

Министерство образования и науки Украины
ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет»
Металлургический факультет
Кафедра «Материаловедения и перспективных технологий»

УТВЕРЖДАЮ:
Ректор ГВУЗ «ПГТУ»
_____ В.С. Волошин
« ____ » _____ 2017 г.

Программа вступительного экзамена
для получения образовательно-квалификационного уровня
"магистр" по специальности 132 «Материаловедение»,
специализациям «Термическая обработка металлов» и
«Металловедение»

2017 год

Программа вступительного экзамена для получения образовательно-квалификационного уровня "магистр" для студентов по специальности 132 «Материаловедение», специализациям «Термическая обработка металлов» и «Металловедение» “ ____ ” _____ 2017 года, 16 с.

Разработчики: (профессор, д.т.н. Чейлях А.П., доцент, к.т.н. Рябикина М.А.)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры «Материаловедения и перспективных технологий»
Протокол от “22” февраля 2017 года № 11

Заведующий кафедры _____ (Гаврилова В.Г.)
(подпись) (фамилия, инициалы)
“ ____ ” _____ 2017 года

Согласовано с деканом металлургического факультета
_____ (Тарасюк Л.И.)
(подпись) (фамилия, инициалы)
“ ____ ” _____ 2017 года

Одобрено методической комиссией металлургического факультета
Протокол от “15” марта 2017 года № 7

Председатель _____ (Григорьева М.А.)
(подпись) (фамилия, инициалы)
“ ____ ” _____ 2017 года

©ГВУЗ «ПГТУ», 2017 год

©Чейлях А.П., 2017 год

©Рябикина М.А., 2017 год

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА

I ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧЕННЫЕ В ПРОГРАММУ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В МАГИСТРАТУРУ

Предлагаемая программа магистерского экзамена (МЭ) соответствует правилам приема в магистратуру и отвечает требованиям к обязательному минимуму содержания и уровня подготовки бакалавров по направлению «Инженерное материаловедение».

В программу вступительного экзамена для поступающих в магистратуру по специальности 132 «Материаловедение», специализациям «Термическая обработка металлов» и «Металловедение» включаются следующие общепрофессиональные учебные дисциплины:

1. Кристаллография и минералогия.
2. Материаловедение.
3. Основы технологии материалов.
4. Методы исследования физико-химических свойств материалов.
5. Механические свойства и конструкционная прочность материалов.
6. Методы структурного анализа и контроль качества металлоизделий.
7. Теория термической обработки.
8. Технология ТО, ХТО и ТМО.
9. Специальные стали и сплавы.

Содержание выбранных учебных дисциплин образует базу знаний, на которых строится изучение специальных дисциплин, предлагаемых в рамках магистерской подготовки. МЭ определяет уровень общепрофессиональной подготовки в соответствии с государственным образовательным стандартом, того, о чем поступающий в магистратуры должен иметь представление, что он должен знать, уметь и использовать.

Программа МЭ включает в себя экзаменационный фонд с перечнем вопросов, отражающих основное содержание каждой из включенных в МЭ учебных дисциплин, которые могут быть использованы при составлении экзаменационных билетов.

II СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН

Тема 1. Строение твердых тел

Обсуждается роль материала в обеспечении надежной и долговечной эксплуатации изделий, деталей, конструкций. Даются основные понятия о свойствах материалов, классификация материалов по природе и назначению, типах кристаллических решеток. Понятия и определения дальнего и ближнего порядка, анизотропии, полиморфизма, сплава, компонента, фазы, твердых растворов.

Тема 2. Элементы кристаллографии

Элементы геометрической кристаллографии.

Пространственные решетки, элементарная ячейка, метрика кристалла, сингонии, категории. Определение индексов и символов узлов, узловых прямых и плоскостей. Индексы Миллера и параметры Вейсса. Закон целых чисел Р. Гаюи.

Кристаллографические проекции. Прямой и обратный (полярный) кристаллографические комплексы. Изображения граней и ребер кристалла в сферической, гномосферичной, стереографической и гномостереографичной проекциях. Координационная сетка Вульфа. Задачи, которые решаются с помощью сетки Вульфа.

