



Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Московской области

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор по научной работе
и инновационной деятельности
В.А. Старцев



2020 г.

ИНСТИТУТ ТЕХНИКИ И ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ В АСПИРАНТУРУ ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

по направлению подготовки: 22.06.01 Технологии материалов
(направленность: "Материаловедение")

Форма обучения: очная

Королёв
2020

Чесноков А.В. д.т.н., профессор. Программа вступительного испытания в аспирантуру по направлению подготовки: 22.06.01 «Технологии материалов» (направленность: "Материаловедение"). Королев МО: «МГОТУ», 2020 - 10с.

Рецензент: д.т.н., профессор Мороз А.П.



УТВЕРЖДЕНО
Ученым советом «МГОТУ»
Протокол заседания Ученого
совета №11 от 30.06.2020г.

РЕКОМЕНДОВАНО
Научно-техническим
советом «МГОТУ»
Протокол №1 от 25.03.2020г.

Программа обсуждена и
одобрена на заседании
кафедры Техники и технологий
Протокол № 9 от 19.03.2020 г.

Зав. кафедрой Техники и технологий



д.т.н. , профессор Мороз А.П.

1. Перечень вопросов вступительного испытания

1.1. Введение

Значение науки о материалах. Роль материалов в современной технике. Классификация металлических и неметаллических материалов.

1.2. Теоретические основы материаловедения

Строение и свойства материалов. Строение атома и периодическая система элементов Д.И. Менделеева. Электронная структура. Типы межатомных связей в кристаллах. Кристаллическое строение твердых тел. Типы кристаллических решеток металлов и их характеристика. Реальное строение металлических и неметаллических кристаллов. Анизотропия свойств кристаллов. Дефекты кристаллического строения: точечные, линейные, поверхностные и объемные. Дислокационная структура и прочность металлов. Фуллерены и нанотрубки. Наноструктурное строение веществ. Процессы самоорганизации дислокационной и фрактальной структур материалов с позиций синергетики. Теплопроводность, электропроводность и электронная теплоемкость металлов. Магнитные свойства материалов. Формирование структуры металла при кристаллизации. Агрегатные состояния веществ. Форма кристаллических образований. Аморфное состояние металлов. Структурные изменения в металлах в условиях холодной и горячей пластической деформации. Температура рекристаллизации. Строение металлов после возврата и рекристаллизации. Механизм и стадии процесса рекристаллизации. Основы теории сплавов и термической обработки. Условия термодинамического равновесия. Определение системы, фазы, структуры. Смеси, химические соединения, твердые растворы, промежуточные фазы. Основные типы диаграмм состояния двойных сплавов и методы их построения. Эвтектическое и перитектическое превращения. Фазовые и структурные превращения в твердом состоянии. Эвтектоидное превращение. Связь между свойствами сплавов и типом диаграммы состояния. Диаграммы состояния железо-цементит и железо-графит. Влияние легирующих компонентов на критические точки железа и стали, свойства феррита и аустенита. Фазовые превращения в стали при нагреве и охлаждении. Процесс образования аустенита при нагреве. Механизм превращений переохлажденного аустенита. Изотермические и термокинетические диаграммы. Критическая скорость охлаждения при закалке. Мартенситное превращение, механизм и кинетика. Структура и свойства мартенсита. Влияние деформации на мартенситное превращение. Превращения при отпуске стали. Изменение структуры и свойств при

отпуске.

1.3. Методы исследования структуры и физических свойств материалов

Методы исследования структуры и фазового состава. Металлографические и фрактографические методы исследования, оптическая и электронная, в том числе дифракционная микроскопия (просвечивающий и сканирующий электронные микроскопы). Рентгеновские методы исследования: структурный и спектральный методы анализа. Методы исследования физических свойств и фазовых превращений в металлах и сплавах. Магнитный и электрический методы анализа фазовых и структурных превращений. Метод термо-ЭДС. Метод ядерного магнитного резонанса. Физические методы неразрушающего контроля дефектов материалов. Ультразвуковая дефектоскопия. Рентгеновская и гамма-дефектоскопия. Метод вихревых токов. Магнитная и тепловая дефектоскопия.

