



Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Алтайский государственный технический университет  
им. И.И. Ползунова»

Проректор по научной работе  
« 16 »

**УТВЕРЖЕНО**

**СИСТЕМА КАЧЕСТВА**

**ПРОГРАММА  
КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА  
ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ**


**05.16.09 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ( В МАШИНОСТРОЕНИИ)**

Дата введения: 16 05 2012г.

Вопросы рассмотрены на  
заседании ученого совета  
факультета

Протокол № 8 от 15.05.2012 г.

Статус	Должность	И.О. Фамилия	Подпись	Дата
Разработал	Научный руководитель	В.Б. Маркин		10.05.2012
Проверил	Заведующий кафедрой	В.Б. Маркин		10.05.2012
Согласовал	Декан .....	В.Б. Маркин		10.05.2012
	Заведующая отделом аспирантуры и докторантуры	Т.А. Головина		15.05.12

	<b>СИСТЕМА КАЧЕСТВА</b> <b>ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА ПО</b> <b>СПЕЦИАЛЬНОСТИ</b> <b>05.16.09 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ</b> <b>( В МАШИНОСТРОЕНИИ )</b>	
		с. 2 из 9

Настоящие вопросы кандидатского экзамена по специальности составлены в соответствии с программой кандидатского экзамена по специальности 05.16.09 Материаловедение (в машиностроении), утвержденной Приказом Министерства образования и науки РФ № 274 от 08.10.2007 года.

## **1 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ**

### *1. 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.

### *2. Основы электронной теории твердых тел*

Зонная теория твердых тел. Связь физических свойств с поведением электронов. Теплопроводность, электропроводность и электронная теплоемкость металлов. Термоэлектронная эмиссия. Сверхпроводимость. Электронное строение полупроводников и диэлектриков.

Магнитные свойства материалов. Диамагнетизм, парамагнетизм, ферромагнетизм.

### *3. Формирование структуры металла при кристаллизации*


Агрегатные состояния веществ. Энергетические условия и термодинамика процесса кристаллизации. Самопроизвольная и несамопроизвольная кристаллизация. Форма кристаллических образований. Строение слитка. Полиморфизм. Магнитные превращения. Аморфное состояние металлов. Аморфные сплавы.

### *4. Строение пластически деформированных 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. Условия реализации направленной кристаллизации.

### *5. Основы теории сплавов и термической обработки*

Условия термодинамического равновесия. Определение системы, фазы, структуры. Смеси, химические соединения, твердые растворы, промежуточные фазы. Правило фаз. Основные типы диаграмм состояния двойных сплавов и методы их построения. Эвтектическое и перитектическое превращения. Виды ликвации. Фазовые и структурные превращения в твердом состоянии. Эвтектоидное превращение. Связь между свойствами сплавов и типом диаграммы состояния. Диаграммы состояния железцементита и железографита. 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. Влияние состава стали на процесс распада аустенита. Критическая скорость охлаждения при закалке. Мартенситное

	<p><i>СИСТЕМА КАЧЕСТВА</i>  <b>ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА ПО  СПЕЦИАЛЬНОСТИ</b>  <b>05.16.09 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ</b>  <b>( В МАШИНОСТРОЕНИИ )</b></p>	
		с. 3 из 9

превращение, механизм и кинетика. Структура и свойства мартенсита. Влияние деформации на мартенситное превращение. Превращения при отпуске стали. Термодинамика и процесс коагуляции. Изменение структуры и свойств при отпуске. Отпускная хрупкость и способы ее предотвращения.

*6. 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.

*7. 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. Метод ядерного гамма-резонанса.

*8. Физические методы неразрушающего контроля дефектов материалов*

Ультразвуковая дефектоскопия. Рентгеновская и гамма-дефектоскопия. Метод вихревых токов. Магнитная и тепловая дефектоскопия.

*9. Схемы напряженного и деформированного состояния материалов*

Плоское и объемные напряженные состояния. Плоская деформация. Концентрация напряжений. Остаточные напряжения, определение, классификация.

*10. Упругие свойства материалов*


Модуль упругости и его зависимость от кристаллической структуры материала. Упругое последствие, упругий гистерезис, внутреннее трение.