Элементы симметрии кристаллических многогранников (континуума): центры симметрии и инверсии; поворотные и инверсионные оси; плоскости симметрии. Понятие о сложении элементов симметрии кристаллов. Классы симметрии и их обозначения.

Элементы симметрии кристаллических структур: трансляции, плоскости скользящего отражения, винтовые оси, инверсионные оси. Правила выбора элементарной ячейки. Решетки Браве. Пространственные группы симметрии кристаллических структур. Правила записи символов пространственной группы симметрии. Базис решетки. Понятие обратной решетки.

Формулы структурной кристаллографии. Условие вхождения грани и оси в кристаллографическую зону. Правило (закон) зон Вейсса. Основные понятия кристаллохимии. Атомные, ковалентные и ионные радиусы, их определение. Плотные шаровые упаковки (НКУ) и их характеристики: координационные числа, плотность упаковки,

коэффициент заполнения объема; характеристика пустот (пор). Координационные многогранники. Определение количества атомов на ячейку и стехиометрической формулы вещества. Поляризация ионов. Типы связей в структурах вещества.

Влияние кристаллохимических факторов, температуры и давления на кристаллическую структуру. Политипия, изоморфизм и полиморфизм. Структурные типы фаз в металлических сплавах.

Тема 3. Металлические материалы

Металлы и сплавы. Основные закономерности первичной кристаллизации и их влияние на структурообразование. Строение слитка. Дендритная ликвация и способы ее устранения. Диффузионный и бездиффузионный механизмы превращений. Значение превращений в твердом состоянии в процессах формирования структуры и свойств. Деформация и рекристаллизация. Горячая и холодная деформация. Изменение структуры и свойств металлов в зависимости от температуры и скорости деформирования. Стадии рекристаллизации, ее движущая сила, механизмы влияния на структуру и свойства.

Диаграммы состояния двухкомпонентных систем. Применение правила фаз Гиббса к двухкомпонентным системам. Диаграммы фазовых равновесий при полной взаимной растворимости компонентов в твердой и жидкой фазах. Факторы, определяющие вероятность образования твердых растворов. Диаграммы фазовых равновесий бинарных систем в случае образования ограниченных твердых растворов (случай эвтектики и случай перитектики). Диаграмма фазовых равновесий двухкомпонентной системы с образованием конгруэнтно плавящегося соединения. Понятие о дальтонидах и бертоллидах. Диаграмма состав-свойство в случае образования дальтонида и бертоллида. Диаграмма фазовых равновесий бинарной системы в случае образования инконгруэнтно плавящегося соединения. Диаграммы состояния трехкомпонентных систем. Применение правила фаз Гиббса к трехкомпонентным системам. Основные типы диаграмм конденсированного состояния тройных систем. Изотермические и политермические разрезы. Диаграмма конденсированного состояния тройной системы с эвтектикой. Кривые охлаждения. Связь диаграммы со структурой и свойствами сплавов.

Железоуглеродистые сплавы. Диаграмма состояния Fe-Fe₃C. Структура и свойства сталей в равновесном состоянии. Стали. Чугуны. Углеродистые стали. Примеси в стали. Классификация углеродистых сталей по составу, способу выплавки, степени раскисления, качеству и назначению. Маркировка. Основные превращения в сталях. Основы термической обработки углеродистых сталей. Чугуны. Классификация и маркировка. Получение, структура, свойства чугунов. Графитизация. Специальные чугуны. Легированные стали. Классификация легирующих элементов и их влияние на структуру и свойства сталей. Классификация легированных сталей по составу, структуре и назначению. Медь и ее сплавы. Получение, структура, свойства, обработка, применение и маркировка медных сплавов.

