МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
_____ А.Ю. Наливайко
«___» _____ 20___г.

Программа вступительного испытания по комплексному экзамену для поступающих на обучение по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

научная специальность:
2.6.17. Материаловедение

Москва 2026

РАЗДЕЛ 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. На вступительное испытание поступающие допускаются при наличии документа, удостоверяющего личность и гражданство (паспорта), и расписки о подаче документов.

2. Форма проведения вступительного испытания: письменный комплексный междисциплинарный экзамен и устное собеседование по вопросам и реферату. Комплексный междисциплинарный экзамен включает следующие этапы:

- оценка уровня подготовленности, соответствующего научной специальности;
- оценка степени проработанности темы научно-исследовательской работы, планируемой к реализации в рамках программы обучения по научной специальности (реферат).

3. По результатам вступительного испытания поступающему по 100-балльной системе выставляется оценка от нуля до ста баллов. Минимально необходимое количество баллов по 100-балльной системе составляет 40 баллов, ниже которых вступительное испытание считается несданным. Итоговая оценка вступительного испытания определяется путем суммирования количества баллов, полученных по каждой части комплексного междисциплинарного экзамена. Максимальное количество баллов по каждой части экзамена представлено в таблице 1.

Таблица 1

№ п/п	Наименование	Максимальное кол-во баллов	Кол-во вопросов
1	Ответы на контрольные вопросы (письменно)	60	3
2	Собеседование по вопросам раздела 2 (устно)	20	-
3	Собеседование по реферату	20	-
	Итого:	100	

4. Экзаменационный билет содержит 3 контрольных вопроса по дисциплинам, указанным в программе вступительного испытания в разделе 2. Собеседование проводится по вопросам раздела 2 и представленного реферата.

Ответ на каждый на вопрос комплексного междисциплинарного экзамена оценивается в соответствии со шкалой оценивания (таблица 2). Максимальная оценка за ответ на вопрос составляет 20 баллов. Время выполнения письменного задания составляет – 45 минут.

Таблица 2

Баллы	Критерий выставления оценки
16-20	Демонстрация отличных знаний по заданному вопросу. Умение иллюстрировать теоретические положения эскизами, графиками, формулами. Широкий кругозор по обсуждаемым вопросам.

12-15	Демонстрация твердых знаний по заданному вопросу. Наличие мелких неточностей в ответе и в иллюстративном материале.
8-11	Неплохое знание вопроса, но с заметными ошибками.
5-7	Слабое знание и понимание рассматриваемого вопроса, со значительными ошибками
0-4	Незнание и непонимание рассматриваемого вопроса.

5. Вступительные испытания проводятся в очном формате и с применением дистанционных технологий по расписанию приёмной комиссии университета, размещенному на официальном сайте университета.

Экзаменационная аудитория объявляется за 1 день до начала вступительного испытания в очном формате.

6. Вступительные испытания с применением дистанционных технологий проводятся на выделенном образовательном портале Московского Политеха (https://online.mospolytech.ru) (далее – LMS), на котором размещен онлайн-курс «ВИА2024_<Код и Наименование ООП>» для приема вступительного испытания (Например, «ВИА2024_2.6.17. Материаловедение»). Взаимодействие между участниками вступительных испытаний (председателем, членами комиссий и абитуриентами) осуществляется с применением дистанционных технологий и видеоконференцсвязи в системе Zoom, Webinar и пр. Ссылка на видеоконференцию размещается на онлайн-курсе на портале LMS. Конкретный вид используемого программного продукта будет указан приёмной комиссией.

7. Онлайн-курс «ВИА2024 <Код и Наименование ООП>», предназначенный для проведения ВИА, содержит разделы для загрузки письменных ответов и реферата, Программу вступительных испытаний по научной специальности, правила проведения ВИА, в т.ч. бланк согласия абитуриента о проведении видеофиксации хода испытаний.

8. Регистрация на портале ВИА и доступ к онлайн-курсу «ВИА2024 <Код и Наименование ООП>» осуществляется из личного кабинета абитуриента, сформированного при подаче документов в приемную комиссию Московского Политеха.

9. Ссылка для подключения к видеоконференции ВИА доступна абитуриенту в онлайн-курсе «ВИА2024 <Код и Наименование ООП>» после регистрации на портале ВИА.

10. Перед началом вступительного испытания, поступающим сообщается время и место получения информации о полученных результатах.

11. На вступительных испытаниях разрешается пользоваться: справочной литературой, представляемой комиссией. Запрещено пользоваться средствами связи.

12. Поступающий, нарушающий правила поведения на вступительном испытании, может быть снят со вступительных испытаний. Фамилия, имя, отчество снятого с испытаний поступающего и причина его снятия заносятся в протокол проведения вступительного испытания.

