

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания
по выполнению практических работ по дисциплине
«МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»
для студентов направления подготовки
27.03.01 Стандартизация и метрология

(ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТ)

Печатается по решению
Учебно-методического совета
Северо-Кавказского федерального
университета

Материаловедение: практикум/ сост.: В.М. Гончаров. Ставрополь: Из-во СКФУ, 2026.
–65 с.

В методических указаниях, составленных в соответствии с требованиями ФГОС ВО, основное внимание уделено изучению основных свойств материалов, обеспечивающих качество технологических процессов и изделий машиностроения, в том числе свойств сплавов со специальными свойствами (коррозионно-стойких, жаростойких и жаропрочных сплавов, а также инструментальных материалов); классификации металлов, сплавов и неметаллических материалов. Содержат методику выполнения работ. Предназначены для студентов по направлению подготовки: 27.03.01 Стандартизация и метрология, профиль подготовки: " Стандартизация и сертификация в пищевой промышленности " Квалификация выпускника: Бакалавр

УДК

Составители:

канд. техн. наук, доцент Гончаров В.М.

Рецензенты:

канд. техн. наук, доцент К.В. Костенко

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
Практическое занятие 1-2. Типы атомных связей и их влияние на свойства материала	6
Практическое занятие 3-4. Строение металлов.....	11
Практическое занятие 5-6. Физические свойства металлов и сплавов.....	18
Практическое занятие 7-8. Режущая керамика, сверхтвердые материалы.....	23
Практическое занятие № 9-10. Абразивные материалы.....	29
Практическое занятие 11-12. Теория коррозии.....	36
Практическое занятие 13-14. Методы защиты металлов и сплавов от коррозии	45
Практическое занятие 15.-16. Полимерные материалы.....	53
Список рекомендуемой литературы.....	65

Введение

Цель освоения дисциплины – сформировать у студентов способности к самостоятельному овладению новыми знаниями и умениями в области материаловедения с использованием современных компьютерных и информационных технологий.

Изучив дисциплину «Материаловедение», студент должен знать:

- основные свойства материалов, обеспечивающих качество технологических процессов и изделий машиностроения, в том числе свойства сплавов со специальными свойствами (коррозионно-стойких, жаростойких и жаропрочных сплавов, а также инструментальных материалов);
- о влиянии свойств материалов на ресурсосбережение и надежность изделий, технологических процессов и средств автоматизации;
- основные типы кристаллических решеток и их дефектов, структуру сплавов, общие закономерности диаграмм фазового равновесия и диаграмму «Железо–цементит»;
- классификацию металлов, сплавов и неметаллических материалов.

Студент должен владеть:

- методами определения оптимальных и рациональных режимов термообработки, упрочнения материалов;
- методами анализа причин возникновения дефектов в материалах;
- методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств используемых материалов и готовых изделий;
- методами определения качества и состояния сплавов на основании анализа их структуры.

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-4. Способен анализировать качество сырья и материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий	ИД-1 _{ПК-4} . Знает требования к качеству и безопасности используемых в производстве сырья, материалов и комплектующих изделий	Знает требования к качеству и безопасности используемых в производстве сырья, материалов и комплектующих изделий.

	ИД-2ПК-4. Умеет оценивать влияние качества материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий на качество и безопасность готовой продукции; определять соответствие их характеристик нормативным, конструкторским и технологическим документам.	Умеет оценивать влияние качества материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий на качество и безопасность готовой продукции; определять соответствие их характеристик нормативным, конструкторским и технологическим документам.
	ИД-3ПК-4. Владеет навыками систематизации данных о фактическом уровне качества и безопасности поступающих сырья, материалов и комплектующих изделий, оформления производственно-технической документации.	Владеет навыками систематизации данных о фактическом уровне качества и безопасности поступающих сырья, материалов и комплектующих изделий, оформления производственно-технической документации.

Практическое занятие 1-2

Типы атомных связей и их влияние на свойства

Цель работы: Ознакомиться с типами атомных связей и их влиянием на свойства.

Знание и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы практического занятия, формируемые компетенции или их части:

ПК 8

Знать: строение и основные свойства исходных материалов, обуславливающих качество технологических процессов и продукции; влияние свойств материалов на ресурсосбережение и надежность технологических процессов; современное состояние и направление развития материаловедения.

Уметь: Анализировать состояние и динамику показателей качества объектов и технологических процессов.

Владеть: современными инструментами контроля качества и управления качеством продукции (работ, услуг).

Актуальность темы

Понятие химической связи как взаимодействия между атомами, приводящее к образованию устойчивой системы, ее энергия и причины возникновения; относительный характер классификации. Знакомство со способами образования ковалентной, ионной и металлической связи.

Теоретическая часть

Между атомами в твердых телах действуют силы притяжения и отталкивания. Первые удерживают атомы вместе, при этом образуется целостный материал, вторые не дают атомам слиться. Твердые вещества существуют при равновесии сил притяжения и отталкивания. Природа сил отталкивания одинакова во всех твердых веществах. Силы отталкивания возникают, когда атомы достаточно сближаются, так что облака их внешних электронов перекрываются. При этом положительные заряды ядер атомов уже не полностью экранируются, вследствие чего между ними возникают силы отталкивания.

В отличие от сил отталкивания, имеющих одинаковую природу сил притяжения различна, и именно она определяет свойства материала. Различают четыре вида связи: ионную, ковалентную, металлическую и связь Ван-дер-Ваальса.

Ионная связь

Ионная связь присуща соединениям, образованным разнородными атомами. Внешние электроны атомов одного элемента переходят на внешние орбиты атомов другого элемента, образуя устойчивые электронные конфигурации.

В качестве типичного примера вещества с ионным типом связи можно привести поваренную соль – NaCl. Натрий принадлежит к первой группе периодической системы, на его внешней орбите находится один электрон. Хлор – элемент седьмой группы, на его внешней орбите расположено семь электронов. Переход одного атома натрия на орбиту хлора приводит к образованию двух разнозаряженных ионов с устойчивой конфигурацией. Положительный ион натрия получает устойчивую конфигурацию неона; отрицательный ион хлора – устойчивую конфигурацию аргона. Межатомные силы притяжения – электростатические, ионная связь является сильной.

Твердое вещество с ионной связью образуется только в том случае, когда каждый положительный ион имеет своими ближайшими соседями только отрицательные ионы и наоборот (рисунок 1). Таким образом, атомы в веществе располагаются строго упорядоченно. Ионный вид связи характерен для химических соединений.

Наиболее известный и широко распространенный материал с ионным типом связи – стекло, основой которого являются окислы различных элементов.

Ковалентная связь

Ковалентная связь устанавливается в результате образования устойчивых соединений путем обобществления электронов определенными атомами. Примером такой связи может служить молекула газа, образованная двумя атомами, имеющими каждый по семь электронов на внешней орбите (например, хлор). Устойчивая конфигурация, для которой характерно наличие восьми атомов на внешней орбите, образуется у каждого атома в результате обобществления одного из его электронов другим атомом (рисунок 2).

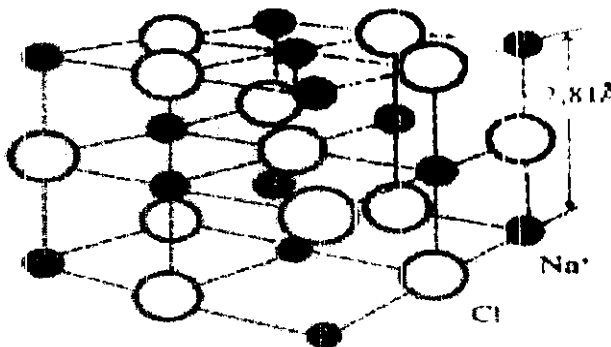


Рисунок 1. Кристаллическая решетка NaCl

При образовании молекулы кислорода обобществляются два атома, так как на его внешней орбите находится шесть электронов.

Ковалентная связь характерна для многих кристаллических твердых тел. Примером может служить алмаз – кристаллическая модификация углерода с ковалентной связью. Углерод имеет четыре валентных электрона. Образование алмаза осуществляется при обобществлении по одному электрону четырьмя атомами.

Механическая прочность ковалентной связи обычно достаточно велика вследствие ее направленного характера.

Ковалентные связи характерны для пластмасс.

Металлическая связь

Атомы металлов имеют небольшое количество (один или два) внешних (валентных) электронов, которые слабо связаны ядром. При сближении атомов электроны, находящиеся на внешних оболочках, теряют связь со своими атомами, они коллективизируются, т.е. становятся достоянием всех атомов данного металла, образуя «электронный газ». Положительно заряженные ионы располагаются на таком расстоянии друг от друга, что силы притяжения между отрицательно заряженными электронами и положительно заряженными ионами уравниваются силами отталкивания между ионами. Наличие электронного газа определяет свойства металла: высокие тепло – и электропроводность.

Отсутствие сильных направленных связей между атомами, характерных, для ионного и ковалентного типов связи, определяет одно из важнейших свойств металлов – их пластичность. Поэтому при изготовлении металлопродукции широко применяют методы пластического деформирования.

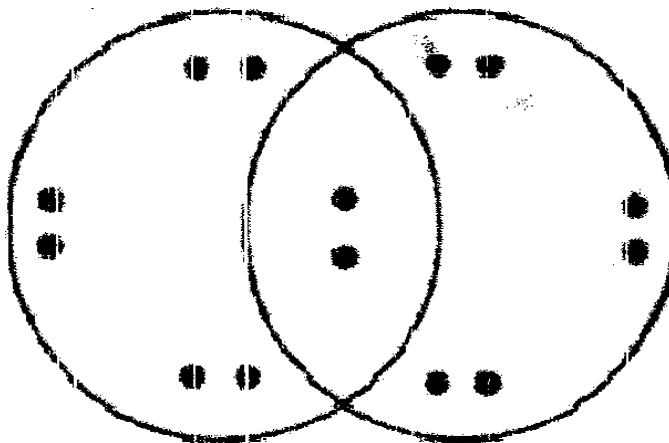


Рисунок 2. Молекула хлора

Силы Ван-дер-Ваальса

Происхождение этих сил связано с тем, что атомы являются малыми диполями. Среднее во времени пространственное распределение электронов и атомов симметрично относительно ядер, но в каждый конкретный момент центр отрицательных зарядов может не совпадать с ядром, имеющим положительный заряд, что и образует диполь. Взаимодействие диполей приводит к появлению сил притяжения. Это взаимодействие несколько усиливается вследствие того, что наличие диполя, образованного одним атомом, способствует появлению диполя у соседнего атома.

Силы Ван-дер-Ваальса между всеми атомами. Они слабы и оказываются важными только при отсутствии более сильных связей других типов, рассмотренных выше. Эти силы являются существенными при взаимодействии больших органических молекул основы полимеров.