Тема 4. Традиционные технологические процессы и операции

Маршрутная схема получения и обработки материалов, заготовок и готовых деталей. Технологический цикл, его стадии и характеристики. Основы технологии литейного производства. Классификация способов изготовления отливок. Изготовление отливок в песчаных формах. Специальные виды литья. Свойства литейных материалов. Характеристика литейных сплавов. Основы технологии обработки металлов давлением. Деформационные процессы. Физические основы обработки материалов давлением. Особенности разных видов обработки материалов давлением. Специализированные технологические процессы обработки металлов давлением. Обработка металлов давлением в состоянии сверхпластичности. Основы технологии обработки конструкционных материалов резанием. Схемы и режимы резания. Физико-механические основы резания. Технология обработки точением, сверлением, фрезерование. Основы технологии сварочного производства. Физические основы получения сварного соединения. Термическая, механическая, термомеханическая сварка. Виды сварочных процессов. Особенности сварки различных металлов и сплавов. Пайка.

Современные способы производства. Роль науки в создании новых материалов и технологий. Новые принципы, лежащие в основе создания материалов с заданными свойствами и разработки технологических процессов. Новые носители энергии. Электрофизические и электрохимические процессы формообразования.

Технология получения порошковых материалов и изделий из них. Методы упрочнения поверхности за счет модифицирования поверхностного слоя. Поверхностное пластическое деформирование. Поверхностная термическая обработка. Химико-термическая обработка. Защитные и упрочняющие покрытия. Механические методы нанесения покрытий. Химические и электрохимические покрытия. Газотермические методы напыления покрытий. Вакуумно-конденсационные методы напыления покрытий.

Тема 5. Физические свойства материалов

Магнетизм твердых тел. Диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики. Намагничивание ферромагнетиков. Ферриты. Явление сверхпроводимости. Магнитное упорядочение. Работа перемагничивания. Анизотропия магнитных свойств ферромагнетиков. Магнитострикция. Коэрцитивная сила. Магнитные материалы. Методы измерения магнитных свойств ферромагнетиков. Методы измерения коэрцитивной силы. Анизометр Акулова. Использование резонансных методов в металловедении.

Электросопротивление металлов и сплавов. Температурная зависимость электросопротивления. Взаимосвязь состава и строения сплава с электрическими свойствами. Методы измерения электросопротивления. Применение электрического анализа в металловедении. Сверхпроводимость металлов и сплавов. Термоэлектрические свойства, их зависимость от химического состава и температуры. Методы измерения термоэдс.

Тепловые свойства металлов и сплавов. Тепловые эффекты при фазовых превращениях. Теплоемкость реальных металлов и сплавов. Термический метод исследования металлов и сплавов. Связь теплопроводности с электрической проводимостью. Теплопроводность технических сплавов и сталей, методы измерения.

Понятие плотности и зависимость ее от ряда факторов. Сжатие металлов. Методы определения плотности. Термическое расширение металлов и сплавов. Методы определения: dilatометрический, дифференциальный. Применение dilatометрии в металловедении.

Характеристики внутреннего трения и связь между ними. Использование метода внутреннего трения для изучения процессов

отжига, отпуска и закалки. Методы измерения внутреннего трения. Применение внутреннего трения в металловедении.

Тема 6. Механические свойства материалов

Напряжение. Нормальные и касательные напряжения. Линейное, плоское и объемное напряженные состояния. Тензор напряжений. Условное и истинное напряжения. Деформация. Абсолютная и относительная деформация. Виды деформированного состояния. Условная и истинная деформация. Упругая и пластическая деформация, разрушение. Упругая деформация. Закон Гука. Элементарная и общая формы закона Гука. Константы упругости моно- и поликристаллов. Пластическая деформация. Диаграммы деформации. Пластическая деформация монокристаллов. Скольжение в процессе пластической деформации. Пластическая деформация поликристаллов.

Типы разрушения. Зарождение и распространение трещин. Вязкое разрушение. Хрупкое разрушение. Хладноломкость. Схемы объяснения хрупкого и вязкого состояния металлов. Диаграмма механического состояния Я.Б.Фридмана. Факторы, влияющие на механические свойства металлов. Классификация факторов, влияющих на механические свойства металлических материалов. Влияние скорости и температуры нагружения. Металлургические, технологические, конструкционные, эксплуатационные факторы. Влияние окружающей среды на механические свойства.