1.4. Механические свойства материалов и методы их определения

Схемы напряженного и деформированного состояния материалов. Плоское и объемное напряженные состояния. Плоская деформация. Концентрация напряжений. Остаточные напряжения, определение, классификация. Упругие свойства материалов. Модуль упругости и его зависимость от кристаллической структуры материала. Упругое последствие, упругий гистерезис, внутреннее трение. Пластическая деформация и деформационное упрочнение. Процессы скольжения и двойникования. Краевые, винтовые и смешанные дислокации. Вектор Бюргерса. Скольжение и переползание дислокаций. Взаимодействие дислокаций между собой и с примесями. Особенности деформации моно- и поликристаллов. Влияние границ зерен на пластическую деформацию поликристаллов. Сверхпластичность. Влияние пластической деформации на структуру и свойства материалов. Механизм упрочнения. Деформационное упрочнение. Упрочнение твердых растворов при взаимодействии дислокаций с примесями внедрения. Дисперсионное твердение. Разрушение материалов. Виды разрушения материалов. Механизмы зарождения трещин. Силовые, деформационные и энергетические критерии локального разрушения. Трещиностойкость. Подходы механики разрушения к выбору конструкционных материалов, расчету размера допустимого дефекта и прогнозированию долговечности. Механические свойства материалов и методы их определения. Классификация методов механических испытаний. Значение механических характеристик в материаловедении.

Механические свойства, определяемые при статическом нагружении. Испытания на растяжение, сжатие, изгиб, кручение, трещиностойкость. Влияние легирования, структуры концентраторов напряжений и масштабного фактора на характеристики механических свойств. Механические свойства, определяемые при динамическом нагружении. Влияние скорости деформирования на характеристики прочности и пластичности. Динамические испытания на изгиб образцов. Ударная вязкость. Методы определения ударной вязкости и ее составляющих. Механические свойства, определяемые при циклическом нагружении. Усталость, диаграммы усталости, предел выносливости. Малоцикловая и многоцикловая усталость. Природа усталостного разрушения. Влияние различных факторов на сопротивление усталости. Испытания на твердость вдавливанием и царапанием. Триботехнические испытания. Поведение материалов под нагрузкой при охлаждении и нагреве. Поведение материалов под нагрузкой при охлаждении от комнатных температур до криогенных. Хладостойкость и критическая температура хрупкости, методы определения. Поведение материалов под нагрузкой при нагреве от комнатных температур до температуры рекристаллизации и выше. Жаростойкость и жаропрочность. Ползучесть, диаграммы ползучести, предел ползучести. Теория рекристаллизационной ползучести. Длительная прочность, диаграммы длительной прочности, предел длительной прочности. Влияние легирования и структуры на характеристики жаропрочности материалов. Воздействие внешней среды. Влияние поверхностно-активных сред на прочность металлов и сплавов. Закономерности окисления металлов. Коррозия металлов и сплавов под напряжением. Коррозионное растрескивание. Межкристаллитная коррозия. Влияние радиационного облучения на строение и свойства материалов.

1.5. Технология химико-термической, термомеханической обработки и поверхностного упрочнения материалов

Термическая обработка стали. Основные виды термической обработки стали. Выбор вида термической обработки в зависимости от назначения изделия и условий его эксплуатации. Влияние термической обработки на свойства конструкционных сталей и сварных соединений. Химико-термическая обработка. Общие закономерности. Цементация с последующей термической обработкой. Азотирование. Влияние легирующих компонентов на толщину, твердость и износостойкость азотированного слоя. Структура и свойства азотированной стали. Нитроцементация стали. Диффузионная металлизация: алитирование,

хромирование, силицирование и т.п. Многокомпонентные покрытия. Диффузионное насыщение в ионизированных газовых средах. Термомеханическая обработка. Основные виды: предварительная высокотемпературная, низкотемпературная. Структура и свойства материалов после термомеханической обработки. Поверхностное упрочнение металлов и сплавов путем воздействия концентрированных потоков энергии. Поверхностное легирование и термическая обработка при лазерном и электронно-лучевом нагреве. Поверхностное упрочнение металлов и сплавов путем воздействия пластической деформации. Физическая сущность процесса. Роль остаточных напряжений. Области применения. Деформация изделий при их обработке и способы ее предупреждения.

1.6. Металлы и сплавы в машиностроении

Конструкционная прочность материалов. Критерии прочности, надежности, долговечности и износостойкости. Методы повышения конструкционной прочности. Конструкционные углеродистые и легированные стали. Требования, предъявляемые к конструкционным сталям. Metallургическое качество сталей. Классификация углеродистых сталей по качеству, структуре и областям применения. Влияние углерода и примесей на свойства углеродистых сталей. Углеродистые качественные стали. Автоматные стали. Углеродистые инструментальные стали. Легированные стали. Влияние легирующих компонентов и примесей на дислокационную структуру и свойства сталей. Классификация и маркировка легированных сталей. Цементуемые (нитроцементуемые) легированные стали. Улучшаемые легированные стали. Пружинные стали общего назначения. Шарикоподшипниковые стали. Износостойкие стали. Высокопрочные мартенситно-старяющие стали Принципы легирования. Мартенситное превращение. Влияние легирующих элементов на кинетику фазовых превращений и особенности термической обработки. Экономно легированные мартенситно-старяющие стали. Свойства мартенситно-старяющих сталей и области применения. Конструкционные и коррозионно-стойкие стали. Общие принципы легирования и структура коррозионно-стойких сталей. Хромистые, хромоникелевые, хромомарганцево-никелевые и хромозотистые аустенитные стали. Высоколегированные кислотостойкие стали. Жаростойкие и окалиностойкие стали. Жаропрочные стали и сплавы.