Задания

1. Изобразить кристаллическую решетку FeO.
2. Изобразить кристаллическую решетку Fe₂O₃.
3. Изобразить кристаллическую решетку Fe₃O₄.
4. Изобразить кристаллическую решетку Cr₂O₃.
5. Изобразить кристаллическую решетку CaO.
6. Изобразить кристаллическую решетку TiO₂.
7. Изобразить кристаллическую решетку CaH₂.
8. Изобразить кристаллическую решетку TiO₂.
9. Изобразить кристаллическую решетку Cu₂O.
10. Изобразить кристаллическую решетку C₂O.
11. Изобразить кристаллическую решетку CO.
12. Нарисовать модель молекулы водорода.
13. Нарисовать модель молекулы кислорода.
14. Нарисовать модель молекулы фтора.
15. Нарисовать модель молекулы фосфора.
16. Нарисовать модель молекулы серы.
17. Нарисовать модель молекулы кремния.
18. Нарисовать модель молекулы марганца.
19. Нарисовать модель молекулы углерода.
20. Нарисовать модель молекулы аргона.

Вопросы к практическому занятию

1. Природа ионной связи.
2. Соединение с ионной связью.
3. Природа сил притяжения и отталкивания.
4. Причины образования вещества с ионной связью.
5. Причины образования вещества с ковалентной связью.
6. Механическая прочность связей.
7. Причины образования вещества с металлической связью.
8. Понятие «электронного газа».
9. Влияние «электронного газа» на свойства металла.
10. Природа сил Ван-дер-Ваальса.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература:

1. Материаловедение: учебное пособие / С. В. Давыдов, Д. А. Болдырев, Л. И. Попова, М. Н. Тюрков. – Материаловедение, 2026-10-01. – Электрон. Дан. (1 файл). – Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. – 424 с. – электронный. – Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. – ISBN 978-5-9729-0417-4, экземпляров неограничено
2. Солнцев, Ю. П. Материаловедение: учебник для вузов / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин ; под редакцией Ю. П. Солнцева. – Материаловедение, 2023-07-26. – Электрон. Дан. (1 файл). – Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2020. – 783 с. – электронный. – Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. – ISBN 078-5-93808-345-6, экземпляров неограничено

Дополнительная литература:

1. Материаловедение и технология конструкционных материалов : учеб. пособие / [О. С. Комаров, В. Н. Ковалевский, Л. Ф. Керженцева и др.] ; под общ. Ред. О. С. Комарова. – 3-е изд., испр. и доп. – Минск : Новое знание, 2009. – 670 с. : ил. - (Техническое образование). – Гриф: Доп. УМО. – Библиогр.: с. 662. – ISBN 978-985-475-355-3
2. Колесов, С. Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов : учебник для вузов / [С. Н. Колесов, И. С. Колесов]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Высшая школа, 2008. – 536 с. : ил. - (Для высших учебных заведений. Энергетика, энергетическое машиностроение). – Гриф: Доп. МО. – Авт. Указ. На обл. – Библиогр.: с. 525-526. – ISBN 978-5-06-005950-2
3. Оськин, В. А. Материаловедение. Технология конструкционных материалов : [учебник] / В.А. Оськин, В.В. Евсиков, Кн. 1. – М. : Колосс, 2007. – 447 с. : ил. – (Учебники и

учебные пособия для студентов высших учебных заведений). – Библиогр.: с. 441. – ISBN 978-5-9532-0369-2, экземпляров 26.

Интернет-ресурсы:

1. www.dprm.ru/materialovedenie
2. academia-moscow.ru

Программное обеспечение

Специальное программное обеспечение не требуется.

Практическое занятие 3-4

Строение металлов

Цель работы: Ознакомиться с методами исследования строения металлов.

Знание и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы практического занятия, формируемые компетенции или их части:

ПК 8

Знать: строение и основные свойства исходных материалов, обуславливающих качество технологических процессов и продукции; влияние свойств материалов на ресурсосбережение и надежность технологических процессов; современное состояние и направление развития материаловедения.

Уметь: Анализировать состояние и динамику показателей качества объектов и технологических процессов.

Владеть: современными инструментами контроля качества и управления качеством продукции (работ, услуг).

Актуальность темы

Изучение видов и характеристик кристаллических решеток металлов, влияния кристаллических решеток на структуру и свойства металлов и их сплавов.

Теоретическая часть

Из всех известных в настоящее время элементов более половины являются металлами. Металлы – непрозрачные вещества, обладающие специфическим металлическим блеском, пластичностью, высокой теплопроводностью и электропроводностью. По этому признаку металлы легко отличить от других веществ (дерево, стекло и т. д.).

Все металлы и образованные из них сплавы делят на черные (к ним относят железо и сплавы на его основе, на т долю приходится около 95 % производимой в мире металлопродукции) и цветные. В технике принята условная классификация, по которой

металлы делят на группы: легкие (например, Al, Mg), тяжелые (Си, РЬ и др.), тугоплавкие (W, Мо и др.), благородные (Аи, Pt), рассеянные (Gd, In, Tl), редкоземельные (Se, Y), радиоактивные (Ra, U и др.).

Понятие «чистый металл» весьма условно. Любой чистый металл содержит примеси, а поэтому его следует рассматривать как сплав. Под термином «чистый металл» понимается металл, содержащий 0,010-0,001 «» примесей. Современная металлургия позволяет получать металлы высокой чистоты (99,599 %). Однако примеси даже в малых количествах могут оказывать существенное влияние на свойства металла.

Чистые металлы обладают низкой прочностью, но обеспечивают требуемых физико-механических и технологических свойств. Поэтому их применение в технике в качестве конструкционных материалов ограничено. Наиболее широко применяют сплавы, которые обладают по сравнению с чистыми металлами более высокой прочностью и твердостью.

Сплавы – твердые и жидкие вещества получают сплавлением или спеканием двух или более металлов или металлов с неметаллами. Элементы, образующие сплав, называют компонентами. Сплавы могут состоять из двух или большего числа компонентов. Строение металлического сплава более сложное по сравнению с чистым металлом.

Для рассмотрения строения, превращений и свойств металлов и сплавов введем понятие «фаза» и «структура».

Фазой называется однородная часть системы (металла или сплава), имеющая границы раздела, при переходе через которые их свойства резко меняются.

Например, жидкий металл является однофазной системой, смесь жидкого металла и твердых кристалликов – двухфазной системой, так как системы жидкого металла значительно отличаются от свойств твердых кристалликов. Фазами могут быть отдельные металлы, их химические соединения, а также растворы на основе металлов.

Под структурой понимается строение металла, т. е. взаимное расположение различных фаз, форма и размер составляющих их кристаллитов.

Структурными составляющими сплава называются обособленные части сплава, имеющие одинаковое строение с присущими им характерными особенностями. Структурные составляющие могут состоять из одной, двух или более фаз.

Одна из важнейших задач металловедения – определение связи между структурой и свойствами.

Каждый металл (вещество) может находиться в трех агрегатных состояниях: газообразном, жидком и твердом.

В газообразном металле расстояние между атомами (частицами) велико, силы взаимодействия малы и атомы хаотично перемещаются в пространстве, отталкиваясь друг от друга. В газообразном состоянии атомы обладают большой кинетической энергией.

В жидком металле атомы (частицы) сохраняют лишь так называемый ближний порядок, т. е. в объеме закономерно расположено небольшое количество атомов, а не атомы всего объема. Ближний порядок неустойчив и может либо исчезнуть, либо возникнуть под трением тепловых колебаний.

В твердых телах порядок расположения атомов строго определенный, закономерны, силы взаимодействия уравновешены, тело сохраняет свою форму.

Правильное закономерное расположение атомов в пространстве характеризует кристаллическое состояние.

Закономерное расположение атомов (точнее, положительно заряженных ионов) приведено на рисунке 3. Воображаемые линии, проведенные через центры атомов, расположенных в одной плоскости, образуют решетку, в узлах которой располагаются атомы. Такая конфигурация называется кристаллографической плоскостью. Многократное повторение кристаллографических плоскостей в пространстве позволяет получить пространственную кристаллическую решетку (рисунок 4). Пространственная кристаллическая решетка сложна в изображении, поэтому представление об атомном строении кристаллов дается в виде элементарных кристаллических ячеек. Под элементарной кристаллической ячейкой понимают минимальный объем кристалла, дающий представление об атомной структуре металла в любом объеме.

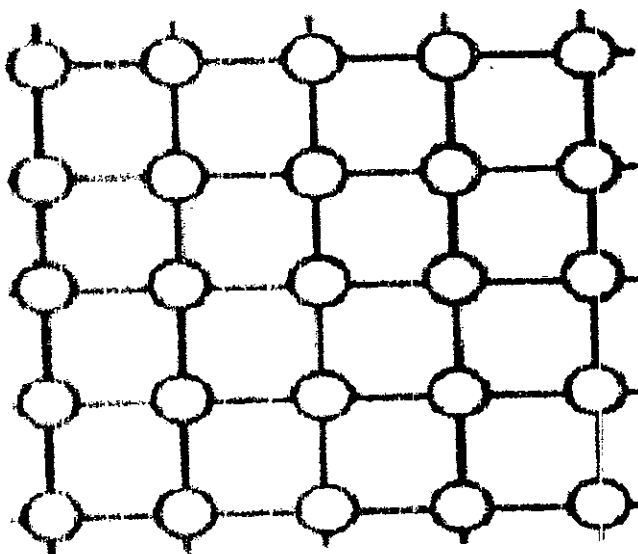


Рисунок 3. Размещение атомов в кристаллографической плоскости

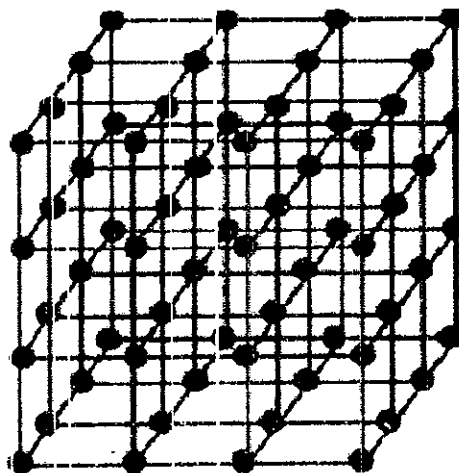


Рисунок 4. Пространственная кристаллическая решетка

Простейшим типом кристаллического строения является кубическая; решетка (рисунок 6). Кристаллические решетки характеризуют следующие основные параметры: период решетки, координационное: число, атомный радиус, энергия решетки, базис и коэффициент компактности решетки. Периодом решетки называется расстояние (a , b , c) между центрами двух соседних частиц (атомов, ионов) в элементарной ячейке решетки (рисунок 5). Периоды решетки измеряются в ангстремах ($1\text{ \AA} = 10^{-8}\text{ см}$). Координационное число K показывает количество атомов, находящихся на наиболее близком и равном расстоянии от любого выбранного атома в решетке. Под атомным радиусом понимают половину межатомного расстояния между центрами ближайших атомов в кристаллической решетке элемента при равновесных условиях. Базисом решетки называется количество атомов, приходящихся на: одну элементарную ячейку решетки. Коэффициент компактности решетки – отношение объема V_0 занимаемого атомами, ко всему объему решетки V_p . Для большинства металлов характерны следующие типы кристаллических решеток кубическая объемно-центрированная решетка (ОЦК) имеет период решетки a , координационное число $K=8$, базис решетки равен 2; коэффициент компактности 68 %. Данный тип решетки имеют металлы: K , Na , Li , Ta , W , Mo , Fe , Cr , Nb и др.