13. При проведении вступительного испытания уточняющие вопросы поступающих по содержанию экзаменационных вопросов принимаются председателем экзаменационной комиссии, в том числе по телефону и рассматриваются только в случае обнаружения опечатки или другой неточности какого-либо задания вступительного испытания. Председатель экзаменационной комиссии обязан отметить этот факт в протоколе проведения вступительного испытания. Экзаменационной комиссией будут проанализированы все замечания, при признании вопроса некорректным он засчитывается поступающему, как выполненный правильно.

14. Письменные ответы на вопросы оформляются на бланке формата А4 с указанием идентификационных данных абитуриента (Фамилия И.О., номер билета, номер вопроса). Бланк заполняется вручную, разборчивым почерком, ручкой чёрного цвета. Эскизы, схемы выполняются вручную, допускается применение чертёжных инструментов. Каждая страница, содержащая ответ, нумеруется и визируется абитуриентом.

По истечении времени, отведенного на выполнение письменного экзамена, поступающий загружает свой ответ в форме скан-документа (.pdf) или фотографии (.jpg) в онлайн-курсе «ВИА2024 <Код и Наименование ООП>» строго до времени, указанного экзаменационной комиссией.

Время выполнения письменных ответов по билету составляет – 45 минут, время для фотографирования (сканирования) ответов по билету и загрузки информации в систему LMS университета в соответствующем разделе - 20 минут. После указанного времени загрузка ответов будет заблокирована.

15. По окончании отведенного времени Поступающим сообщается время повторного подключения к видеоконференции для участия во втором этапе вступительных испытаний - собеседовании по результатам письменного ответа профильной части билета и собеседовании по реферату.

16. Перед прохождением собеседования на портале LMS в онлайн-курс «ВИА2024<Код и Наименование ООП>» в соответствующий раздел должен быть загружен реферат с визой поступающего в срок не позднее, чем за 1 сутки до начала вступительных испытаний.

17. По окончании вступительного испытания поступающий информируется комиссией о набранных баллах с учетом индивидуальных достижений.

18. Учет индивидуальных достижений осуществляется посредством начисления баллов за индивидуальные достижения, но не более 100 баллов за совокупность представленных индивидуальных достижений. Указанные баллы начисляются поступающему, представившему документы, подтверждающие получение результатов индивидуальных достижений, и включаются в сумму конкурсных баллов. Учет индивидуальных достижений осуществляется предметной комиссией в ходе проведения комплексного экзамена. Поступающий приносит копии материалов, подтверждающие индивидуальные достижения, на комплексный экзамен.

19. При приеме на обучение по программам аспирантуры университет учитывает следующие индивидуальные достижения:

- публикации в изданиях, индексируемых в международных базах научного цитирования Web of Science и Scopus - 10 баллов за каждую публикацию;
- публикации в изданиях, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК для публикации основных научных результатов диссертаций («перечень ВАК»), а также авторские свидетельства на изобретения, патенты – 5 баллов за каждую публикацию, авторское свидетельство или патент;
- статьи, тексты, тезисы докладов, опубликованные в трудах международных или всероссийских симпозиумов, конференций, семинаров - 4 балла за каждую публикацию.
- дипломы победителей международных и всероссийских научных конкурсов, студенческих олимпиад и творческих фестивалей, тематика которых соответствует направленности подготовки (научной специальности) в аспирантуре - 3 балла за каждый диплом.
- прочие публикации - 2 балла за каждую публикацию.
- дипломы победителей региональных конкурсов, студенческих олимпиад и творческих фестивалей, тематика которых соответствует направленности подготовки (научной специальности) в аспирантуре - 2 балла за каждый диплом.
- наличие удостоверения о сдаче кандидатских экзаменов (для лиц, сдавших кандидатские экзамены за рубежом); справки о наличии законной силы предъявленного документа о сдаче кандидатских экзаменов, выданной Министерством образования и науки Российской Федерации) – 2 балла;
- диплом магистра или специалиста с отличием – 10 баллов;
- рекомендательное письмо от потенциального научного руководителя – 30 баллов.

20. В случае равенства прав (конкурсный балл, баллы предметов вступительных испытаний в соответствии с приоритетами, индивидуальных достижений) на поступление двух и более поступающих, претендующих на одно место, перечень зачисляемых лиц определяется приемной комиссией Университета на основании рассмотрения личных дел поступающих.

21. Поступающий, сдающий вступительные испытания дистанционно, также может быть досрочно удален из вебинарной комнаты в случае если обнаружится, что он находится в помещении не один и ему помогают третьи лица.

22. Поступающий, который планирует сдавать вступительные испытания дистанционно, должен быть обеспечен ПК с видеокамерой хорошего разрешения, микрофоном, и устойчивым интернет соединением, при этом если в процессе проведения испытаний у поступающего пропадает картинка или сигнал интернет соединения и оно будет разорвано, имеется не более 5 минут на повторное подключение, более этого времени испытание считается завершенным, поступающему ставится оценка по факту прошедшей беседы до времени отключения.

РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Программа вступительных испытаний по научной специальности «2.6.17. Материаловедение» предусматривает комплексную оценку знаний и уровня подготовленности поступающего и включает следующие части:

- **Оценка уровня подготовленности по научной специальности «2.6.17. Материаловедение».**

Вступительное испытание по научной специальности определяет, насколько свободно и глубоко лица, поступающие в аспирантуру, владеют теоретическими и практическими знаниями по профильным дисциплинам, которые в будущем могут стать основой их научной-исследовательской деятельности.

- **Оценка степени проработанности темы научно-исследовательской работы, планируемой к реализации в рамках программы обучения по научной специальности (реферат)**

В реферате излагаются основные положения развития научных исследований по одной из тем научной специальности «2.6.17. Материаловедение», в том числе по теме, планируемой к выполнению диссертации.

2.1. Рекомендуемые разделы и темы программы вступительных испытаний

Тема 1. Металлические материалы в машиностроении

1. Кристаллическое строение

Строение атомов. Модель Бора. Силы, действующие на атом. Кристаллическая решетка и ее характеристики. Элементарная ячейка, кристаллические системы и решетки Браве. Описание кристаллических решеток с помощь индексов узлов и направлений. Индексы Миллера. Электронная структура и периодическая система элементов. Кристаллическое состояние. Основные типы связи в кристаллах: ионная связь, ковалентная связь, металлическая связь. Типичные атомно – кристаллические структуры металлов - ГЦК, ГПУ и ОЦК решетки. Коэффициент компактности, координационное число. Анизотропия свойств кристаллов.

2. Реальное строение металлических кристаллов

Определение структуры реального кристалла. Метрическая (пространственная) классификация внутреннего строения. Представление о микро-, мезо- и макроскопическом масштабе структуры. Определение нульмерных, линейных, объемных дефектов кристаллического строения твердых тел. Точечные дефекты: вакансии, межузельные атомы, атомы внедрения, атомы замещения. Миграции точечных дефектов. Источники вакансий (механизмы Френкеля и Шоттки). Зависимость концентрации вакансий от температуры. Линейные дефекты. Основные типы дислокаций. Краевые дислокации, их скольжение и переползание. Винтовые дислокации, их скольжение. Смешанные

дислокации. Вектор Бюргерса. Ориентация дислокаций разных типов по отношению к вектору Бюргерса. Определение плотности дислокаций. Силы, действующие на дислокацию. Упругое взаимодействие дислокаций. Дислокации полные и частичные. Диссоциация и объединение дислокаций. Критерий Франка. Плотная упаковка атомов в кристаллах с решётками ГЦК и ГПУ. Типичные дефекты упаковок в ГЦК, ГПУ и ОЦК решётках. Взаимодействие дислокаций с примесными атомами и вакансиями. Понятие об атмосферах Коттрелла, Снука и Сузуки. Образование и размножение дислокаций. Сетки дислокаций. Источник Франка-Рида. Основные механизмы упрочнения материалов. Стадии упрочнения поликристаллов. Типы дислокационных структур на различных стадиях упрочнения. Границы зерна и упрочнение. Дислокационная модель малоугловых границ. Полигонизация. Большеугловые границы. Модель повторяющихся углов. Дефекты упаковки. Двойники. Диффузия в твердых металлах и сплавах. Законы диффузии. Самодиффузия и гетеродиффузия. Механизм диффузии. Температурная зависимость коэффициента диффузии. Восходящая диффузия. Чистые металлы. Химические соединения. Твердые растворы замещения, внедрения и вычитания. Фазы внедрения. Упорядоченные твердые растворы. Дальний и ближний порядок. Электронные соединения. Фазы Лавеса, σ-фазы (на примере сплавов железо-хром).

3. Затвердевание металлов и сплавов

Кристаллизация чистых металлов. Кривые охлаждения. Скрытая теплота кристаллизации. Переохлаждение. Термодинамика процесса. Механизм и кинетика процесса кристаллизации. Зарождение центров кристаллизации. Критический размер зародыша. Скорость роста кристаллов. Строение слитков спокойной и кипящей стали. Неметаллические включения. Условия образования металлических стекол. Правило фаз. Типы диаграмм состояния бинарных сплавов. Правило отрезков. Диаграммы с эвтектическим, перитектическим, монотектическим превращением, с устойчивым и неустойчивым химическим соединением. Эвтектоидное, перитектоидное и монотектоидное превращение. Простейшие диаграммы состояния тройных систем.

4. Наклеп и рекристаллизация

Изменение структуры и свойств металла под влиянием пластической деформации и температурного воздействия. Отдых и полигонизация. Первичная и собирательная рекристаллизация. Текстуры. Зависимость роста зерен от степени наклепа и температуры. Диаграмма рекристаллизации. Термомеханическая обработка стали и сплавов.

5. Сплавы железа с углеродом

Диаграмма железо – углерод. Железо и его аллотропические модификации. Магнитное превращение; превращения, происходящие в стали при застывании и плавлении в области перитектического превращения, вне его и в области существования эвтектики. Структурные составляющие и фазы железо – углеродистых сплавов: аустенит, цементит, ледебурит, феррит, перлит, вторичный

и третичный цементит. Стали доэвтектоидные, эвтектоидные и заэвтектоидные. Белые и серые чугуны. Графит и его формы. Типичные структуры стали и чугуна.

