрушения. Химическая коррозия. Газовая и горячая коррозия. Продукты газовой коррозии. Условие сплошности оксидных пленок Пиллинга и Бедвортса. Термодинамика, механизм и кинетика газовой коррозии. Показатели коррозии. Защита металлов и сплавов от газовой коррозии. Теории жаростойкого легирования. Жаростойкость и жаропрочность Термодиффузионное насыщение, металлические и неметаллические покрытия, защитные атмосферы. Химическая коррозия в жидких средах. Электрохимическая коррозия металлов и сплавов. Электродные потенциалы. Анодные и катодные процессы. Коррозионные процессы с кислородной и водородной деполяризацией. Пассиваторы и депассиваторы. Важнейшие виды электрохимической коррозии и защита от них - атмосферная, подземная, морская, в жидких расплавах, щелевая, точечная, межкристаллитная; методы защиты - легированием, покрытиями, обработкой сред и др. Коррозия минеральных и органических материалов и ее особенности. Методы коррозионных исследований [19, 20, 26, 29].

## **2.10 СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ МАТЕРИАЛОВ**

Макроструктурный анализ, образцы для него. Микроструктурный анализ и принципы световой микроскопии; методы микроскопического исследования; определение размеров микрочастиц, структурные составляющие и др. Дифракционные методы исследования структуры. Физика рентгеновских лучей, их природа, основные свойства и получение. Регистрация излучения, спектры излучения. Явления классического и квантового рассеяния, вторичное излучение. Основные закономерности дифракции: формула Вульфа-Бреггов. Характеристика основных методов рентгеноструктурного анализа [2, 21].

## **2.11 ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ**

Объемные и структурно-чувствительные свойства материалов. Электрические свойства: электропроводность - воздействие на нее температуры и давления, вида термообработки. Электросопротивление твердых растворов, химических соединений и промежуточных фаз. Явление сверхпроводимости. Контактная разность потенциалов. Термоэлектрические свойства. Магнитные свойства - намагниченность насыщения, остаточная индукция. Коэрцитивная сила. Плотность и ее измерение. Линейное и объемное расширение [22].

## **2.12 МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И КОНСТРУКЦИОННАЯ ПРОЧНОСТЬ МАТЕРИАЛОВ**

Виды напряжений. Диаграммы растяжения, их анализ. Закон Гука. Истинные диаграммы деформации при растяжении. Неупругие явления. Внутреннее трение. Влияние внутренних и внешних факторов на пластическую деформацию. Виды разрушений. Изломы. Механические свойства. Испытания на растяжение. Методы измерения твердости по Роквеллу, Бринеллю, Виккерсу, Полюди. Микротвердость. Динамические испытания. Усталость металлов. Технологические испытания [3, 23].

## **2.13 ДИАГНОСТИКА И ДЕФЕКТОСКОПИЯ МАТЕРИАЛОВ**

Техническая диагностика. Дефекты и их классификация: литья, сварки, термообработки, обработки давлением и др. Классификация методов и средств дефектоскопического контроля качества - магнитный, электрический, акустический, рентгеновский, капиллярный и др. Визуально-оптические методы и средства неразрушающего контроля. Средства и приборы, технология измерений и технической диагностики. Основные принципы выбора методов неразрушающего контроля и комплексные системы контроля качества продукции. Стандартизация и метрологическое обеспечение [24, 32].

### **3 КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**

Общее количество полученных баллов (по 100-балльной шкале) определяется как сумма баллов за ответы на все вопросы, разделенные на 3 уровня сложности.

**Уровень 1.** (Максимальное суммарное количество баллов за 6 вопросов - 30 баллов).

Правильные ответы на каждый вопрос первого уровня сложности, составленные в форме тестовых заданий, оцениваются в 5 баллов. В случае неверного ответа на каждый вопрос выставляется 0.