Кубическая гранецентрированная решетка (ГЦК) характеризуется периодом решетки a , координационным числом $K=12$, базис решетки равен 4; коэффициент компактности 74 %. Данный тип решетки имеют металлы Ca , Pb , Ni , Ag , Au , Pt , Fe и др.

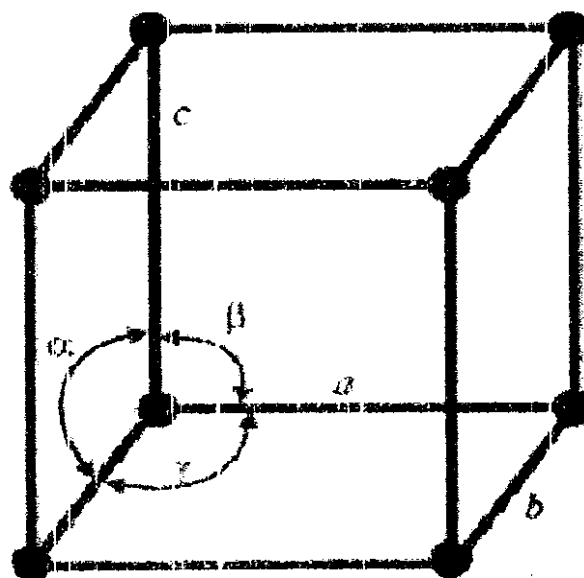


Рисунок 5. Элементарная кубическая ячейка

Гексагональная плотноупакованная решетка (ГПУ) имеет периоды a и c , причем $c/a = 1,633$, координационное число $K = 12$, базис решетки равен b , коэффициент компактности 74%. Такую решетку имеют металлы: *Ru*, *Cd* и т.д. Если $c/a = 1,633$, то получаем гексагональную решетку, характерную для *Mg*, *Zn*.

Многие металлы при разных температурах имеют неодинаковые кристаллические решетки. Это явление называется (полиморфизмом).

Свойства кристаллической решетки в разных направлениях также разные, это объясняется тем, что в разных кристаллографических плоскостях решетки располагается неодинаковое количество атомов (сравним, например, для кубической решетки количество атомов в плоскости, совпадающей с гранью, и диагональной). Различие свойств по разным направлениям называется анизотропией.

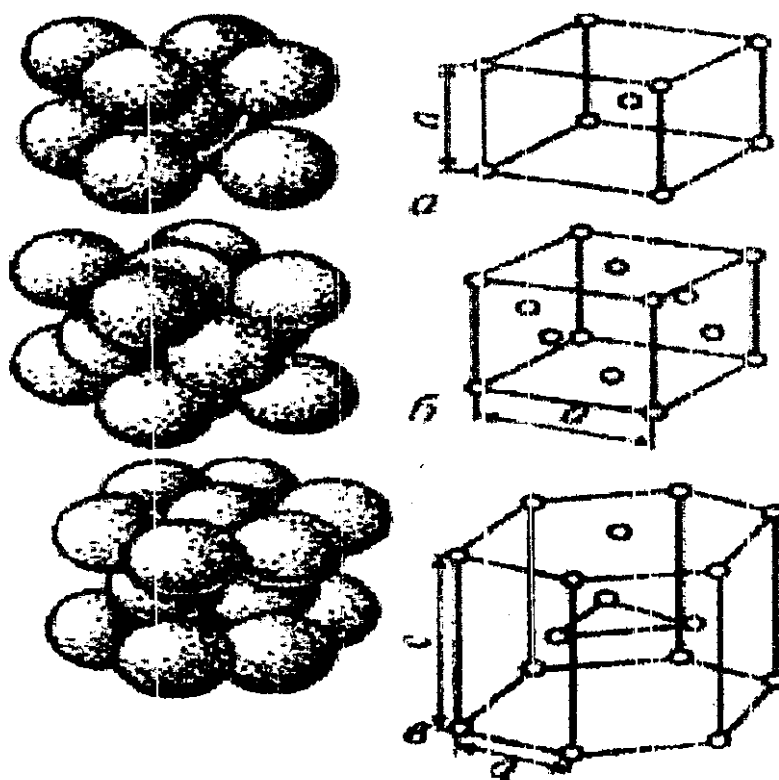


Рисунок 6. Типы кристаллических решеток металлов: *a* – кубическая объемно-центрированная решетка (С ЦК); *б* – кубическая гранецентрированная решетка (ГЦК); *в* – гексагональная решетка

Задания

1. Изобразить строение кристаллической решетки К.
2. Изобразить строение кристаллической решетки Na.
3. Изобразить строение кристаллической решетки Li.
4. Изобразить строение кристаллической решетки Ta.
5. Изобразить строение кристаллической решетки W.
6. Изобразить строение кристаллической решетки Mo.
7. Изобразить строение кристаллической решетки Fe.
8. Изобразить строение кристаллической решетки Cr.
9. Изобразить, строение кристаллической решетки Nb.
10. Изобразить строение кристаллической решетки Ca.
11. Изобразить строение кристаллической решетки Pb.
12. Изобразить строение кристаллической решетки Cu.
13. Изобразить строение кристаллической решетки Ag.

- 14 Изобразить строение кристаллической решетки Al .
- 15 Изобразить строение кристаллической решетки Fe .
- 16 Изобразить строение кристаллической решетки Mg .
- 17 Изобразить строение кристаллической решетки Zn .

Вопросы к практическому занятию

1. Определение металлов.
2. Классификация металлов.
3. Свойства металлов.
4. Зависимость свойств металлов от их строения.
5. Определение фазовой составляющей металлов.
6. Структура металла.
7. Период решетки.
8. Единицы физических величин для измерения периода решетки.
9. Координационное число.
10. Атомный радиус.
11. Понятие базиса решетки.
12. Коэффициент компактности решетки.
13. Виды кристаллических решеток.
14. Зависимость вида кристаллической решетки на свойства материала.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература:

1. Материаловедение: учебное пособие / С. В. Давыдов, Д. А. Болдырев, Л. И. Попова, М. Н. Тюрков. – Материаловедение, 2026-10-01. – Электрон. Дан. (1 файл). – Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. – 424 с. – электронный. – Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. – ISBN 978-5-9729-0417-4, экземпляров неограничено
2. Солнцев, Ю. П. Материаловедение: учебник для вузов / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин ; под редакцией Ю. П. Солнцева. – Материаловедение, 2023-07-26. – Электрон. Дан. (1 файл). – Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2020. – 783 с. – электронный. – Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. – ISBN 078-5-93808-345-6, экземпляров неограничено

Дополнительная литература:

1. Материаловедение и технология конструкционных материалов : учеб. пособие / [О. С. Комаров, В. Н. Ковалевский, Л. Ф. Керженцева и др.] ; под общ. Ред. О. С. Комарова. – 3-е изд., испр. и доп. – Минск : Новое знание, 2009. – 670 с. : ил. - (Техническое образование). – Гриф: Доп. УМО. – Библиогр.: с. 662. – ISBN 978-985-475-355-3

2. Колесов, С. Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов : учебник для вузов / [С. Н. Колесов, И. С. Колесов]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Высшая школа, 2008. – 536 с. : ил. – (Для высших учебных заведений. Энергетика, энергетическое машиностроение). – Гриф: Доп. МО. – Авт. Указ. На обл. – Библиогр.: с. 525-526. – ISBN 978-5-06-005950-2

3. Оськин, В. А. Материаловедение. Технология конструкционных материалов : [учебник] / В.А. Оськин, В.В. Евсиков, Кн. 1. – М. : Колосс, 2007. – 447 с. : ил. – (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений). – Библиогр.: с. 441. – ISBN 978-5-9532-0369-2, экземпляров 26.

Интернет-ресурсы:

1. www.dprm.ru/materialovedenie
2. academia-moscow.ru

Программное обеспечение

Специальное программное обеспечение не требуется.

Практическое занятие 5-6

Физические свойства металлов и сплавов

Цель работы: Ознакомиться с физическими свойствами металлов и сплавов.

Знание и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы практического занятия, формируемые компетенции или их части:

ПК 8

Знать: строение и основные свойства исходных материалов, обуславливающих качество технологических процессов и продукции; влияние свойств материалов на ресурсосбережение и надежность технологических процессов; современное состояние и направление развития материаловедения.

Уметь: Анализировать состояние и динамику показателей качества объектов и технологических процессов.

Владеть: современными инструментами контроля качества и управления качеством продукции (работ, услуг).

Актуальность темы

Обусловлена важнейшими физическими свойствами металлов (пластичность, электропроводность, теплопроводность, металлический блеск); быстрым развитием и применением в различных областях промышленности на основе металлов и сплавов конструкционных изделий.

Теоретическая часть

К физическим свойствам металлов и сплавов обычно относят плотность, температуру плавления, тепловое расширение, теплопроводность, электропроводность, магнитную проницаемость и др.

Плотность (объемная масса) представляет собой отношений покоящейся массы к ее объему и имеет размерность кг/м³. Наибольшей плотностью при 20° обладает осмий (22,6·10³ кг/мм³), а наименьшей - литий (0,53·10³ кг/мм³).

Плотность - весьма важный параметр, характеризующий металл он имеет исключительно большое значение для выбора металлов с целью использования их в чистом виде или в виде сплавов в различных отраслях техники. Так, малая плотность алюминия, магния и титана обусловила их широкое использование в виде сплавов различного состава в самолетостроении. При выборе металлов в качестве компонентов для литейных сплавов ответственные назначения стремятся, чтобы их плотности были близки, в противном случае затрудняется получение однородного сплава и т. д.

Температурой плавления называют температуру, при которой металл или сплав переходит из твердого состояния в жидкое. По температуре плавления различают металлы тугоплавкие (вольфрам 3416°С, тантал 2950° С, титан 1725° С, железо 1539° С и др.) и легкоплавкие (олово 232° С, свинец 327° С, цинк 419,5° С, алюминий 660° С). Наиболее легкоплавким металлом является франций - 223° С.

Знание температуры плавления металлов необходимо для разработки технологии их получения и обработки, определения условий службы изделий, выбора компонентов для получения сплавов. Температуру плавления сплавов определяют по диаграмме состояния.

Тепловое расширение металла или сплава это приращение объема металла при нагреве вследствие увеличения подвижности атомов в узлах кристаллической решетки. Обычно тепловое расширение характеризуется коэффициентом линейного расширения, под которым понимают увеличение единицы длины тела при нагреве на 1°С от 0° С. Коэффициент линейного расширения α можно определить по формуле:

$$\alpha = \frac{l_1 - l_2}{t_1 - t_2} \quad (1)$$

где l_1 и l_2 длины тела, соответствующие температурам t_1 и t_2 . В справочниках обычно даны значения α при $t_1 = 20^\circ \text{С}$. При известных значениях t_2 , l_1 и l_2 по формуле 1) можно определить коэффициент α при температуре t_2 . Обычно требуется найти длину l_1 при t_2 . Преобразовывая формулу (1), получаем:

$$l_1 = l_1(l + \alpha(t_2 - t_1)) \quad (2)$$

Большой коэффициент линейного расширения, при 20°C имеют рубидий ($90 \cdot 10^{-6}$), цинк ($30 \cdot 10^{-6}$), свинец ($28,3 \cdot 10^{-6}$), алюминий ($23,1 \cdot 10^{-6}$), медь ($16,4 \cdot 10^{-6}$), железо ($11,5 \cdot 10^{-6}$).