*11. 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. Дисклинации. Сверхпластичность. Влияние пластической деформации на структуру и свойства материалов. Механизм упрочнения. Деформационное упрочнение. Упрочнение твердых растворов при взаимодействии дислокаций с примесями внедрения. Дисперсионное твердение.

*12. 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. Фрактография как метод количественной оценки механизма разрушения.

	<p><i>СИСТЕМА КАЧЕСТВА</i>  <b>ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА ПО  СПЕЦИАЛЬНОСТИ</b>  <b>05.16.09 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ</b>  <b>( В МАШИНОСТРОЕНИИ )</b></p>	
		с. 4 из 9

*13. 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.

*14. 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. Синеломкость и тепловая хрупкость. Жаростойкость и жаропрочность. Ползучесть, диаграммы ползучести, предел ползучести. Теория рекристаллизационной ползучести. Длительная прочность, диаграммы длительной прочности, предел длительной прочности. Механизм хрупкого разрушения при ползучести. Релаксация напряжений, диаграммы релаксации, релаксационная стойкость. Влияние легирования и структуры на характеристики жаропрочности материалов.


*15. Воздействие внешней среды*

Адсорбционные процессы при деформации и разрушении металлов. Эффект Ребиндера. Влияние поверхностно-активных сред на прочность металлов и сплавов.

Закономерности окисления металлов. Коррозия металлов и сплавов под напряжением. Коррозионное растрескивание. Межкристаллитная коррозия. Сопротивляемость материалов кавитационному и эрозионному разрушению. Влияние радиационного облучения на строение и свойства материалов.

*16. 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.

*17. 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.

	<p><i>СИСТЕМА КАЧЕСТВА</i>  <b>ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА ПО</b>  <b>СПЕЦИАЛЬНОСТИ</b>  <b>05.16.09 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ</b>  <b>( В МАШИНОСТРОЕНИИ )</b></p>	
		с. 5 из 9

18. *Термомеханическая обработка.* Основные виды: предварительная высокотемпературная, низкотемпературная. Структура и свойства материалов после термомеханической обработки.

19. *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.

20. *Конструкционная прочность материалов*

Критерии прочности, надежности, долговечности и износостойкости. Методы повышения конструкционной прочности.

21. *Конструкционные углеродистые и легированные стали*

Требования, предъявляемые к конструкционным сталям. Металлургическое 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.

22. *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.

23. *Высокопрочные мартенситно-стареющие стали*


Принципы легирования. Мартенситное превращение. Влияние легирующих элементов на кинетику фазовых превращений и особенности термической обработки. Экономно легированные мартенситно-стареющие стали. Свойства мартенситно-стареющих сталей и области применения.

24. *Конструкционные и коррозионно-стойкие стали*

Общие принципы легирования и структура коррозионно-стойких сталей. Хромистые, хромоникелевые, хромомарганцево-никелевые и хромазотистые аустенитные стали. Высоколегированные кислотостойкие стали. Жаростойкие и окалиностойкие стали.

25. *Жаропрочные стали и сплавы*

Принципы легирования жаропрочных сталей и сплавов. Упрочняющие фазы. Жаропрочные стали перлитного и мартенситного классов. Жаропрочные стали аустенитного класса с карбидным и интерметаллидным упрочнением. Жаропрочные и жаростойкие никелевые сплавы. Термическая обработка жаропрочных никелевых сплавов. Тугоплавкие металлы и сплавы на их основе. Области применения в машиностроении.

	<p><i>СИСТЕМА КАЧЕСТВА</i>  <b>ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА ПО  СПЕЦИАЛЬНОСТИ</b>  <b>05.16.09 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ</b>  <b>( В МАШИНОСТРОЕНИИ )</b></p>	
		с. 6 из 9

### *26. Инструментальные стали*

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.

### *27. Чугуны*

Свойства и назначение чугунов, принципы классификации. Белые, серые, высокопрочные и ковкие чугуны. Фазовые превращения при термической обработке чугуна. Применение в машиностроении.

### *28. 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. Латуни, их свойства. Строение и свойства оловянных, алюминиевых, свинцовых, марганцовистых и бериллиевых бронз. Медно-никелевые сплавы. Области применения меди и ее сплавов.