**Уровень 2.** (Максимальное суммарное количество баллов за 2 вопроса - 40 баллов).

Ответы на задания должны быть развернутыми, с пояснениями. За каждый правильный ответ второго уровня сложности билета вступительного испытания абитуриент получает 20 (двадцать) баллов. За каждую неточность в ответах основной части вопроса снимается 5 баллов, за отсутствие необходимых пояснений, схем и рисунков снимается 10 баллов. Сумма баллов за ответ не может быть отрицательной. В случае отсутствия ответа на конкретный вопрос или неверный ответ выставляется 0 баллов.

**Уровень 3.** (Максимальное суммарное количество баллов за вопрос - 30 баллов).

Ответ на задание 3 уровня должен быть развернутым в соответствии с поставленной задачей. За правильный ответ третьего уровня сложности абитуриент получает 30 (тридцать) баллов. За каждую неточность в ответах основной части вопроса снимается 5 баллов, за отсутствие необходимых пояснений, схем и рисунков снимается 10 баллов; 1 балл снимается за несущественные ошибки в обозначениях. Сумма баллов за ответ не может быть отрицательной. В случае отсутствия ответа на конкретный вопрос или неверный ответ выставляется 0 баллов.

В случае неполного ответа на задания уровней 2 и 3 экзаменатор должен указать в своих пометках на допущенные абитуриентом недостатки.

Оценка за экзаменационную работу вступительного испытания абитуриента выставляется экзаменационной комиссией в зависимости от суммы набранных баллов за полностью или частично верные ответы.

**Минимальная сумма баллов,** позволяющая абитуриенту принять участие в конкурсе на зачисление для обучения по уровню подготовки «магистр» - 60 баллов.

#### 4 ЛІТЕРАТУРА

1. Новиков, И.И. Кристаллография и дефекты кристаллического строения. Учебник для вузов / И.И. Новиков, К.М. Розин. – М.: Металлургия, 1990. – 336 с.
2. Уманский, Я.С. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия. Учебник для вузов / Я.С.Уманский, Ю.Я.Скаков, А.И.Иванов и др. – М.: Металлургия, 1982. – 632 с.
3. Лахтин, Ю.М. Материаловедение. Учебник для вузов / Ю.М.Лахтин, В.П.Леонтьева. – М.: Машиностроение, 1990. – 408 с.
4. Бунин, К.П. Металлография. Учебник для вузов / К.П.Бунин, А.А.Баранов. – М.: Металлургия, 1970. – 254 с.
5. Лившиц, Б.Г. Металлография. / Б.Г.Лившиц. – М.: Металлургия, 1990. – 446 с.
6. Орлов А.Н. Введение в теорию дефектов в кристаллах. / А.Н.Орлов. – М.: Высшая школа, 1983. – 144 с.
7. Еланский, Г.Н. Строение и свойства металлических расплавов. / Г.Н.Еланский. – М.: Металлургия, 1991. – 160 с.
8. Захаров, А.М. Диаграммы состояния двойных и тройных систем. / А.М. Захаров. – М.: Металлургия, 1990. – 240 с.
9. Новиков, И.И. Теория термической обработки. Учебник для вузов. 4-е изд., перер. и доп. / И.И.Новиков. – М.: Металлургия, 1986. – 480 с.
10. Башнин, Ю.А. Технология термической обработки. / Ю.А.Башнин, Б.К.Ушаков, А.Г.Секей. – М.: Металлургия, 1986. – 424 с.
11. Натапов, Б.С. Термическая обработка металлов. / Б.С. Натапов. – Киев: Вища школа, 1980. – 288с.
12. Гольдштейн, М.И. Специальные стали. / М.И. Гольдштейн, С.В. Грачев, Ю.Т.Векслер – М.: Металлургия, 1985. – 408 с.
13. Колачев, Б.А. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов / Б.А.Колачев, В.А.Ливанов, В.И.Елагин. – М.: Металлургия, 1981. – 414 с.
14. Коваленко, О.А. Новые материалы. Учебное пособие. / О.А.Коваленко – Алчевск: ДГМИ, 2003. – 234 с.
15. Ляхович, Л.С. Специальные стали. / Л.С.Ляхович. – Минск: Высшейшая школа, 1985.
16. Материаловедение. Учебник для вузов / Б. Н. Арзамасов, И. И. Сидорин, Г. Ф. Косолапов и др. ; под общ. ред. Б.Н. Арзамасова. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Машиностроение, 1986. – 383 с.
17. Внуков, Ю.Н. Нанесение износостойких покрытий на быстрорежущий инструмент. / Ю.Н.Внуков и др – К.: Техніка, 1992. – 143 с.
18. Уманский, В.Б. Новые способы упрочнения деталей машин. / В.Б.Уманский, Л.К.Маняк. – Донецк: Донбасс, 1990. – 143 с.
19. Шлугер, М.А. Коррозия и защита металлов. / М.А.Шлугер, и др – М.: Металлургия, 1986. – 216 с.
20. Жук, Н.П. Курс теории коррозии и защиты металлов для металлургических специальностей вузов. – М.: Металлургия, 1976. – 475 с.