6. Термическая обработка стали

Классификация видов термической обработки. Термодинамика фазовых превращений. Гомогенное и гетерогенное зарождение фаз. Кинетика диффузионных фазовых превращений. Отжиг стали. Образование аустенита при нагреве стали. Измельчение зерна в критическом интервале и последующий рост зерна в аустенитной области. Мелкозернистая и крупнозернистая сталь. Превращение аустенита при последующем охлаждении. Диффузионные превращения аустенита при непрерывном охлаждении и при изотермических выдержках. Термокинетические и изотермические диаграммы превращения аустенита. Влияние легирования на кинетику фазовых и структурных превращений. Явление структурной наследственности и способы измельчения зерна в стали. Закалка стали. Особенности мартенситного превращения. Механизм перестройки ГЦК решётки аустенита в ОЦК решётку мартенсита по Бейну и Курдюмову. Тетрагональность решетки мартенсита в зависимости от содержания углерода. Зависимость начала и конца мартенситного превращения от содержания углерода. Остаточный аустенит. Кинетика мартенситного превращения. Влияние деформации на мартенситное превращение. Пакетный (дислокационный) и пластинчатый (двойниковый) мартенсит. Бейнитное превращение. Верхний и нижний бейнит. Строение бейнита. Кинетика бейнитного превращения и его механизм. Прокаливаемость стали. Критическая скорость охлаждения. Определение прокаливаемости. Температура нагрева под закалку доэвтектоидной, эвтектоидной и заэвтектоидной стали. Внутренние напряжения, возникающие при закалке. Дефекты закалки. Способы закалки. Отпуск стали. Превращения при отпуске стали. Выделение промежуточных карбидов. Образование цементита и его последующая коагуляция. Распад остаточного аустенита. Отпускная хрупкость I и II рода. Их природа. Влияние молибдена и примесей. Закалка с низким и высоким отпуском.

7. Химикотермическая обработка

Цементация. Азотирование. Стали, применяемые для азотирования. Цианирование. Диффузионная металлизация.

8. Углеродистые стали

Влияние углерода, марганца, кремния, фосфора, серы и алюминия на свойства стали. Влияние газов – водорода, азота, кислорода. Неметаллические включения. Стали кипящие, полуспокойные и спокойные. Конструкционная сталь общего назначения. Инструментальная сталь. Холоднокатанная сталь (ленты, листы). Проволока.

9. Специальные стали

Влияние легирующих элементов на границы существования аллотропических модификаций железа. Элементы сужающие и расширяющие

область существования аустенита. Диаграммы состояния бинарных сплавов железа с никелем, марганцем, хромом, молибденом, вольфрамом, ванадием, кремнием, алюминием. Распределение легирующих элементов в сталях и их влияние на свойства феррита. Состав карбидной фазы в легированных сталях. Влияние легирующих элементов на кинетику распада аустенита в изотермических условиях и при непрерывном охлаждении, мартенситное и бейнитное превращения и на превращения, протекающие при отпуске закаленной стали.

Конструкционные легированные стали. Проявление отпускной хрупкости I и II рода. Стали для цементации. Улучшаемые стали с низким и средним содержанием углерода. Мартенситно-стареющие стали. Стали для пружин. Шарикоподшипниковая сталь. Флокены. Шиферный излом и другие специфические пороки легированных сталей. Причины образования дефектов и возможность их устранения.

Инструментальные стали пониженной и повышенной прокаливаемости.

Штамповые стали. Быстрорежущие стали.

Нержавеющие стали. Хромистые стали. Хромоникелевые аустенитные стали. Явление интеркристаллитной коррозии и коррозионного растрескивания. Высокопрочные стали аустенитного класса. Жаропрочные и жаростойкие стали и сплавы.

Износостойкие стали и сплавы. Сталь Гадфильда.

10. Титан и его сплавы

Титан и его свойства. Аллотропические модификации титана. Влияние на титан постоянных примесей водорода, кислорода, азота, углерода. Легирование титана. α - стабилизаторы, β - стабилизаторы. Фазовые превращения в титановых сплавах при медленном и быстром охлаждении и влияние на них основных легирующих элементов. Промышленные сплавы титана. Коррозионная стойкость титана и его сплавов. Временное легирование титановых сплавов водородом.

11. Алюминий и его сплавы

Алюминий и его свойства. Влияние на алюминий постоянных примесей железа и кремния. Сплав алюминия с медью и его упрочнение путем применения закалки с последующим старением. Механизм старения. Зоны Гинье-Престона. Выделение стабильного соединения $CuAl_2$ и его коагуляция. Влияние легирующих элементов на процессы, происходящие при термической обработке алюминиевых сплавов. Деформируемые алюминиевые сплавы. Дюралюминий. Литые сплавы. Силумин. Антифрикционные сплавы на основе алюминия.