Испытания на растяжение. Характеристики механических свойств, определяемые при испытаниях на растяжение. Первичная, условная и истинная диаграмма деформации при растяжении. Константы упругих свойств. Характеристики сопротивления упругим и малым пластическим деформациям, значительным пластическим деформациям, сопротивлениям разрушению, характеристики пластичности. Локализация деформации (в шейке). Образцы для испытания на растяжение. Машины для испытания на растяжение. Испытания на сжатие, его особенности и область применения. Условные и истинные диаграммы деформации. Образцы и машины для испытаний на сжатие. Испытание на изгиб. Схемы нагружения при испытаниях на изгиб. Напряжения и деформация при изгибе. Достоинства, недостатки, применение испытаний на изгиб.

Скорость нагружения и скорость деформации. Влияние скорости деформирования на механические свойства металлов. Виды динамических испытаний. Характеристики сопротивления динамическим нагрузкам. Назначение, методика, образцы для испытаний на ударную вязкость. Оборудование для испытаний на ударную вязкость.

Классификация методов измерения твердости. Измерение твердости вдавливанием. Методика, условия, особенности, границы применения измерения твердости по Бринеллю, Роквеллу, Виккерсу. Методы измерения твердости царапанием, их особенности. Определение твердости по отскоку упругого тела. Связь твердости с другими механическими характеристиками. Измерение микротвердости. Измерение твердости при повышенных температурах.

Ползучесть, виды ползучести. Процессы пластической деформации и разрушения при длительном действии нагрузок. Методы оценки сопротивления ползучести. Испытания на ползучесть. Способы повышения сопротивления ползучести. Кратковременные испытания при высоких и низких температурах.

Сущность явления усталости, его практическое значение. Характеристика циклов нагружения. Предел выносливости и кривые выносливости. Влияние характера нагрузки, частоты, перерывов, перегрузок и недогрузок на сопротивление усталостному разрушению. Влияние качества поверхности, термической обработки, размеров образца. Испытания на усталость.

Тема 7. Современные методы структурного анализа металлов

Рентгеновские лучи. Непрерывный и характеристический спектры, природа их возникновения. Порог возбуждения рентгеновского излучения. Взаимодействие рентгеновских лучей с веществом. Поглощение рентгеновских лучей. Коэффициент поглощения. Получение рентгеновских лучей. Источники рентгеновских лучей. Устройство рентгеновских трубок. Формула Вульфа-Брэгга. Вывод формулы. Поправка на преломление. Общая теория дифракции на кристаллической решетке. Понятие обратной решетки. Общая теория дифракции. Геометрическая интерпретация дифракции.

Экспериментальные методы рентгеноструктурного анализа. Метод порошков. Геометрия съемки. Плоская и цилиндрическая съемка. Симметричная и асимметричная закладка пленки. Приготовление образцов в методе порошка. Промер рентгенограмм. Поправка на поглощения в образце. Регистрация дифрактометром. Точность определения межплоскостных расстояний. Индексирование рентгенограмм в случае известной и неизвестной ячейки. Учет ошибок. Методы экстраполяции. Графическое индексирование. Метод Лауэ. Задачи, решаемые методом Лауэ. Метод вращения монокристалла. Использование метода.

Применение рентгеноструктурного анализа для исследования материалов. Определение типа твердого раствора. Изучение диаграмм состояний. Фазовый анализ: качественный и количественный. Методы качественного анализа. Методы количественного фазового анализа: гомологических пар, внутреннего стандарта, подмешивания анализируемой фазы, разбавления, измерения отношений интенсивностей, внешнего стандарта. Ошибки фазового анализа. Рентгенографическое определение напряжений. Напряжения 1, 2 и 3 рода.

Взаимодействие электронов с веществом. Формирование изображения в электронном микроскопе. Основные узлы электронного микроскопа. Разрешающая способность микроскопа. Глубина поля и глубина резкости. Получение изображения в электронном микроскопе и получение дифракционной картины. Дифракционная длина микроскопа. Постоянная прибора. Приготовление образцов для электронной микроскопии, сравнение различных методов. Метод реплик, методы утонения.