21. Горелик, С.С. Рентгеноструктурный и электронно-оптический анализ. / С.С.Горелик, Л.Н.Расторгуев, Ю.А.Скаков. – М.: Металлургиздат, 1970. – 366 с.
22. Лившиц, Б.Г. Физические свойства металлов и сплавов / Б.Г.Лившиц, В.С.Крапошин, Я.Л.Линецкий. – М.: Металлургия, 1980. – 320 с.
23. Золотаревский, В.С. Механические свойства металлов. Учебник для вузов / В.С.Золотаревский. – М.: МИСИС, 1999. – 398 с.
24. Белокур, И.П. Дефектоскопия материалов и изделий. / И.П.Белокур, В.А.Коваленко. – К.: Техніка, 1989.
25. Горбатенко, В.П. Кольорові метали та сплави: підручник для вищих навчальних закладів. / В.П.Горбатенко, В.В.Горбатенко. – Донецьк: ДВНЗ «ДонНТУ», 2012. – 300 с.
26. Горбатенко, В.П. Материаловедение: Учебник для технологических и механических специальностей высших учебных заведений / В.П. Горбатенко, Т.В. Новоселова. – Невинномысск: ЭльДирект, 2018. – 324 с.
27. Алімов, В.І. Корозія та захист металів від корозії. Навчальний посібник для студентів вищих технічних навчальних закладів. / В.І.Алімов, З.А.Дурягіна. - Донецьк-Львів: ТОВ «Східний видавничий дім», 2012. - 328 с.
28. Гуляев, А.П. Металловедение. Учебник для вузов / А.П.Гуляев. – М.: Металлургия, 1986. – 544 с.
29. Николин, В.И. Охрана труда и жизнедеятельности. Учебник для вузов / В.И.Николин. В.И.Крот. В.В.Зубков, В.А.Темнохуд. – Донецк: ГВУЗ ДонНТУ, 2000. – 334 с.
30. Алимов, В.И. Термическая обработка и коррозия металлов. Учебное пособие / В.И.Алимов, Н.Т.Егоров, М.В.Георгиаду. – Донецк: Норд-Пресс, ДонНТУ, 2008. – 86 с.
31. Горбатенко, В.П. Металловедение: Учебное пособие / В.П. Горбатенко. – Донецк: ДОННТУ, 2016. – 180 с.
32. Горбатенко, В.П. Специальные стали и сплавы. Учебное пособие / В.П.Горбатенко. – Донецк: ДОННТУ, 2016. – 141 с.
33. Белокур, И.П. Основы дефектоскопии. - К.: Азимут-Украина, 2004. - 496 с.
34. Алимов, В.И. Термическая обработка металлов. Экспериментальные работы. Учебное пособие / В.И.Алиимов, А.П.Штыхно, М.В.Георгиаду, О.В.Пушкина.- Донецк: Донбасс. 2014. – 105 с.