12. Медь и ее сплавы

Медь и ее свойства. Сплавы меди с цинком, оловом, алюминием. Антифрикционные сплавы на основе меди.

13. Баббиты.

14 Сплавы тугоплавких металлов. Применение редкоземельных элементов.

15. Наноматериалы. Получение, структура, свойства, применение.

16. Методы модификации поверхности материалов.

17. Инновационные технологии производства изделий

17.1. Аддитивные технологии. Области применения. Требования к материалам.

17.2. PIM, MIM и CIM технологии. Преимущества и недостатки. Области применения. Требования к материалам.

18. Методы контроля структуры и свойств металлических материалов

Методы исследования структуры материалов. Металлография, рентгенография, электронная микроскопия. Компьютерная томография.

Остаточные напряжения в металлоконструкциях. Причины возникновения остаточных напряжений и методы контроля напряженно-деформированного состояния в деталях и узлах машиностроения.

Испытания на растяжение. Условные и действительные напряжения. Диаграммы растяжения. Характеристики, определяемые при растяжении. Пределы пропорциональности, упругости и текучести и их определение. Временное сопротивление разрыву. Относительное удлинение. Относительное сужение. Работа деформации. Машины для испытаний растяжением.

Прочие статические испытания. Испытания на изгиб и кручение. Твердость металла. Определение твердости по Бринеллю, Роквеллу, Виккерсу. Микротвердость.

Динамические испытания. Влияние надреза на прочность хрупких и вязких материалов. Распределение напряжений при изгибе надрезанного образца. Хрупкое и вязкое состояния. Влияние формы, глубины надреза и ширины образца. Влияние температуры испытания и скорости приложения нагрузки. Сериальные испытания на удар при понижающихся температурах. Хладноломкость. Хладноломкие и нехладноломкие металлы.

Испытания на усталость. Испытания при знакопеременных напряжениях при чистом изгибе вращающегося образца и на консольных образцах. Испытания растяжением - сжатием. Малоцикловая усталость. Кривые усталости и их построение. Связь предела усталости с характеристиками прочности. Механизм усталостного напряжения. Вид усталостного излома.

Испытания на ползучесть и длительную прочность. Предел ползучести и длительной прочности. Три стадии ползучести. Механизмы деформации при ползучести. Скольжение внутри зерен и по их границам. Упрочнение и разупрочнение. Влияние температуры испытания. Релаксация напряжений.

Определение износа материала, его основные типы и механизмы изнашивания. Факторы, определяющие износ.

Основы фрактографии. Классификация видов изломов с учетом геометрического фактора, морфологии поверхности разрушения, характера нагружения, механизма деформации и энергоемкости разрушения.

Тема 2. Неметаллические материалы в машиностроении

1. Полимеры и пластические массы

Классификация полимерных материалов. Области применения ПМ. Основные виды сырья для производства полимеров и ПМ на их основе. Термопластичные и термореактивные материалы (полимеры). Свойства термопластов и реактопластов. Структура и свойства термопластов и реактопластов. Высокоэластическое, стеклообразное, вязкотекучее, кристаллическое и аморфное состояние ВМС. Старение полимерных материалов под действием атмосферных факторов и агрессивных сред. Стойкость ПМ к криогенным и повышенным температурам. Наполненные и ненаполненные ПМ. Модификация полимерных материалов. Методы переработки ПМ в изделия: экструзия, литьё под давлением, прессование, вакуум-формование, контактное формование.

2. Керамические материалы

Классификация. Структура и свойства. Конструкционные и функциональные керамики.

3. Композиционные конструкционные и антифрикционные материалы

Композиты с полимерной матрицей (ПКМ). Химическое строение, процессы отверждения и свойства полимерных матриц (эпоксидных, полиэфирных, фенолформальдегидных, кремнийорганических). Армирующие материалы - стекловолокна, углеродные волокна (высокомодульные и низкомодульные), органические волокна. Влияние структуры армирующих материалов на свойства ПКМ. Технология получения и переработки ПКМ (прессование, контактное формование, вакуумное формование, намотка). Влияние технологии изготовления на прочность, водостойкость ПКМ, несущую способность конструкций из неметаллических материалов.

4. Стекла и керамические материалы

Техническая керамика. Свойства керамики в зависимости от состава. Применение керамики. Стёкла минеральные. Кварцевое стекло, безосколочное стекло, электроизоляционные стекла, электропроводящие стёкла, пеностекло. Ситаллы (Стеклокристаллические материалы).

5. Лакокрасочные и клеящие материалы.

Классификация лакокрасочных материалов. Технология нанесения лакокрасочных покрытий. Клеящие материалы. Физико-химическая природа, состав и классификация клеев. Полимерные клеи. Методы испытания клеевых соединений. Применение клеевых соединений в машиностроении.

6. Теплоизоляционные, декоративно-отделочные материалы, ремонтные составы

Теплоизоляционные материалы. Декоративно-отделочные материалы. Ремонтный металлополимерный состав марки ЭК-2.