Растровый электронный микроскоп. Принцип работы, области применения. Формирование изображения в растровом микроскопе. Микрорентгеноспектральный анализ материалов. Основы метода и области применения. Получение изображения в рентгеновских лучах. Особенности применения ПЭМ и РЭМ при исследовании материалов.

Тема 8. Теория термической обработки

Виды отжига. Цели отжига 1 рода. Отжиг, уменьшающий напряжения. Остаточные напряжения и деформации. Термические и структурные напряжения. Режимы отжига, уменьшающего напряжения

промышленных изделий. Отжиг - гомогенизация. Понятие дендритной ликвации, причины образования. Влияние последствий неравновесной кристаллизации на структуру и свойства слитков и отливок из черных и цветных металлов. Виды структурных дефектов литого металлического сплава в связи с диаграммой состояния системы. Пути устранения последствий неравновесной кристаллизации.

Технологические параметры отжига - гомогенизации: температура и время. Роль скорости нагрева и скорости охлаждения в технологии гомогенизационного отжига. Пути сокращения длительности отжига - гомогенизации. Особенности структурных изменений при отжиге сплавов, содержащих в структуре неравновесные структурные составляющие.

Отжиг - рекристаллизация. Процессы, протекающие при нагреве деформированного металла. Изменение свойств металлов при отжиге - рекристаллизации. Текстура рекристаллизации. Анизотропия свойств рекристаллизованного металла.

Образование аустенита при нагреве стали. Механизм и кинетика превращения феррито-цементитной структуры в аустенит. Особенности превращения для доэвтектоидной и заэвтектоидной стали. Превращения при непрерывном нагреве. Влияние скорости нагрева. Особенности механизма и кинетики образования аустенита при высокоскоростном нагреве. Величина зерна аустенита при нагреве стали. Влияние хим. состава стали на величину зерна. Понятие наследственно-крупнозернистой и наследственно-мелкозернистой стали. Влияние величины зерна на свойства стали.

Превращения в стали при медленном охлаждении. Механизм перлитного превращения, формирование структуры перлита. Кинетика перлитного превращения. Диаграмма изотермического превращения аустенита. Влияние степени переохлаждения и скорости охлаждения на строение перлита. Основные характеристики дисперсности феррито-цементитных структур. Понятия структур зернистого перлита, пластинчатого перлита, сорбита, троостита. Условия их образования, структура и свойства сталей с такими структурами. Особенности фазовых превращений при охлаждении доэвтектоидных и заэвтектоидных сталей. Влияние скорости охлаждения и степени переохлаждения на структурное состояние избыточной фазы.

Технология отжига второго рода. Назначение, режимы, влияние на механические свойства и структуру стали, а также обрабатываемость стали резанием. Полный отжиг, нормализация, одинарная термическая обработка; изотермический отжиг и одинарная изотермическая обработка, патентирование. Неполный отжиг доэвтектоидной и заэвтектоидной стали. Процессы сфероидизации. Сфероидизирующий отжиг.

Закалка. Основное определение. Связь понятия закалки с диаграммой состояния системы. Понятие полной и неполной закалки. Закалка без полиморфного превращения и закалка на мартенсит. Основные технологические параметры закалки: температура, время выдержки, скорость охлаждения. Связь определения закалки с диаграммой изотермического превращения переохлажденной высокотемпературной фазы. Понятие критической скорости закалки.

Закалка с полиморфным превращением (закалка на мартенсит). Основные понятия. Термодинамика мартенситного превращения. Связь с диаграммой изотермического превращения переохлажденного аустенита. Определение мартенситного превращения, как фазового превращения особого типа. Особенности мартенситного превращения. Кинетика мартенситного превращения.

Механизм мартенситного превращения. Перестройка кристаллической решетки и деформационные явления - составные части мартенситного превращения. Основная и дополнительная деформация мартенситного превращения. Структура и строение мартенсита. Причины упрочнения стали при закалке на мартенсит. Понятие закаливаемости. Влияние содержания углерода и легирующих элементов на закаливаемость стали.