Малый коэффициент линейного расширения имеют вольфрам ($4,3 \cdot 10^{-6}$), молибден ($4,9 \cdot 10^{-6}$) и таган ($7,14 \cdot 10^{-6}$). Коэффициент линейного расширения углеродистой стали при 20°C составляет $12 \cdot 10^{-6}$, латуни Л62 - $20,6 \cdot 10^{-6}$, дюралюмина Д16 $22 \cdot 10^{-6}$ и т. д.

Коэффициент объемного расширения в три раза больше коэффициента линейного расширения. Последний определяют на dilatометрах.

Тепловое расширение металлов и сплавов необходимо учитывать при изготовлении металлических конструкций, деталей машин и приборов, особенно тех из них, которые работают при переменных и повышенных температурах: литейных форм, штампов, калибров валков и т. д.

В настоящее время промышленность, выпускает сплавы с заданным, практически постоянным коэффициентом линейного расширения в широком интервале температур. Так, сплав марки Н36 (инвар) имеет коэффициент $\alpha = 1,5 \cdot 10^{-6}$ от -80 до +100°C, сплав марки Н29К18 имеет коэффициент $\alpha = (4,5-6,5) \cdot 10^{-6}$ от -70 до 420° С и др.

Теплопроводностью называют способность металла передавать тепло от более нагретых частей тела к менее нагретым. Теплопроводность характеризуется коэффициентом теплопроводности β , показывающим сколько тепла, может пройти в единицу времени через площадку 1 м^2 на расстояние 1 м перпендикулярно к ней при разности температур 1°C на двух противоположных сторонах куба. Теплопроводность металла важно учитывать при изготовлении деталей машин, типа поршней двигателей внутреннего сгорания, где стремятся использовать сплавы с высоким коэффициентом теплопроводности (например, алюминиевые).

Электропроводность – это способность металла проводить электрический ток. За единицу электропроводности принимают величину χ , обратную удельному сопротивлению. Удельное сопротивление – это сопротивление проводника сечением 1 мм^2 и длиной 1м.

Лучшими проводниками являются металлы, которые оказывают наименьшее сопротивление прохождению электрического тока. Малое сопротивление электрическому току при 20° С имеют следующие металлы: серебро 0,0159 медь 0,0175, алюминий 0,028 мкОм·м. Железо имеет электросопротивление 0,0980 мкОм·м. Большое электросопротивление имеют марганец 1,85 и висмут 1.068 мкОм·м.

Электропроводность металлов в значительной степени зависит от температуры: при повышении температуры электропроводность уменьшается, при понижении –

увеличивается. Многие металлы при низких температурах обладают свойством сверхпроводимости (алюминий, цинк, свинец, титан и др.), т. к. уменьшением электросопротивления до нуля.

Магнитной проницаемостью называют способность металлов намагничиваться под действием магнитного поля. величиной, характеризующей магнитную проницаемость металла, является коэффициент магнитной проницаемости μ , равный отношению магнитной индукции B к напряженности магнитного поля H т. е.:

$$\mu = \frac{B}{H}. \quad (3)$$

Максимальную магнитную проницаемость имеют железо до 768°C , никель, кобальт и некоторые сплавы, например, пермаллой (Fe – Ni). Эти металлы называют ферромагнитными. Другие металлы имеют незначительную магнитную проницаемость поэтому их считают практически немагнитными.

Задания

1. Описать влияние плотности на область применения материалов.
2. Распределить металлы по их плотности.
3. Зависимость получения стали от температуры ее плавления.
4. Зависимость получения алюминия от температуры его плавления.
5. Зависимость получения меди от температуры ее плавления.
6. Зависимость получения магния от температуры его плавления.
7. Зависимость получения титана от температуры его плавления
8. Описать деталь при изготовлении которого необходимо учитывать коэффициент линейного расширения материалов.
9. Описать деталь при изготовлении которого необходимо учитывать теплопроводность материалов.
10. Определить назначение материалов в зависимости от их электропроводности.
11. Определить назначение материалов в зависимости от их магнитной проницаемости.

Вопросы к практическому занятию

1. Основные физические свойства материалов.
2. Определение плотности материалов.

3. Единицы измерения плотности.
4. Понятие «удельного веса».
5. Влияние плотности материалов на область их применения.
6. Определение температуры плавления.
7. Классификация металлов по температуре плавления.
8. Влияние температуры плавления материалов на область их применения.
9. Определение теплового расширения материала.
10. Расчет коэффициента линейного расширения.
11. Определение коэффициента объемного расширения.
12. Влияние теплового расширения материалов на область их применения.
13. Сплавы с постоянным коэффициентом линейного расширения.
14. Определение теплопроводности.
15. Влияние теплопроводности материалов на область их применения
16. Определение электропроводности.
17. Классификация материалов по их электропроводности.
18. Влияние электропроводности материалов на область их применения.
19. Определение магнитной проницаемости.
20. Влияние магнитной проницаемости материалов на область их применения.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература:

1. Материаловедение: учебное пособие / С. В. Давыдов, Д. А. Болдырев, Л. И. Попова, М. Н. Тюрков. - Материаловедение, 2026-10-01. - Электрон. дан. (1 файл). - Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 424 с. - электронный. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 978-5-9729-0417-4, экземпляров неограничено

2. Солнцев, Ю. П. Материаловедение: учебник для вузов / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин ; под редакцией Ю. П. Солнцева. - Материаловедение, 2023-07-26. - Электрон. дан. (1 файл). - Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2020. - 783 с. - электронный. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 078-5-93808-345-6, экземпляров неограничено

Дополнительная литература:

1. Материаловедение и технология конструкционных материалов : учеб. пособие / [О. С. Комаров, В. Н. Ковалевский, Л. Ф. Керженцева и др.] ; под общ. ред. О. С. Комарова. - 3-е изд., испр. и доп. - Минск : Новое знание, 2009. - 670 с. : ил. - (Техническое образование). - Гриф: Доп. УМО. - Библиогр.: с. 662. - ISBN 978-985-475-355-3

2. Колесов, С. Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов : учебник для вузов / [С. Н. Колесов, И. С. Колесов]. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 2008. - 536 с. : ил. - (Для высших учебных заведений. Энергетика, энергетическое машиностроение). - Гриф: Доп. МО. - Авт. указ. на обл. - Библиогр.: с. 525-526. - ISBN 978-5-06-005950-2

3. Оськин, В. А. Материаловедение. Технология конструкционных материалов : [учебник] / В.А. Оськин, В.В. Евсиков, Кн. 1. - М. : Колосс, 2007. - 447 с. : ил. - (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений). - Библиогр.: с. 441. - ISBN 978-5-9532-0369-2, экземпляров 26.

Интернет-ресурсы:

1. www.dprm.ru/materialovedenie
2. academia-moscow.ru

Программное обеспечение

Специальное программное обеспечение не требуется.

Практическое задание 7-8

Режущая керамика, сверхтвердые материалы

Цель работы: Изучение механических свойств сверхтвердых материалов.

Знание и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы практического занятия, формируемые компетенции или их части:

ПК 8

Знать: строение и основные свойства исходных материалов, обуславливающих качество технологических процессов и продукции; влияние свойств материалов на ресурсосбережение и надежность технологических процессов; современное состояние и направление развития материаловедения.

Уметь: Анализировать состояние и динамику показателей качества объектов и технологических процессов.

Владеть: современными инструментами контроля качества и управления качеством продукции (работ, услуг).

Актуальность темы

Качество поверхности обрабатываемых материалов и эксплуатационные показатели режущего инструмента являются решающими факторами высокоэффективной и экономичной механической обработки.

Теоретическая часть

Режущая керамика. Слово «керамика» произошло от наименования района Афин - Ceram, где гончары производили свою продукцию («keramos» означат обожженный материал). Традиционная керамика – это фарфор, фаянс, черепица, кирпич.

В настоящее время керамика широко используется как конструкционный материал с особыми химическими, фрикционными и теплофизическими свойствами, наиболее широко керамику применяют в промышленности в качестве инструментального материала. По составу режущую керамику подразделяют на (оксид Al_2O_3 99%)) с добавками оксидов магния и циркония (белая); оксидно-карбидную Al_2O_3 (60-40%) с оксидами и карбидами тугоплавких металлов (черная); оксидно-нитридную: Al_2O_3 и TiN (кортинит); на основе нитрида кремния Si_3N_4 (силинит-Р).

В отличие от твердых сплавов керамика, не содержит металла - связки, в ее состав входят только твердые компоненты: оксиды, карбиды, нитриды. Поэтому керамика имеет весьма высокую теплостойкость (1200-1400 °С) и твердость (до 96HRA), что позволяет выполнять резание со скоростями 400-500 м/мин. Отсутствие пластичной фазы в структуре керамики определяет высокую хрупкость и низкую прочность режущей керамики.

Оксидная керамика. Механические свойства керамики, состоящей только из оксида алюминия Al_2O_3 , низкие. Предел прочности (σ_b) составляет 200-50 МПа. Повышение механических свойств керамики достигается за счет улучшения ее структуры, создания напряжений сжатия, упрочнения армирующими волокнами. Прочность керамики повышается с уменьшением пористости. Уменьшение пористости достигается при переходе от холодного прессования (ХП+С) к горячему (ГП). Величина зерна зависит от температуры спекания, снижение которой, измельчающее структуру, достигается за счет добавок MgO.

Весьма эффективно повышение прочности при введении в состав керамики оксида циркония ZrO_2 (5-15% масс).

Армирование керамики осуществляется введением монокристаллических волокон (усов) карбида кремния SiC, сдерживающих распространение трещин. При содержании 30% SiC достигается повышение прочности на 25-30% и, кроме того, повышается теплопроводность керамики.

Оксидно-карбидная и оксидно-нитридная керамики. В состав этих керамик, помимо оксида алюминия, входят карбиды или нитриды тугоплавких компонентов. Эффект от их введения связан с подавлением процесса рекристаллизации при спекании и в результате этого получения мелкозернистой структуры (величина зерна снижается примерно в 2 раза), что приводит к повышению прочности.

Механические свойства **оксидно-карбидной** и оксидно-нитридной керамик могут быть дополнительно повышены так же, как и для белой, за счет измельчения зерна (технология ГП) и легирования диоксидом циркония.

Нитридная керамика. Основа такой керамики – нитрид кремния Si_3N_4 . Получение плотного материала из чистого нитрида кремния при нормальном давлении не достигается вплоть до температуры его термического разложения. Это объясняется низкой диффузионной подвижностью атомов и высоким сопротивлением перемещению дислокаций. Необходимая плотность достигается лишь в присутствии активирующих добавок, влияние которых проявляется в том, что при нагреве смеси порошков нитрита кремния и активатора происходит образование жидкой фазы. Наиболее эффективен оксид магния, введение которого в малых количествах (доли процента) позволяет достичь полного уплотнения. Помимо MgO , в качестве добавок используется Y_2O_3 (оксид иттрид), ZrO_2 , в также комплексная добавка активатор – $\text{Y}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$.