Классификация инструментальных сталей по теплостойкости, структуре и областям применения. Быстрорежущая сталь и особенности

ее термической обработки. Штамповые стали для деформирования в горячем и холодном состоянии. Стали для форм литья под давлением и прессования. Чугуны. Свойства и назначение чугунов, принципы классификации. Белые, серые, высокопрочные и ковкие чугуны. Фазовые превращения при термической обработке чугуна. Применение в машиностроении. Цветные металлы и сплавы. Алюминий и его сплавы. Классификация алюминиевых сплавов. Деформируемые алюминиевые сплавы. Литейные алюминиевые сплавы. Особенности термической обработки. Спеченные алюминиевые сплавы. Технологические и механические свойства. Области применения алюминия и его сплавов. Магний и его сплавы. Классификация магниевых сплавов. Деформируемые и литейные сплавы. Термическая обработка магниевых сплавов. Защита магниевых сплавов от коррозии. Медь и ее сплавы. Влияние примесей на структуру и свойства меди. Классификация медных сплавов. Латунни, их свойства. Строение и свойства оловянных, алюминиевых, свинцовых, марганцовистых и бериллиевых бронз. Медно-никелевые сплавы. Области применения меди и ее сплавов. Титан и его сплавы. Классификация легирующих элементов и типы сплавов титана. Механические, технологические и коррозионные свойства титановых сплавов. Водородная хрупкость титановых сплавов. Конструкционные и жаропрочные сплавы титана. Особенности термической обработки. Цинк, свинец, олово и их сплавы. Припои на оловянистой и свинцовой основах. Антифрикционные сплавы. Металлы и сплавы с особыми свойствами. Магнитные материалы. Классификация материалов по магнитным свойствам. Кривая намагничивания. Процессы, происходящие при намагничивании монокристалла. Низкочастотные и высокочастотные магнитомягкие материалы. Магнитотвердые деформируемые, литые и спеченные материалы. Материалы с особыми тепловыми и упругими свойствами.

Материалы, обладающие эффектом памяти формы. Классификация, структура, физико-механические свойства. Применение в машиностроении.

1.7. Неметаллические материалы в машиностроении

Полимеры и пластические массы. Классификация и структура полимерных материалов. Молекулярная структура полимеров. Теории роста полимерных кристаллов. Особенности механических свойств полимеров, обусловленные их строением. Релаксационные свойства. Вязкое течение растворов и расплавов полимеров. Старение и стабилизация полимеров. Типы разрушения полимеров. Влияние

внешних факторов на процесс разрушения. Физико-механические, адгезионные, фрикционные, антикоррозионные, диэлектрические свойства полимеров, методы исследования этих свойств. Состав, классификация и свойства пластических масс. Пластмассы на основе термопластичных и терморезистивных полимеров. Отвердители, наполнители, пластификаторы, катализаторы, пигменты, ингибиторы. Методы переработки пластмасс в изделия. Материалы, технология и оборудование для получения полимерных покрытий. Композиционные материалы. Принципы создания и основные типы композиционных материалов. Композиционные материалы с нуль-мерными и одномерными наполнителями. Эвтектические композиционные материалы. Композиционные материалы на неметаллической основе. Механические свойства композиционных материалов, моделирование на ЭВМ разрушения композиционных материалов с использованием свойств армирующих волокон, объемной доли и свойств матрицы. Механизм разрушения. Основы расчета на прочность изделий из композиционных материалов. Способы компьютерного моделирования состава, структуры, свойств и процесса разрушения композиционных материалов. Области и перспективы применения композиционных материалов в машиностроении. Резиновые материалы. Состав и классификация резин. Технология приготовления резиновых смесей и формования деталей из резины. Физико-механические свойства резины. Влияние условий эксплуатации на свойства резин. Применение резиновых материалов в машиностроении. Ситаллы, керамические и другие неорганические материалы. Строение, свойства и виды технического стекла, ситаллов, фарфора и фаянса. Тугоплавкие соединения, основные типы, состав, структура, свойства, методы получения, в том числе СВС – самораспространяющийся высокотемпературный синтез. Нанокристаллические материалы. Стекланные смазки и защитные покрытия. Эмали для защиты металлов. Техническая керамика. Огнеупорные и конструкционные керамические материалы. Применение керамики в машиностроении. Графит и его модификации в качестве конструкционных материалов. Лакокрасочные и клеящие материалы. Состав и классификация лакокрасочных материалов. Особенности кремнийорганических покрытий. Технологические методы нанесения лакокрасочных покрытий. Технология нанесения лакокрасочных покрытий. Сравнительные свойства лакокрасочных покрытий и их применение в машиностроении. Конструкционные клеи. Методы получения клеевых соединений и их испытания. Применение

клеевых соединений в машиностроении.