Технология закалки стали. Основные технологические параметры закалки стали. Определение температуры нагрева под закалку углеродистой доэвтектоидной и заэвтектоидной сталей. Перегрев при нагреве под закалку. Влияние легирования на температуру нагрева под закалку. Недогрев при закалке. Неполная закалка стали. Влияние скорости нагрева на температуру закалки. Длительность выдержки. Условия выбора скорости нагрева и длительности выдержки при закалке. Виды нагревающих сред. Ступенчатый нагрев под закалку.

Охлаждение при закалке. Выбор скорости охлаждения при закалке. Охлаждающие среды, их виды, характеристика. Внутренние напряжения при закалке. Способы закалки стали: непрерывная, прерывистая, ступенчатая, изотермическая.

Механизм бейнитного превращения. Структура и свойства стали после ступенчатой и изотермической закалки.

Понятие прокаливаемости. Характеристики прокаливаемости: глубина закаленного слоя, полоса прокаливаемости, критический диаметр, идеальный критический диаметр. Номограмма Блантера. Способы определения прокаливаемости. Способы регулирования прокаливаемости. Применение сталей повышенной прокаливаемости и сталей регламентированной прокаливаемости.

Поверхностная закалка стали. Виды, применение. Особенности фазовых превращений при высокоскоростном непрерывном нагреве под закалку. Диаграммы преимущественных режимов закалки. Закалка с нагревом токами высокой частоты. Основы индукционного нагрева. Влияние технологических параметров на глубину закаленного слоя. Способы закалки т.в.ч.: одновременный, поочередный, непрерывно-последовательный, поочередно-последовательный и др.

Отпуск и старение. Основные положения и определения. Теоретические основы отпуска и старения. Теория распада пересыщенных твердых растворов. Классификация операций старения. Естественное и искусственное старение. Старение зонное и фазовое, неполное упрочняющее и полное старение, старение стабилизирующее, разупрочняющее. Кинетика старения. Влияние состава сплава, строения фаз на упрочнение сплавов при старении.

Тема 9. Технология ТО, ХТО и ТМО

Технологические задачи и характеристика предварительной термической обработки. Виды отжига: полный, неполный, диффузионный, рекристаллизационный, сфероидизирующий, низкий, нормализационный. Закалка стали. Способы нагрева и охлаждения. Закалочные среды: вода, масло, растворы, гетерофазные среды. Выбор и технологические расчеты охлаждения по данным о прокаливаемости сталей. Термические и структурные напряжения, деформация и коробление изделий при термической обработке. Закалочные трещины. Методы борьбы с трещинами и деформациями: выбор состава стали,

условий нагрева и охлаждения. Отпуск стали. Старение. Поверхностная термическая обработка. Источники и способы нагрева. Нагрев токами высокой частоты. Особенности нагрева и охлаждения при обработке токами высокой частоты (ТВЧ). Окисление и обезуглероживание стали при термической обработке. Среды для нагрева. Технология цементации и нитроцементации с последующей термообработкой зубчатых колес.

Технология окончательной термической обработки железнодорожных рельсов. Стали, условия работы и технология термической обработки железнодорожных колес. Технология термической обработки сортового и калиброванного проката. Технология термической обработки листового проката. Термомеханическая обработка проката. Технология термической обработки проволоки и ленты. Патентирование. Технология термической обработки шестерен, зубчатых колес. Технология термической обработки рессор и пружин. Термическая обработка режущего инструмента. Термическая обработка инструмента для холодного деформирования. Термическая обработка инструмента для горячего деформирования. Термическая обработка измерительного инструмента.

Тема 10. Специальные стали и сплавы

Фазы в легированных сталях (твердые растворы, химические соединения). Влияние легирующих элементов на полиморфизм, на образование аустенита при нагреве, на превращения переохлажденного аустенита и превращения при отпуске закаленной стали.