Сверхтвердые материалы (СТМ) на основе алмаза и кубического нитрида бора. Строение и свойства.

В решетке алмаза все атомы – это атомы углерода. В решетке кубического нитрида бора атомы бора располагаются в углах куба и центрах его граней, а атомы азота – в центрах четырех из восьми кубов, образованных взаимно перпендикулярными плоскостями. При этом элементарной ячейке принадлежат четыре атома азота, каждый из них принадлежит только одной ячейке и четыре атома бора, каждый из восьми атомов бора, расположенный в углах куба, принадлежит восьми элементарным ячейкам, т.е. на одну ячейку приходится один атом ($8 \cdot 1/8 = 1$), а каждый из шести атомов в центрах граней принадлежит двум ячейкам ($6 \cdot 1/2 = 3$), т.е. на ячейку приходится три атома. Такая кубическая решетка характерна также для сфалерита (минерал, одна из модификаций цинковой обманки ZnS), поэтому кубический нитрид бора часто обозначают «BNof».

Атомы в решетке связаны чрезвычайно прочными ковалентными связями, что определяет свойства алмаза и кубического нитрида бора. Для них, прежде всего, характерны очень высокие значения твердости и температуры плавления.

Алмаз – самый твердый из всех известных в природе минералов (микротвердость 10 единиц), модуль упругости алмаза, также выше, чем у всех известных твердых веществ (900000 МПа). По этим свойствам кубический нитрид бора уступает только алмазу (микротвердость – 9,2 единиц, $E = 720000$ МПа. Высокая твердость определяет значительную хрупкость. Прочностные характеристики нитрида бора ниже, чем у алмаза.

К преимуществам алмаза как инструментального материала перед нитридом бора относится то, что его теплопроводность выше, а коэффициент термического расширения

ниже, но и алмаз, и кубический нитрид бора имеют преимущество по этим параметрам перед другими инструментальными материалами.

Химические свойства алмаза и нитрида бора весьма высоки. Они не растворяются в концентрированных и разбавленных кислотах. Наблюдается растворимость алмаза в расплавах щелочей, натриевой и калиевой селитрах и соде (вернее алмаз окисляется и сгорает). Нитрид бора разлагается в расплавах щелочей и солей: щелочных металлов при нагреве свыше 400°C . Применимость алмаза на воздухе ограничена температурами $800-1000^{\circ}\text{C}$. При нагреве до этих температур алмаз сгорает с выделением углекислого газа без доступа кислорода алмаз стоек до 2000°C – температуры полиморфного превращения алмаза в графит. Заметное окисление нитрида бора начинается при более высокой температуре – после часовой выдержке при 1200°C .

При высокой температуре наблюдается активное диффузионное взаимодействие алмаза со сплавами на основе железа. При температурах ниже $\alpha \rightarrow \gamma$ -превращения, т.к. в феррите, растворимость углерода мала (не более 0,32 %), но выше температуры этого превращения (в аустените) она резко возрастает.

Физико-механические свойства алмаза и кубического нитрида бора приведены в таблице 1.

Алмаз – природное вещество (кубический нитрид бора как вещество в природе не обнаружен). К ювелирным алмазам относятся кристаллы высокого качества, совершенной формы, прозрачные или равномерно окрашенные, без трещин, включений (их доля в добыче около 20%).

Масса алмаза и кубического нитрида бора измеряется в каратах (0,2г). Алмаз массой в один карат имеет средний диаметр около 5 мм. Крупность алмазов обычно невелика. Размеры зерен чаще всего колеблются от долей миллиметра до 5-10 мм в поперечнике. В некоторых месторождениях размер зерна алмаза составляет сотые доли миллиметра. Однако известны крупные алмазы величиной с грецкий орех, куриное яйцо и даже кулак.

Основная доля добываемых алмазов (80%) – технические. В технике реализуются уникальные свойства алмаза, в частности его высочайшие твердость и износостойкость. Для этих целей используют алмазы в виде обломков кристаллов, скоплений жидких зерен, сросшихся кристалликов.

Развитие технологии высоких давлений позволило в середине 1950-х годов получить искусственные алмазы в целом ряде стран. Первое сообщение об успешном синтезе алмазов было получено из Швеции (фирма ASEA) в 1953 г. В 1954 г. синтез алмазов был осуществлен американской кампанией «Дженерал электрик», в рамках которой было

построено первое специальное предприятие по синтезу алмазов. Несколько позже, а 1960-е годы был синтезирован кубический нитрид бора.

В настоящее время синтез алмаза и кубического нитрида бора освоен во многих странах, в том числе и в России.

Синтез алмаза и нитрида бора выполняется в специальных камерах в условиях очень высоких давлений (свыше 5000 МПа и температур (2500°C и выше).

Для изготовления лезвийного инструмента в основном используют искусственные СТМ и реже природные алмазы. СТМ используют в виде кристаллов, а также получают путем спекания порошков.

СТМ на основе нитрида бора получили название «композит». Композит –01 (эльбор), композит-02 (бербор) и композит-09 (ПТНБ) - это поликристаллы. Композиты – 05-10 (Гексанит-Р) получают спеканием частиц кубического нитрида бора. Группа материалов получаемых спеканием порошков СТМ является самой многочисленной, так как возможны различные технологические варианты (связка, технология спекания и т.д.), обеспечивавшие различные свойства, кроме того, удастся получить заготовки больших размеров.

Из алмазных поликристаллов изготавливают СТМ марок АСПК (карбонадо) и АСБ (баллас) названные так из-за идентичности их структуры соответствующим природным алмазам такими названиями. Из материалов, полученных спеканием зерен алмаза производят СТМ марок СЗБН и СКМ (карбонит). Крепление заготовок СТМ осуществляют их запрессовыванием в металлокерамические вставки, которые затем крепятся к корпусу инструмента.

Таблица 1. Физико-механические свойства алмаза и кубического нитрида бора

Свойства	Алмаз	Нитрид бора
Плотность кг/м ³	3480-3560	3440-3490
Твердость, HV	10000	9250
Предел упругости В, МПа	900000	720000
Предел прочности, МПа.	2000	500

Задания

1. Описать механические свойства сверхтвердых материалов.
2. Выбор инструментального сверхтвердого материала.
3. Плотность природного алмаза.
4. Плотность искусственного алмаза.
5. Плотность кубического нитрида бора.

6. Взаимосвязь механических свойств алмаза и кубического нитрида бора.

Вопросы к практическому занятию

1. Применение керамики.
2. Область применения керамики.
3. Оксидная керамика.
4. Оксидно-карбидная керамика.
5. Оксидно-нитридная керамика.
6. Механические свойства керамики.
7. Строение алмаза.
8. Строение кубического нитрида бора.
9. Химические свойства алмаза и кубического нитрида бора.
10. Механические свойства алмаза и кубического нитрида бора.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература:

1. Материаловедение: учебное пособие / С. В. Давыдов, Д. А. Болдырев, Л. И. Попова, М. Н. Тюрков. - Материаловедение, 2026-10-01. - Электрон. дан. (1 файл). - Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 424 с. - электронный. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 978-5-9729-0417-4, экземпляров неограничено

2. Солнцев, Ю. П. Материаловедение: учебник для вузов / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин ; под редакцией Ю. П. Солнцева. - Материаловедение, 2023-07-26. - Электрон. дан. (1 файл). - Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2020. - 783 с. - электронный. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 078-5-93808-345-6, экземпляров неограничено

Дополнительная литература:

1. Материаловедение и технология конструкционных материалов : учеб. пособие / [О. С. Комаров, В. Н. Ковалевский, Л. Ф. Керженцева и др.] ; под общ. ред. О. С. Комарова. - 3-е изд., испр. и доп. - Минск : Новое знание, 2009. - 670 с. : ил. - (Техническое образование). - Гриф: Доп. УМО. - Библиогр.: с. 662. - ISBN 978-985-475-355-3

2. Колесов, С. Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов : учебник для вузов / [С. Н. Колесов, И. С. Колесов]. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 2008. - 536 с. : ил. - (Для высших учебных заведений. Энергетика, энергетическое машиностроение). - Гриф: Доп. МО. - Авт. указ. на обл. - Библиогр.: с. 525-526. - ISBN 978-5-06-005950-2

3. Оськин, В. А. Материаловедение. Технология конструкционных материалов : [учебник] / В.А. Оськин, В.В. Евсиков, Кн. 1. - М. : КолосС, 2007. - 447 с. : ил. - (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений). - Библиогр.: с. 441. - ISBN 978-5-9532-0369-2, экземпляров 26.

Интернет-ресурсы:

1. www.dprm.ru/materialovedenie
2. academia-moscow.ru

Программное обеспечение

Специальное программное обеспечение не требуется.

Практическое занятие 9-10

Абразивные материалы

Цель работы: Изучить свойства и область применения абразивных материалов.

Знание и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы практического занятия, формируемые компетенции или их части:

ПК 8

Знать: строение и основные свойства исходных материалов, обуславливающих качество технологических процессов и продукции; влияние свойств материалов на ресурсосбережение и надежность технологических процессов; современное состояние и направление развития материаловедения.

Уметь: Анализировать состояние и динамику показателей качества объектов и технологических процессов.

Владеть: современными инструментами контроля качества и управления качеством продукции (работ, услуг).

Актуальность темы

К естественным абразивным материалам относятся алмаз, корунд, наждак и т.д. Электрокорунд применяется для шлифования сталей, чугунов и цветных металлов. Абразивные материалы из монокорунда используют для обработки труднообрабатываемых сталей и сплавов, режущими элементами которого являются абразивные зерна.

Теоретическая часть

В качестве абразивных материалов (абразивов) используют природные и искусственные вещества, обладающее высокой твердостью, т. е. карбиды, оксиды, нитриды, алмаз.

Абразивы предназначены для шлифования и полирования самых разнообразных материалов. Выполнение этих операций осуществляется абразивным порошком в свободном состоянии, абразивным инструментом (круги, сегменты, бруски, шкурка), в котором абразивные зерна соединены связкой органической, керамической, металлической и пастами, в состав которых кроме абразивного порошка входят вязкие связывающие вещества.

Абразивные порошки в зависимости от крупности, т.е. размера зерна основной фракции подразделяют на шлифзерно (2000-160 мкм) шлифпорошки (125-40 мкм), микропорошки (63-3 мкм).

Наибольшее распространение в металлообработке получили: электрокорунд — Al_2O_3 , карбид кремния - SiC, - СТМ — кубический нитрид бора - BN и алмаз.

Абразивная способность абразивов (она оценивается массой со шлифованного эталонного материала — стекла при одинаковом расходе абразива) примерно пропорциональна твердости (таблице 2). Таким образом, по абразивной способности алмаз значительно превосходит прочие абразивные материалы. Электрокорунд получают плавкой из бокситов или глинозема. Выпускаются следующие разновидности: нормальный, белый, легированный. монокорунд и сферокорунд.