7. Наномодификаторы и полимерные наномодифицированные материалы

Углеродные и металлические наномодификаторы полимерных материалов. Методы модификации полимерных материалов.

8. Методы исследования неметаллических материалов

Химический анализ. Спектральные методы исследования молекулярной структуры. Электронная микроскопия. Методы кратковременных статических, длительных и динамических испытаний. Технологические испытания. Определение диэлектрических и триботехнических свойств. Ультразвуковая дефектоскопия. Санитарно-гигиенические характеристики полимерных материалов. Электризуемость пластических масс и гигиеническое значение этого явления. Влияние исходных компонентов, применяемых при изготовлении пластических масс на их гигиенические свойства. Механические свойства ПКМ (кратковременная, длительная, усталостная прочность, ударостойкость). Влияние концентраторов напряжений на несущую способность конструкций. Механизмы разрушения ПКМ (стеклопластиков, углепластиков, органопластиков. Анизотропия свойств ПКМ. Принципы конструирования изделий из ПКМ. Эксплуатационные свойства ПКМ (термо- и огнестойкость, атмосферостойкость, водостойкость, стойкость к агрессивным средам). Триботехнические свойства антифрикционных углепластиков.

2.2. Перечень выносимых на вступительные испытания вопросов

1) Внешние факторы, определяющие изменение структуры материалов.
2) Основные методы исследования структуры материалов
3) Кристаллическая решетка и ее характеристики. Индексы Миллера.
4) Основные типы связи в кристаллах: ионная связь, ковалентная связь, металлическая связь.
5) Типичные атомно – кристаллические структуры металлов - ГЦК, ГПУ и ОЦК.
6) Представление о микро-, мезо- и макроскопическом масштабе структуры.
7) Точечные дефекты: вакансии, межузельные атомы, атомы внедрения, атомы замещения.
8) Линейные дефекты. Основные типы дислокаций. Краевые дислокации, их скольжение и переползание. Винтовые дислокации, их скольжение. Смешанные дислокации.
9) Силы, действующие на дислокацию. Упругое взаимодействие дислокаций.
10) Дислокации полные и частичные. Диссоциация и объединение дислокаций.
11) Плотная упаковка атомов в кристаллах с решётками ГЦК и ГПУ. Дефекты упаковки. Двойники.
12) Образование и размножение дислокаций. Сетки дислокаций. Плотность дислокаций. Источник Франка-Рида.
13) Взаимодействие дислокаций с примесными атомами и вакансиями. Понятие об атмосферах Коттрелла, Снука и Сузуки.

14) Основные механизмы упрочнения материалов. Типы дислокационных структур на различных стадиях упрочнения.
15) Дислокационная модель малоугловых границ. Полигонизация.
16) Большеугловые границы.
17) Диффузия в твердых металлах и сплавах. Законы диффузии.
18) Самодиффузия и гетеродиффузия. Механизм диффузии. Восходящая диффузия.
19) Чистые металлы. Химические соединения. Твердые растворы замещения, внедрения и вычитания.
20) Фазы внедрения. Упорядоченные твердые растворы. Дальний и ближний порядок. Электронные соединения. Фазы Лавеса, σ-фазы (на примере сплавов железо-хром).
21) Кристаллизация чистых металлов. Кривые охлаждения. Скрытая теплота кристаллизации.
22) Переохлаждение. Термодинамика процесса. Механизм и кинетика процесса кристаллизации. Зарождение центров кристаллизации. Критический размер зародыша.
23) Скорость роста кристаллов. Строение слитков спокойной и кипящей стали. Неметаллические включения. Условия образования металлических стекол.
24) Правило фаз. Типы диаграмм состояния бинарных сплавов. Правило отрезков.
25) Диаграммы с эвтектическим, перитектическим/, монотектическим превращением, с устойчивым и неустойчивым химическим соединением.
26) Эвтектоидное, перитектоидное и монотектоидное превращение. Простейшие диаграммы состояния тройных систем.
27) Изменение структуры и свойств металла под влиянием пластической деформации и температурного воздействия. Отдых и полигонизация.
28) Первичная и собирательная рекристаллизация. Текстуры.
29) Зависимость роста зерен от степени наклепа и температуры. Диаграмма рекристаллизации.
30) Термомеханическая обработка стали и сплавов.
31) Классификация видов термической обработки. Термодинамика фазовых превращений.
32) Гомогенное и гетерогенное зарождение фаз. Кинетика диффузионных фазовых превращений.
33) Отжиг стали. Образование аустенита при нагреве стали. Измельчение зерна в критическом интервале и последующий рост зерна в аустенитной области.
34) Превращение аустенита при последующем охлаждении. Диффузионные превращения аустенита при непрерывном охлаждении и при изотермических выдержках.
35) Термокинетические и изотермические диаграммы превращения аустенита. Влияние легирования на кинетику фазовых и структурных превращений.
36) Закалка стали. Особенности мартенситного превращения. Механизм перестройки ГЦК решётки аустенита в ОЦК решётку мартенсита по Бейну и Курдюмову.