*29. 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. Припой на оловянистой и свинцовой основах. Антифрикционные сплавы.

### *30. 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. Сплавы с заданными коэффициентом теплового расширения и модулем упругости.

Проводниковые и полупроводниковые материалы. Электропроводность твердых тел. Материалы высокой проводимости: проводниковые, припой, сверхпроводники. Сплавы повышенного электросопротивления. Контактные материалы. Полупроводниковые материалы. Строение и свойства. Кристаллофизические методы получения сверхчистых материалов. Легирование полупроводников.

Материалы атомной техники. Конструкционные материалы. Ядерное горючее. Теплоносители.

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

	<p><i>СИСТЕМА КАЧЕСТВА</i>  <b>ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА ПО  СПЕЦИАЛЬНОСТИ</b>  <b>05.16.09 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ</b>  <b>( В МАШИНОСТРОЕНИИ )</b></p>	
		с. 7 из 9

### *31. 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.

### *32. 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.

### *33. Резиновые материалы*

Состав и классификация резин. Технология приготовления резиновых смесей и формирования деталей из резины. Физико-механические свойства резины. Влияние условий эксплуатации на свойства резин. Применение резиновых материалов в машиностроении.


### *34. 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.

*35. 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.

### *36. 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.

	<b>СИСТЕМА КАЧЕСТВА</b> <b>ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА ПО</b> <b>СПЕЦИАЛЬНОСТИ</b> <b>05.16.09 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ</b> <b>( В МАШИНОСТРОЕНИИ )</b>	
		с. 8 из 9

37. *Клеящие материалы, состав и классификация.* Физико-химическая природа. Конструкционные клеи. Состав клеевых соединений. Методы получения клеевых соединений и их испытания. Применение клеевых соединений в машиностроении.

38. *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 химикотермической, 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 ЛИТЕРАТУРА

1. Материаловедение / Б.Н.Арзамасов, В.И.Макарова, Г.Г.Мухин и др. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001.
2. Абраимов Н.В., Елисеев В.С., Крылов В.В. Авиационное материало-ведение и технология обработки металлов / Под ред. Н.В. Абраимова. М.: Высш. школа, 1998.
3. Геллер Ю.А., Рахштадт А.Г. Материаловедение. М.: Металлургия, 1989.
- Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение. М.: Машиностроение, 1990.
4. Гуляев А.П. Металловедение. М.: Металлургия, 1986.
5. Материаловедение и технология металлов / Г.П.Фетисов, М.Г. Карпман, В.М. Матюнин и др.; Под ред. Г.П. Фетисова М.: Высш. школа, 2001.
6. Гольдштейн М.И., Грачев С.В., Векслер Ю.Г. Специальные стали. М.: Изд-во МИСИС, 1999.
7. Григорович В.К. Металлическая связь и структура металлов. М.: Наука, 1988.
8. Ильин А.А. Механизм и кинетика фазовых и структурных превращений в титановых сплавах. М.: Наука, 1994.
9. Новиков И.И., Розин К.М. Кристаллография и дефекты кристаллической решетки. М.: Металлургия, 1990.
10. Новиков И.И. Теория термической обработки металлов. М.: Металлургия, 1986.
11. Золоторевский В.С. Механические свойства металлов. М.: Изд-во МИСИС, 1998.
12. Кулезнев В.Н., Шершнева В.А. Химия и физика полимеров. М.: Высш. школа, 1988.
13. Лифшиц Б.Г. Металлография. М.: Металлургия, 1990.
14. Партон В.З. Механика разрушения. От теории к практике. М.: Наука, 1990.
15. Синергетика и фракталы в материаловедении / В.С.Иванова, А.С. Баланкин, И.Ж. Бунин, А.А. Оксогоев. М.: Наука, 1994.
16. Шмитт-Томас К.Г. Материаловедение для машиностроения. М.: Металлургия, 1995.
17. Колачев Б.А., Елагин В.И., Ливанов В.А. Материаловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов. М.: Изд-во МИСИС, 1999.
18. Сталь на рубеже веков / Под ред. Ю.С. Карабасова. М.: Изд-во МИСИС, 2001.
19. Фиалков А.С. Углерод, межслоевые соединения и композиты на его основе. М.: Аспект Пресс, 1997.