Нормальный электрокорунд содержит 92—96% Al_2O_3 , его твердость 1900-2030 НВ. Содержание Al_2O_3 (остальное - примеси) в белом электрокорунде, монокорунде (оксид алюминия представлен монокристаллами) и сферокорунде (оксид алюминия в виде полых сфер выше - 97-99%. Твердость белого электрокорунда и сферокорунда – 2000- 2100 НВ, монокорунда - 2300-2400 НВ. Легированные корунды (хромистый, титанистый, циркониевый) кроме оксида алюминия содержат оксиды других металлов. Эти виды корунда имеют более однородную структуру и более высокие механические свойства, их твердость 2000-2400 НВ. Нормальный электрокорунд применяют для изготовления кругов на органической связке и паст, используемых для обработки углеродистых закаленных сталей, чугунов, цветных металлов.

Белый электрокорунд используется для обработки углеродистых, легированных, быстрорежущих сталей. Из него изготавливают шлиф-зерно, шлиф-порошки и микропорошки для производства абразивного инструмента (кругов, шкурок) и паст.

Монокорунд используют для обработки труднообрабатываемых сталей и сплавов. В процессе обработки монокристаллы скалываются, что обеспечивает высокие режущие свойства кругов и малые силы резания. Из него изготавливают круги на керамической связке и шлифовальную шкурку.

Круги из легированных корундов рекомендуется применять для обработки закаленных сталей с высокой твердостью, при этом обеспечивается повышение производительности в 1,5-2 раза по сравнению с белым электрокорунтом.

Инструмент из сферинокорунда на различных связках применяют для обработки мягких и вязких материалов: кожи, резины, пластмасс, цветных металлов. В процессе шлифования сферы разрушаются, обнажая острые режущие кромки. Это обеспечивает малое тепловыделение при высокой производительности.

Карбид кремния (3300-3600 HV) получают путем силицирования углерода в парах кремниевой кислоты при 1800- 2000 °С. Химически чистый SiC бесцветен и прозрачен, технический в зависимости от содержания и состава примесей имеет цвет от светло-зеленого до черного. Промышленность выпускает два вида карбида кремния черный (КЧ) и зеленый (КЗ). КЗ содержит меньшее количество примесей, обладает несколько большей твердостью и хрупкостью, его используют для обработки инструмента из твердых сплавов, керамики, правки полировальных кругов. КЧ применяют для обработки чугуна, цветных металлов и неметаллических материалов. Применение СТМ на основе алмаза и кубического нитрида бора для изготовления абразивного инструмента обусловлено их высокой износостойкостью. Их использование позволяет повысить производительность обработки и улучшить качество обрабатываемых деталей, при этом удельный расход инструмента по сравнению с другими абразивными материалами значительно ниже. Выпускаются круги на различных связках, пасты, микропорошки. Алмазный инструмент изготавливают в основном из искусственных алмазов, но могут быть использованы и природные алмазы наиболее дешевых сортов.

Таблица 2. Относительная абразивная способность абразивных материалов

Материал	Абразивная способность	Твердость, HV
Алмаз	1,0	10000
Кубический нитрид бора	0,58—0,60	4250
Карбид бора	0,50-0,60	4200
Карбид кремния	0,25-0,45	3500
Монокорунд	0,15-0,25	2300
Электрокорунд	0,14-0,16	2000

Абразивные круги на основе алмаза и нитрида бора в связи с их высокой твердостью широко используют для заготовки и доводки режущего инструмента. При этом

шероховатость затачиваемой поверхности меньше чем при использовании других абразивных материалов, а стойкость затачивающего инструмента выше.

Использование абразивного инструмента на основе СТМ определяется, как уже указывалось, различием химических свойств — нейтральностью нитрида бора к сплавам на основе железа и значительной растворимостью в этих материалах углерода. СТМ на основе нитрида бора в связи с этим используется для обработки деталей из черных металлов. Для обработки твердых сплавов, горных пород высокой твердости, цветных металлов применяют алмазный инструмент, обладающий более высокой твердостью.

Связка шлифовальных кругов. Для изготовления шлифовальные кругов применяются органические керамические и металлические связки. Органическая и керамическая — как для абразивных кругов, так и кругов на основе СТМ. Металлическая — только для кругов на основе СТМ. В исходном состоянии связка представляет собой порошок. Это позволяет при смешивании с абразивом обеспечить равномерное распределение компонентов по объему инструмента, положение компактных заготовок достигается термической обработкой.

Органические связки - баклитовая и вулканиовая. Бакелитовая термореактивная фенолформальдегидная смола, в качестве отвердителя используется уротропин, наполнителя - алебастр. После приготовления и формования смеси производится термическая обработка. Нагрев до 50-100°C вызывает размягчение смолы и связывание абразива при повышении температуры до 100-200°C происходит отверждение (бакелизация), придающая изделию окончательные свойства.

В процессе работы круга происходит выкрашивание частиц наполнителя, образующиеся при этом пары облегчают удаление продуктов шлифования из зоны резания. Это повышает работоспособность кругов. Круги на бакелитовой основе обладают хорошей самозатачиваемостью, прочностью и упругостью. Они применяются для обдирочных и черновых работ, также при чистовом шлифовании. Армированные круги на бакелитовой основе позволяют выполнять шлифование с высокими скоростями - до 100 м/ч.

Основой вулканитовой связки является синтетический каучук, в ее состав входят также наполнители (сажа, окись цинка) для повышения прочности (стеарин) для облегчения смешивания каучука с порошковыми компонентами. Окончательные свойства достигаются в процессе вулканизации (сшивания). В зависимости от количества серы получают различные свойства связки, при ее содержании до 15% связка имеет высокую пластичность, но низкую твердость. При содержании серы 20- 60% получается твердый и прочный материал — эбонит. Таким образом, круги на вулканитовой основе могут быть гибкими или твердыми.

Твердая вулсанитовая связка обладает большей прочностью, чем бакелитовая, поэтому она применяется для изготовления тонких кругов. Для чистовой обработки применяют круги со связкой, обладающей большей податливостью, чем бакелитовая. В этом случае при повышении сил резания происходит деформирование связки, зерно при этом не выкрашивается, а вдавливается, «утопает» в связке. Это оказывает полирующее воздействие на обрабатываемую поверхность.

Керамическая связка обладает более высокой прочностью, жесткостью и химической стойкостью по сравнению с органическими. В ее состав входят огнеупорная глина, тальк, полевой шпат, стекло, состоящие из окислов Al, Si, Mg, K, B. Инструмент на керамических связках получают в результате сплавления (плавящиеся связки, например, марка «К5»-30% глины и до 35 % полевого шпата и борного стекла) или спекания (спекающиеся связки, марка («К»-30% глины и 70% полевого шпата) абразива с твердыми компонентами. Плавящиеся связки применяются при изготовлении инструмента из электрокорунда. Карбид кремния при взаимодействии с жидкой фазой разлагается, поэтому плавящиеся связки применять нельзя. Прочность удержания абразива в спекающейся связке ниже, поэтому ее количество в инструменте в 2 раза больше, чем плавящейся.

Инструменту на керамической связке хорошо сохраняют профиль и отводят тепло, но плохо работают при ударных нагрузках из-за повышенной хрупкости, свойственной керамике.

Металлические связки используют только для изготовления кругов на основе СТМ. Спекание связки алмазных кругов должно осуществляться при температурах, не вызывающих сгорания или графитизации алмаза. Наиболее широко используют связки, состоящие из оловянистых бронз и дисперсных порошков окислов и силикатов. Более высокая теплостойкость нитрида бора позволяет использовать связки на основе железа, кобальта, твердого сплава. Зерно абразива удерживается в металлических связках прочнее, чем в керамических и тем более в органических, то определяет большую износостойкость слоя из СТМ

Инструмент на металлических связках используют для обработки материалов, обладающих высокой абразивной способностью, а также высокопрочных, когда режущие зерна испытывают повышенные нагрузки.

Принципиальным конструктивным отличием абразивных кругов на основе СТМ является корпус (исключение- круги небольших габаритов), к которому присоединяется после спекания алмазоносный (BN) слой. Материал корпуса должен иметь высокую теплопроводность поэтому наиболее распространены металлические корпуса. Корпуса инструмента на органической связке изготавливаются из алюминиевого сплава АК6, а

инструмента на металлической основе из стали. Соединение режущего слоя и корпуса осуществляется склеиванием, напрессовкой, которая может быть совмещена со спеканием, гайкой и др.

Абразивные пасты помимо абразивов содержат связующие вещества, обладающие смазывающими свойствами. Эти вещества удерживают абразивные зерна на поверхности притира и создают смазывающую пленку, препятствующую непосредственному контакту поверхности притира и детали. К ним откосятся жиры (животные и растительные), парафин, воск. В состав связующего вводятся кислоты (олеиновая, стеариновая), являющаяся поверхностно-активным веществом, что обеспечивает более высокую производительность обработки.

Пасты подразделяют на доводочные и полировочные. Доводочные предназначены для доводка режущих инструментов, притирки конусов и т.д. Эти пасты содержат порошки более твердых абразивов - Al_2O_3 , SiC, СТМ. Применение паст на основе СТМ повышает производительность в 2-3 раза, а шероховатость обрабатываемой поверхности снижается. По крупности порошков пасты делятся на грубые с размером зерна абразива 20-100 мкм, средние - 5-14 мкм и тонкие — 13 мкм. Полировочные пасты содержат мелкодисперсный порошок (1 мкм твердых материалов - окиси железа, хрома).

Задания

Выбрать абразивный материал для чистовой обработки.

Вопросы к практическому занятию

1. Абразивные пасты.
2. Свойства абразивных паст.
3. Область применения абразивных паст.
4. Определение абразивных материалов.
5. Электрокорунд. Свойства и область применения.
6. Карбид кремния. Свойства и область применения.
7. Карбид бора. Свойства и область применения.
8. Монокорунд. Свойства и область применения.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература:

1. Материаловедение: учебное пособие / С. В. Давыдов, Д. А. Болдырев, Л. И. Попова, М. Н. Тюрков. - Материаловедение, 2026-10-01. - Электрон. дан. (1 файл). - Москва, Вологда

: Инфра-Инженерия, 2020. - 424 с. - электронный. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 978-5-9729-0417-4, экземпляров неограничено

2. Солнцев, Ю. П. Материаловедение: учебник для вузов / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин ; под редакцией Ю. П. Солнцева. - Материаловедение, 2023-07-26. - Электрон. дан. (1 файл). - Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2020. - 783 с. - электронный. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 078-5-93808-345-6, экземпляров неограничено

Дополнительная литература:

1. Материаловедение и технология конструкционных материалов : учеб. пособие / [О. С. Комаров, В. Н. Ковалевский, Л. Ф. Керженцева и др.] ; под общ. ред. О. С. Комарова. - 3-е изд., испр. и доп. - Минск : Новое знание, 2009. - 670 с. : ил. - (Техническое образование). - Гриф: Доп. УМО. - Библиогр.: с. 662. - ISBN 978-985-475-355-3

2. Колесов, С. Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов : учебник для вузов / [С. Н. Колесов, И. С. Колесов]. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 2008. - 536 с. : ил. - (Для высших учебных заведений. Энергетика, энергетическое машиностроение). - Гриф: Доп. МО. - Авт. указ. на обл. - Библиогр.: с. 525-526. - ISBN 978-5-06-005950-2

3. Оськин, В. А. Материаловедение. Технология конструкционных материалов : [учебник] / В.А. Оськин, В.В. Евсиков, Кн. 1. - М. : КолосС, 2007. - 447 с. : ил. - (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений). - Библиогр.: с. 441. - ISBN 978-5-9532-0369-2, экземпляров 26.