37) Тетрагональность решетки мартенсита в зависимости от содержания углерода. Зависимость начала и конца мартенситного превращения от содержания углерода.
38) Остаточный аустенит. Микроструктура и тонкая структура мартенсита. Кинетика мартенситного превращения.
39) Бейнитное превращение. Верхний и нижний бейнит. Строение бейнита. Кинетика бейнитного превращения и его механизм.
40) Внутренние напряжения, возникающие при закалке. Дефекты закалки. Способы закалки.
41) Отпуск стали. Превращения при отпуске стали. Дилатометрическая кривая отпуска.
42) Распад остаточного аустенита. Отпускная хрупкость I и II рода. Их природа. Влияние молибдена и примесей. Закалка с низким и высоким отпуском.
43) Цементация. Азотирование. Стали, применяемые для азотирования. Цианирование. Диффузионная металлизация.
44) Влияние углерода, марганца, кремния, фосфора, серы и алюминия на свойства стали.
45) Влияние газов – водорода, азота, кислорода на свойства стали. Неметаллические включения.
46) Влияние легирующих элементов на границы существования аллотропических модификаций железа. Элементы сужающие и расширяющие область существования аустенита.
47) Диаграммы состояния бинарных сплавов железа с никелем, марганцем, хромом, молибденом, вольфрамом, ванадием, кремнием, алюминием.
48) Распределение легирующих элементов в сталях и их влияние на свойства феррита. Состав карбидной фазы в легированных сталях.
49) Влияние легирующих элементов на кинетику распада аустенита в изотермических условиях и при непрерывном охлаждении, мартенситное и бейнитное превращения.
50) Конструкционные легированные стали.
51) Стали для цементации. Улучшаемые стали с низким и средним содержанием углерода. Мартенситно-стареющие стали.
52) Стали для пружин. Шарикоподшипниковая сталь. Флокены.
53) Инструментальные стали пониженной и повышенной прокаливаемости. Штамповые стали. Быстрорежущие стали.
54) Износостойкие стали и сплавы. Графитизированная сталь. Сталь Гатфильда.
55) Титан и его свойства. Аллотропические модификации титана. Влияние на титан постоянных примесей водорода, кислорода, азота, углерода.
56) Алюминий и его свойства. Влияние на алюминий постоянных примесей железа и кремния. Сплав алюминия с медью и его упрочнение путем применения закалки с последующим старением.
57) Медь и ее свойства. Сплавы меди с цинком, оловом, алюминием. Антифрикционные сплавы на основе меди.
58) Сплавы тугоплавких металлов. Применение редкоземельных элементов.

59) PIM, MIM и CIM технологии. Преимущества и недостатки. Области применения. Требования к материалам.
60) Классификация полимерных материалов. Области применения ПМ.
61) Структура и свойства термопластов и реактопластов. Высокоэластическое, стеклообразное, вязкотекучее, кристаллическое и аморфное состояние ВМС
62) Классификация керамик. Структура и свойства. Конструкционные и функциональные керамики.
63) Армирующие материалы - стекловолокна, углеродные волокна (высокомодульные и низкомодульные), органические волокна.
64) Стёкла минеральные. Кварцевое стекло, безосколочное стекло, электроизоляционные стекла, электропроводящие стёкла, пеностекло. Ситаллы (Стеклокристаллические материалы).
65) Классификация лакокрасочных материалов. Клеящие материалы. Применение клеевых соединений в машиностроении.
66) Теплоизоляционные материалы. Декоративно-отделочные материалы.
67) Углеродные и металлические наномодификаторы полимерных материалов. Методы модификации полимерных материалов.
68) Методы исследования неметаллических материалов.
69) Определение диэлектрических и триботехнических свойств.
70) Санитарно-гигиенические характеристики полимерных материалов. Электризуемость пластических масс и гигиеническое значение этого явления. Влияние исходных компонентов, применяемых при изготовлении пластических масс на их гигиенические свойства.
71) Эксплуатационные свойства ПКМ (термо- и огнестойкость, атмосферостойкость, водостойкость, стойкость к агрессивным средам).
72) Аддитивные технологии. Области применения. Требования к материалам.
73) Наноматериалы. Получение, структура, свойства, применение.
74) Баббиты.
75) Методы модификации поверхности материалов.
76) Инновационные технологии производства изделий
77) Методы исследования структуры материалов.
78) Остаточные напряжения в металлоконструкциях. Причины возникновения.
79) Определение твердости по Бринеллю, Роквеллу, Виккерсу. Микротвердость.
80) Хладноломкость. Хладноломкие и нехладноломкие металлы.
81) Испытания на усталость.
82) Испытания на ползучесть и длительную прочность. Предел ползучести и длительной прочности. Три стадии ползучести.
83) Определение износа материала, его основные типы и механизмы изнашивания. Факторы, определяющие износ.
84) Основы фрактографии. Классификация видов изломов.
85) Методы кратковременных статических, длительных и динамических испытаний.
86) Дериватографический метод исследования.
87) Технологические испытания.
88) Триботехнические свойства антифрикционных углепластиков.