1.8. Эффективность применения материалов в машиностроении с учетом экономичности, долговечности, безопасности и экологической чистоты

Методика расчета экономического эффекта за счет рационального выбора и применения машиностроительных материалов. Сравнительные данные стоимости углеродистых сталей и сплавов, цветных металлов и сплавов, неметаллических материалов и области их эффективного применения. Себестоимость различных операций термической и химико-термической, термомеханической обработки материалов. Повышение надежности, долговечности и безопасности изделий машиностроения путем применения новых материалов, обладающих уникальными физико-механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами, а также экологической чистотой. Совершенствование технических требований к материалам в нормативно-технической документации.

2. Шкала оценивания вступительного испытания

Оценка	Критерии оценки
оценка «отлично»	поступающий логически и аргументировано излагает материал вопросов, тесно связывает теорию с практикой; обнаруживает всестороннее систематическое и глубокое знание программного материала, аргументировано и в полном объеме отвечает на дополнительные вопросы, владеет понятийным аппаратом, демонстрирует способность к анализу и сопоставлению различных подходов к решению заявленной в вопросах проблематики
оценка «хорошо»	поступающий проявляет логичность и доказательность изложения материала, демонстрирует твердое знание программного материала, способен применять знание теории к решению задач профессионального характера, но допускает отдельные погрешности и неточности при ответе, в ответах на дополнительные вопросы имеются незначительные ошибки
оценка «удовлетворительно»	поступающий в основном знает программный материал в объеме, необходимом для предстоящего проведения научных исследований, допускает существенные

	погрешности в ответе на вопросы экзаменационного билета, приводимые формулировки являются недостаточно четкими
оценка «неудовлетворительно»	поступающий обнаруживает значительные пробелы в знаниях основного программного материала, нарушена логика и последовательность изложения материала, допускает принципиальные ошибки в ответе на вопросы билета; демонстрируют незнание теории и практики, не отвечает на дополнительные вопросы по рассматриваемым темам, не может сформулировать собственную точку зрения по обсуждаемому вопросу

3. Рекомендуемая литература

1. Дмитренко В. П. Материаловедение в машиностроении: учебное пособие / В.П. Дмитренко, Н.Б. Мануйлова. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 432 с. - <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=501197>.
2. Тарасенко Л. В. Материаловедение: Учебное пособие для вузов / Л.В. Тарасенко, С.А. Пахомова, М.В. Унчикова, С.А. Герасимов; Под ред. Л.В. Тарасенко. - М.: НИЦ Инфра-М, 2012. - 475 с. - <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=257400>
3. Фетисов Г.П. Материаловедение и технология материалов: Учебник / Г.П. Фетисов, Ф.А. Гарифуллин. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 397 с. - <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=413166>
4. Фетисов, Г. П. Материаловедение и технология металлов [Электронный ресурс]: Учебник / Г. П. Фетисов, Ф. А. Гарифуллин. - М.: Издательство Оникс, 2007. - 624 с. - <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=417658>.
5. Рогов В.А., Позняк Г.Г. Современные машиностроительные материалы и заготовки. – М.: Академия, 2008, 336 с.
6. Абраимов Н.В., Елисеев В.С., Крылов В.В. Авиационное материаловедение и технология обработки металлов / Под ред. Н.В. Абраимова. М.: Высш. школа, 1998.

4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Интернет-ресурсы

1. Российская государственная библиотека www.rsl.ru
2. Российская национальная библиотека <http://www.nlr.ru>
3. Библиотека Академии наук <http://www.ras.ru>
4. Библиотека по естественным наукам РАН <http://www.benran.ru>
5. Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ) <http://www.viniti.ru>

6. Государственная публичная научно-техническая библиотека
<http://www.gpntb.ru>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
elibrary.ru
8. Университетская библиотека <http://www.biblioclub.ru>
9. Электронно-библиотечная система [Znanium.com.](http://znanium.com)
<http://znanium.com>
10. Электронный каталог библиотеки МГОТУ «Технологический университет» <http://unitech-mo.ru/library/resources/electronic-catalogue-fta>

Содержание

	Стр
1. Перечень вопросов вступительного испытания	3
2. Шкала оценивания вступительного испытания	9
3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	10