Интернет-ресурсы:

1. www.dprm.ru/materialovedenie
2. academia-moscow.ru

Программное обеспечение

Специальное программное обеспечение не требуется.

Практическое задание 11-12

Теория коррозии

Цель работы: Определение влияние коррозии на заданный материал при определенных условиях работы.

Знание и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы практического занятия, формируемые компетенции или их части:

ПК 8

Знать: строение и основные свойства исходных материалов, обуславливающих качество технологических процессов и продукции; влияние свойств материалов на ресурсосбережение и надежность технологических процессов; современное состояние и направление развития материаловедения.

Уметь: Анализировать состояние и динамику показателей качества объектов и технологических процессов.

Владеть: современными инструментами контроля качества и управления качеством продукции (работ, услуг).

Актуальность темы

Определить влияние коррозии на заданный материал при определенных условиях работы.

Теоретическая часть

Коррозией называют разрушение металлов и сплавов вследствие химического или электрохимического взаимодействия их с окружающей средой. Коррозионное разрушение металла начинается с поверхности и постепенно распространяется вглубь. При этом металлы и сплавы изменяют внешний вид: теряют металлический блек, покрываются слоем продуктов коррозии. Коррозия металлов полностью или частично разрушает различные металлические изделия. По физико-химическому характеру различают коррозию двух видов:

- химическую;
- электрохимическую.

Химическая коррозия представляет собой химическое взаимодействие металла с сухим газом или жидкостями, не проводящими электрический ток. К химической коррозии относят также газовую коррозию - химическое действие газов при высоких температурах. Одним из агентов внешней среды, вызывающим коррозию металла, является газ, например, кислород, сернистый газ, углекислый газ и др. Металл, соприкасаясь с этими газами,

вступает с ними в химическое взаимодействие, в результате чего на поверхности металла образуется пленка окислов в виде FeO , FeS и т. д. Пленки на металле образуются также и при действии на него жидкостей.

Коррозия развивается во времени. Сначала, при непосредственном контакте газа с металлом окисная пленка растет интенсивно (отрезок $O-a$). Затем толщина пленки растет с убывающей интенсивностью отрезок $a-o$). Это указывает на то, что пленка оказывает некоторое тщательное действие против коррозии. С течением времени коррозия затихает, но не прекращается (отрезок $b-v$), так как окисные пленки до некоторой степени проницаемы для внешней среды. Наружная поверхность пленки адсорбирует молекулы газа или жидкости, которые расщепляются на атомы. Атомы внедряются в пленку, движутся через нее посредством диффузии до соприкосновения с металлом и вступают с ним во взаимодействие. Вследствие этого возникают новые слои пленки.

Внутренняя поверхность пленки адсорбирует атомы металла, которые движутся посредством диффузии в, противоположном от металла направлении (рисунок 12, б). Движущиеся атомы металла и газа вступают во взаимодействие и образуют продукты коррозии, которые приводят к утолщению и уплотнению пленки. Такая пленка оказывает некоторое защитное действие против коррозии, так как атомам газа и металла труднее диффундировать через толстую и более плотную пленку. В итоге интенсивность коррозии снижается. Пленка имеет кристаллическую структуру.

Химическая коррозия характеризуется толщиной и свойствами окисной пленки, а также скоростью протекания процесса. Толщина пленки определяется продолжительностью процесса и температурой: чем выше температура и длительнее процесс, тем больше толщина пленки. Окисные пленки обычно разделяют на три вида: 1) толстые (свыше 5000 Å), обнаруживаемые визуально, 2) средние (400-5000 Å) обнаруживаемые на металле в виде цветов побежалости, 3) тонкие (менее 400 Å), обнаруживаемые косвенным методом.

Химическая коррозия железа происходит как при обычной температуре, так и при высокой (газовая коррозия). При обычной температуре железо на воздухе вследствие окисления покрывается пленкой окислов в результате чего блестящая металлическая поверхность из гладкой становится шероховатой. С повышением температуры окисление усиливается, пленка окислов становится толще.

Окисление железа и железных сплавов зависит от наличия добавок хрома, алюминия, кремния. Так, сталь, содержащая 20%, не подвергается коррозии даже, при 900-1000° С. Это объясняется тем, что хром, алюминий кремний образуют новые защитные пленки Cr_2O_3 , Al_2O_3 , SiO_2 на поверхности стали. Следовательно, с образованием на поверхности металла пленок дальнейшее развитие химической коррозии зависит от их

свойств. Пленки могут быть сплошные, плотные (такие пленки образуют хром, алюминий, кремний, вольфрам и др.) и рыхлые, пористые: железо и др. Первый тип пленок замедляет коррозию и практически может совсем ее приостановить, вторые – не препятствуют коррозии, процесс коррозии идет непрерывно до полного перехода металла в продукт коррозии – окислы. На использовании защитных свойств пленок основаны мероприятия по защите металлов от химической коррозии.

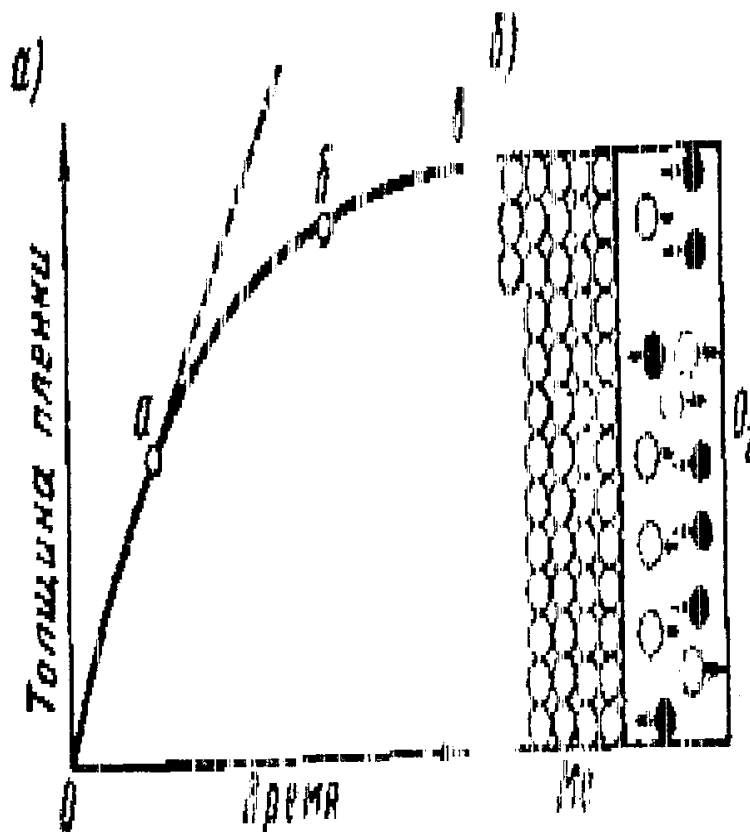


Рисунок 12. Кривая развития химической коррозии во времени – а и схема взаимодействия газа с металлом при химической коррозии – б

Скорость коррозии в данной среде и в данных условиях оценивается по потере массы в граммах с единицы поверхности в единицу времени. Иногда за скорость коррозии принимают скорость проникновения коррозии на определенную глубину за 1 год.

На скорость химической коррозии наиболее существенное влияние оказывает состав газовой фазы и температуры. При повышении температуры и наличии в атмосфере внешней среды паров воды коррозия усиливается. График изменения скорости коррозии (рисунок 13) показывает, что повышение температуры до 800-900°C увеличивает скорость коррозии в десятки раз, а наличие паров воды в окружающей атмосфере – примерно в 2-3 раза.

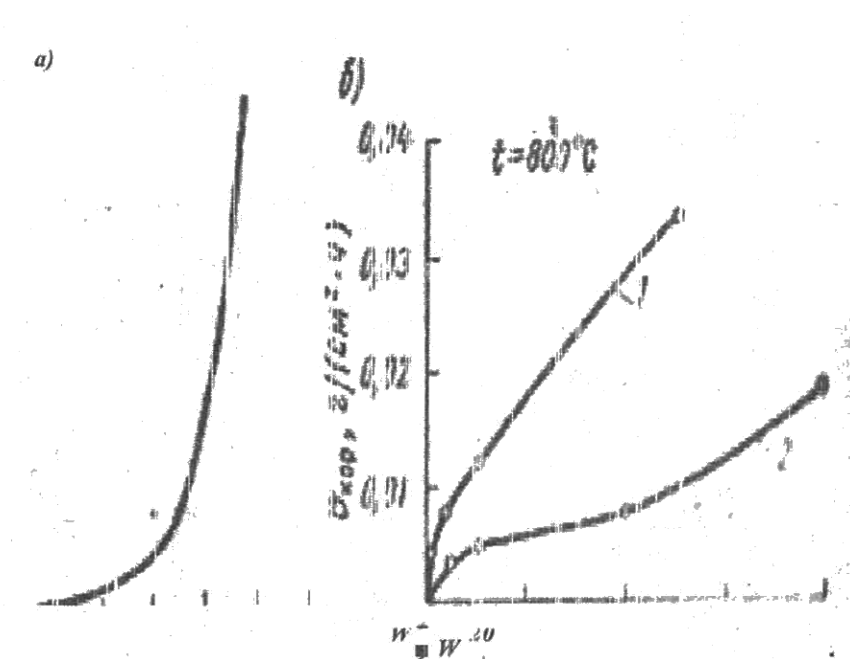


Рисунок 13. Скорость коррозии стали: а – при повышении температуры; б – в атмосфере с паром 1 и без пара 2

Электрохимическая коррозия. Электрохимическая коррозия представляет собой процесс разрушения металла в электролите, т. е. при возникновении электрического тока, ведущего к образованию гальванических пар – анодных и катодных участков. Электролитами могут быть водные растворы солей, кислот и щелочей, а также вода

Если погрузить металлическую пластинку в электролит, то ионы металла, находящиеся на поверхности, переходят в раствор. Этот процесс растворения металла в электролите в первом приближении подобен обычному растворению соли или сахара в воде, которые прекращаются тогда, когда раствор станет насыщенным.

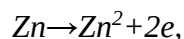
При растворении металлов в электролит переходят лишь положительно заряженные ионы, в результате чего электролит, соприкасающийся с металлической пластинкой, заряжается положительно (катод), а пластинка – отрицательно (анод) за счет оставшихся на ней электронов.