2.3. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1) Материаловедение. Учебник для студ. высш. учеб. заведений / Г. М. Волков, В.М.Зуев – М.: издательство Академия, 2013, 400 с.
2) Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов: учеб.пособие / С.А. Оглезнева. – Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. – 307 с.
3) Материаловедение: учебник для вузов: Малыгин Ф.Л., Стариуов Н.Е., Золотухин В.И., Сергеев Н.Н., Бреки А.Д., Тула: изд-во ТулГУ, 2015, 268 с.
4) Конструкционные материалы. Полный курс. М.Эшби, Д.Джонс, Изд. Д м «Интеллект», Долгопрудный, 2010, 672 с.
5) Петрюк, И. П. Материаловедение. Полимерные материалы и композиты. В 2 ч. : учеб. пособие / И. П. Петрюк. – Волгоград : ИУНЛ ВолгГТУ, 2011.
6) М.А.Зленко, А.А. Попович, И.Н. Мутылина Аддитивные технологии в машиностроении. Учебное пособие/ Издательство политехнического университета Санкт-Петербург, 2013.
7) Литье порошковых смесей, http://www.plastics.ru/pdf/journal/2013/06/Pogodina.pdf

Дополнительная литература:

1) Перспективные материалы. Структура и методы исследования. Уч. пособие под ред. Д.Л. Меерсона. - ТГУ, МИМиС. - 2006. - 536 с.
2) Б.К. Барахтин, А.М. Немец Металлы и сплавы. Анализ и исследование. Физико-аналитические методы исследования металлов и сплавов. Справочник.. –СПб.:НПО «Профессионал». – 2006.
3) Введение в систематику умных материалов / Л. С. Пинчук [и др.]; под. общ. ред. Л. С. Пинчука. – Минск: Беларус. навука, 2013. – 399 с. – ISBN 978-985-08-1540-8.
4) Шульга А.В. Композиты. Ч. 1. Основы материаловедения композиционных материалов. М.: НИЯУ МИФИ, 2013. 96 с.
5) 4. Наноматериалы. Классификация, особенности свойств, применение и технологии получения. Учебное пособие. Международный университет природы, общества и человека «Дубна» Филиал «Угреша», Москва 2007, 125 с.
6) Micro Metal Powder Injection Molding , Kazuaki Nishiyabu Kinki University, Japan http://cdn.intechopen.com/pdfs/33647/InTech-Micro_metal_powder_injection_molding.pdf

РАЗДЕЛ 3. РЕФЕРАТ

Реферат выполняется лицами, поступающими в аспирантуру, с целью предварительной оценки их возможной склонности к научной работе. Тема реферата выбирается самостоятельно исходя из научных интересов поступающего и предполагаемого направления научного исследования в рамках выбранной научной специальности, либо из предлагаемого кафедрами примерного перечня тем.

Реферат должен содержать введение, основную часть, заключение, список использованной литературы.

Во введении освещается актуальность темы (научной проблемы), цели и задачи работы.

Основная часть должна раскрывать теоретические основы темы, вклад российских и зарубежных ученых в ее разработку, наиболее важные проблемы, выявленные в ходе научного исследования, собственную позицию автора по излагаемым вопросам, а также содержать практические материалы: опыт конкретных предприятий и организаций, соответствующую статистику, аналитические данные и др. по теме научного исследования. Таблицы, графики, диаграммы выполняются автором самостоятельно (сканирование не допускается).

В заключении автор должен обобщить результаты научного исследования, сформулировать предложения и выводы. Обязательным условием выполнения реферата является самостоятельность, научный подход и творческая направленность излагаемых вопросов.

Объем реферата - 20-25 стр. (шрифт 14 Times New Roman, полуторный интервал). Оформление реферата должно соответствовать стандартам: поля- 20 мм – левое, верхнее, нижнее; правое – 10 мм. Образец оформления титульного листа реферата представлен в Приложении А. В части неуказанных требований к оформлению реферата руководствоваться ГОСТ 7.32.-2001 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».

В числе использованной литературы должны быть работы отечественных и зарубежных авторов, статьи периодических изданий, Интернет ресурсы, нормативные документы. Используемые источники обязательно должны содержать работы за последние 3-5 лет.

На реферат в обязательном порядке предоставляется отзыв, подписанный потенциальным научным руководителем лица, поступающего в аспирантуру, или мотивированное заключение кафедры, профильной по выбранной научной специальности, и подписанное заведующим кафедрой и назначенным ведущим специалистом по теме исследования.

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

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Образец титульного листа реферата
по специальности для поступления
в аспирантуру Университета

Фамилия, имя, отчество автора

Р Е Ф Е Р А Т

для поступления в аспирантуру по научной специальности

(код и наименование научной специальности)

на тему:

Москва 20__