Конструкционные стали общего назначения. Требования, предъявляемые к конструкционным сталям. Маркировка легированных конструкционных сталей. Основы рационального легирования сталей и роль отдельных легирующих элементов. Листовая сталь для холодной штамповки. Стали повышенной и высокой обрабатываемости резанием. Низколегированные стали. Цементуемые, углеродистые и легированные стали, их термическая обработка. Улучшаемые стали, типовые виды термической обработки и области применения.

Пружинные стали общего назначения. Их термическая обработка и свойства, области применения. Шарикоподшипниковые стали и их термическая обработка. Высокомарганцовистые износостойкие стали и

их термическая обработка. Пороки легированных машиностроительных сталей. Использование легирования для экономии металлов и повышения качества продукции.

Высокопрочные мартенситностареющие конструкционные стали. Высокопрочные стали. Состав и строение мартенситностареющих сталей. Конструкционные коррозионностойкие и жаростойкие стали и сплавы. Виды коррозии. Хромистые и хромоникелевые нержавеющие стали. Жаростойкие (окалиностойкие) стали.

Конструкционные жаропрочные стали и сплавы. Жаропрочность. Характеристики жаропрочности. Пути повышения жаропрочности. Стали перлитного, мартенситного и мартенситно-ферритного классов. Жаропрочные стали аустенитного класса с карбидным и интерметаллидным упрочнением. Области применения жаропрочных сталей.

Инструментальные стали и сплавы, классификация и маркировка инструментальных сталей. Требования к инструментальным сталям. Стали высокой твердости, не обладающие теплостойкостью. Теплостойкие стали высокой твердости и их термическая обработка. Теплостойкие стали повышенной вязкости, Твердые порошковые сплавы для инструмента. Стали для режущего инструмента. Стали для измерительного инструмента. Стали для инструмента холодного деформирования. Стали для штампов горячего деформирования. Стали для форм литья под давлением и прессованием. Выбор инструментальной стали.

Стали и сплавы с особыми физическими свойствами.

III ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература:

1. Гуляев А.И. Металловедение. - М.: Металлургия, 1996. - 424 с.
2. Новиков И.И., Золотаревский В.С., Портной В.К., Белов Н.А., Ливанов Д.В. и др. Металловедение в 2-х т. - М.: МиСиС, 2009. - 524 с.
3. Металловедение: Учебник. В 2-х т. И.И. Новиков и др./Под ред. В.С. Золотаревского. - М.: Издательский Дом МИСиС, 2009.
4. Фетисов Г.П., Карпман М.Г., Матюнин В.М., Гаврилюк В.С., Соколов В.С. и др. Материаловедение и технология металлов М.: Высшая школа. 2002. 638 с.

5. Колачев Б.А., Ливанов В.А., Елагин В.И. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов М.: Металлургия.-1981. 467 с.
6. Механические свойства металлов: учебное пособие/ М. Л. Берштейн, В. А. Займовский. - М., 1979. - 495 с.
7. Золоторевский В.С. Механические свойства металлов - М., 1998. - 400 с.
8. Лифшиц Б. Г., Крапошин В. С., Линецкий Я. Л. Физические свойства металлов и сплавов: учебник / Под ред. Б. Г. Лившица. - 2-е изд., доп. и перераб. - М.: Металлургия, 1980. - 314 с.
9. Павлов П.В., Хохлов А.Ф. Физика твердого тела. - М., 2000. - 494 с. 5. Физика твердого тела. / Под ред. И.К. Верещагина - М., 2001. - 237с.
10. Специальные стали. Учебник для вузов. Гольдштейн М. И., Грачев С. В., Векслер Ю. Г. М.: Металлургия, 1985. 408 с

Дополнительная литература:

11. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение. М.: Высшая школа. 1990. 184 с.
12. Марочник сталей и сплавов/ под ред. Сорокина В.Г. 1989.
13. Захаров А.М. Диаграммы состояния двойных и тройных систем. - М.: Металлургия, 1978. - 296 с.

Дополнительные источники информации в сети Интернет:

14. Сайт методического обеспечения ГВУЗ «ПГТУ»
<http://umm.pstu.edu>