Металлы разрушаются вследствие электрохимической коррозии с различной скоростью. Скорость разрушения зависит от характера системы (природы металла, состава электролита и т. д.). В соответствии с этим металлы приобретают различный потенциал. Нормальные потенциалы некоторых металлов, измеренных при определенных условиях по отношению к водородному электроду, потенциал которого принят равным нулю, следующие:

Металл	Cu	Bi	Sb	Pb	Sn
Потенциал	+0,34	+0,22	+0,2	-0,12	-0,13
Металл	Ni	Fe	Zn	Al	Mg
Потенциал	-0,23	-0,44	-0,76	-1,3	-1,55

По величине потенциала металла в электролите можно определить, будет металл корродировать или нет. Если по отношению к водороду металл обладает более электроотрицательным потенциалом, то процесс коррозии будет протекать, так как металл в паре с водородом является анодом и будет корродировать (разрушаться). Кроме того, по потенциалам двух металлов в электролите можно указать, какой металл будет замедлять коррозию другого и какой ее ускорять. При соединении различных металлических пластинок, находящихся в электролите, образуются гальванические пары, в которых анодом является металл с более отрицательным потенциалом, а катодом - металл с более положительным потенциалом. В гальванической паре разрушающимся электродом является анод, а на катоде происходят процессы, не связанные с разрушением металла. Если пластинки цинка и меди опустить в раствор электролита, например, в раствор серной кислоты, и соединить их то пластинка цинка будет растворяться, так как цинк имеет более низкий потенциал (-0,76) и служит анодом, а медь имеет более высокий потенциал (+0,34) и служит катодом.

Цинк переходит в раствор в виде ионов цинка:



а освободившиеся электроны по внешней цепи потекут к катоду. Вследствие этого катод, обладая избыточными электронами, заряжается отрицательно, а анод положительно. Раствор электролита, в свою очередь, диссоциирует на катионы (положительно заряженные ионы H^+) и анионы (отрицательно заряженные ионы SO_4) и электрическая цепь замыкается до полного разрушения цинка

Таким образом, результатом работы гальванического элемента является разрушение анода и разряд положительных ионов электролита на катоде. Следовательно, основой коррозионного процесса металла в электролитах является работа гальванических элементов.

Рассмотренный процесс электрохимической коррозии металла относится к случаю, когда в электролите находятся две металлические пластинки, имеющие разные потенциалы и соединенные между собой электрически. Если в электролит поместить одну пластинку, например, чистого цинка, то она также будет отдавать в раствор положительно заряженные ионы цинка. Однако в этом случае, вследствие перехода ионов цинка в электролит, металлическая пластинка получит отрицательный заряд, так как на ней остались свободные

электроны, а раствор электролита - положительный заряд. В результате наступит торможение переход! ионов металла в электролит, так как противоположно заряженные металл и раствор электролита будут взаимодействовать, т. е. оставшиеся в металле избыточные электроны будут притягивать избыточные в растворе положительные ионы металла. Таким образом, пластинки из чистого цинка не будут корродировать.

Так как все технические металлы структурно неоднородны, т. е. у них имеются различные примеси других металлов и неметаллов (физическая неоднородность) или структура состоит из двух и более фаз, обладающих различными свойствами (структурная неоднородность), то такой металл в электролите корродирует вследствие действия микроскопических короткозамкнутых через металл гальванических пар, находящихся на поверхности металла.

Неметаллические включения, окисные пленки по границам зерен, различные примеси служат, как правило, катодом в микроэлементе, а основной металл - анодом. В результате действия множества микропар на поверхности металлической пластинки положительно заряженные ионы металла переходят в раствор, а его избыточные электроны переходят на катодные включения и нейтрализуют катионы электролита. Если электролитом является раствор серной кислоты, то ионы водорода, получая электроны и, нейтрализуясь, выходят из электролита в виде пузырьков водорода.

В данном случае при наличии физической неоднородности металлов основой коррозионного разрушения металла в электролите; является работа гальванических элементов - микропар.

Таким образом, при коррозии в электролитах химическая энергия переходит в электрическую. Поэтому этот вид коррозии называют электрохимической коррозией. Если микроэлементы возникли вследствие неоднородной структуры металла или сплава, то коррозию называют структурной.

Следует отметить, что интенсивность химической и электрохимической коррозии зависит не только от природы металла, его состояния и состава окружающей среды, но и от характера продуктов коррозии. Так, если условия коррозии не изменяются и образовавшаяся пленка рыхлая, пористая и никакой защитной роли не играет, то зависимость интенсивности коррозии от времени будет прямолинейной (рисунок 13 а). Имеется ряд коррозионных протестов протекающих с ускорением, которые выражаются на графике восходящей кривой это может быть либо за счет разрушения защитных пленок, либо при повышении температуры, либо за счет увеличения числа микропар и т. д. В реальных условиях может быть комбинация этих условий протекания коррозионных процессов, тогда рассматриваемая зависимость будет иметь более сложный характер.

Классификация коррозии по характеру коррозионных разрушений построена по внешним признакам:

- равномерная или общая;
- неравномерная;
- местная;
- межкристаллическая;
- транскристаллическая;
- под напряжением.

При равномерной коррозии продукты коррозии распределяются равномерно по всей поверхности металла. Эта коррозия наиболее часто наблюдается у чистых металлов и однофазных твердых растворов. Многочисленные случаи коррозии железа на открытом воздухе являются примером равномерной коррозии. Коррозионная стойкость металлов при равномерной коррозии оценивается согласно ГОСТ 5272-90 по десятибалльной шкале. Все металлы и сплавы по скорости коррозии (в мм/год) разделены на шесть групп стойкости (совершенно стойкие, весьма стойкие, стойкие, понижено-стойкие, малостойкие и нестойкие) и оцениваются соответствующим баллом (1-й балл - скорость коррозии менее 0,001 мм/год, 2-й балл - скорость коррозии 0,001-0,005 мм/год и т. д.).

При неравномерной коррозии разрушение протекает на различных участках поверхности с неодинаковой скоростью. Коррозия этого вида наблюдается обычно у многофазных сплавов, структурные составляющие которых имеют различную стойкость против коррозии, а также при наличии поверхностных дефектов (задилов, царапин и т. д.).

Местная коррозия - происходит на отдельных участках поверхности металла. Местная коррозия появляется, как правило, в результате нарушения защитного покрытия металла аппаратов, применяемых главным образом в паросиловом хозяйстве; на обнаженных участках коррозия распространяется вглубь металла. Местная коррозия имеет несколько разновидностей: петтинги (коррозионная язва - разрушения на ограниченной площади пятнами, но значительной глубины), коррозионные точки (точечная коррозия) и др.

При межкристаллитной (или интеркристаллитной) коррозии металл или сплав разрушается по границам зерен, распространяясь вглубь и не вызывая заметные изменения на поверхности.

Необходимым условием для развития коррозии является наличие неоднородностей на границах зерен. Коррозия всегда связана с распадом твердого раствора и с преимущественным выделением избыточных фаз по границам зерен. При межкристаллитной коррозии значительно уменьшаются механические свойства металла, хотя его внешний вид не изменяется. Это один из опасных видов коррозии.

При транскристаллитной (или избирательной) коррозии разрушению подвергаются некоторые структурные составляющие металла, тогда как другие коррозионное разрушению не подвергаются или разрушение происходит по определенным кристаллографическим направлениям через отдельные кристаллы.

Транскристаллитная коррозия иногда наблюдается по направлению линий скольжения в кристаллах, при выделении новых фаз и т. д.

Коррозия под напряжением является одной из самых опасных, так как напряжения распределяются в металле неравномерно и вызывают неравномерную коррозию по границам зерен (латунь, многие алюминиевые и железные сплавы) или по направлению линий скольжения кристалла (некоторые нержавеющие стали, испытывающие под напряжением фазовые превращения).

Влияние напряжений растяжения на ускорение коррозии в агрессивной среде объясняется тем, что потенциал у напряженной части металла больше, чем у ненапряженной. Поэтому напряженные участки являются анодами и корродируют в перпендикулярном направлении к действию напряжения. Кроме того, под действием напряжений происходят фазовые превращения (например, распад закаленного твердого раствора.), и появление новых фаз приводит к созданию новых гальванических пар.

Коррозия под напряжением (или коррозионное растрескивание), как правило, возникает только при условии одновременного взаимодействия определенных агрессивных сред и статических растягивающих напряжений. Условия возникновения коррозионного растрескивания встречаются на практике чаще, чем условия коррозионной усталости, обусловленной взаимодействием агрессивной среды и циклической нагрузки.

Следует отметить, что различные виды коррозионного разрушения могут быть на одной и той же поверхности металла одновременно, усиливая разрушающее действие на него.

Задания

Определить влияние коррозии на заданный материал при определенных условиях работы.

Вопросы к практическому занятию

1. Определение коррозии.
2. Газовая коррозия.
3. Электрохимическая коррозия.
4. Влияние коррозии на свойства металлов.
5. Влияние коррозии на экологию.
6. Реагенты газовой коррозии.

7. Реагенты электрохимической коррозии.
8. Понятие скорости коррозии.
9. Зависимость скорости коррозии от времени.
10. Зависимость скорости коррозии от температуры окружающей среды.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература:

1. Материаловедение: учебное пособие / С. В. Давыдов, Д. А. Болдырев, Л. И. Попова, М. Н. Тюрков. - Материаловедение, 2026-10-01. - Электрон. дан. (1 файл). - Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 424 с. - электронный. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 978-5-9729-0417-4, экземпляров неограничено
2. Солнцев, Ю. П. Материаловедение: учебник для вузов / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин ; под редакцией Ю. П. Солнцева. - Материаловедение, 2023-07-26. - Электрон. дан. (1 файл). - Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2020. - 783 с. - электронный. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 078-5-93808-345-6, экземпляров неограничено

Дополнительная литература:

1. Материаловедение и технология конструкционных материалов : учеб. пособие / [О. С. Комаров, В. Н. Ковалевский, Л. Ф. Керженцева и др.] ; под общ. ред. О. С. Комарова. - 3-е изд., испр. и доп. - Минск : Новое знание, 2009. - 670 с. : ил. - (Техническое образование). - Гриф: Доп. УМО. - Библиогр.: с. 662. - ISBN 978-985-475-355-3
2. Колесов, С. Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов : учебник для вузов / [С. Н. Колесов, И. С. Колесов]. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 2008. - 536 с. : ил. - (Для высших учебных заведений. Энергетика, энергетическое машиностроение). - Гриф: Доп. МО. - Авт. указ. на обл. - Библиогр.: с. 525-526. - ISBN 978-5-06-005950-2
3. Оськин, В. А. Материаловедение. Технология конструкционных материалов : [учебник] / В.А. Оськин, В.В. Евсиков, Кн. 1. - М. : Колосс, 2007. - 447 с. : ил. - (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений). - Библиогр.: с. 441. - ISBN 978-5-9532-0369-2, экземпляров 26.

Интернет-ресурсы:

1. www.dprm.ru/materialovedenie
2. academia-moscow.ru

Программное обеспечение

Специальное программное обеспечение не требуется.

Практическое задание 13-14

Методы защиты металлов и сплавов от коррозии

Цель работы: Изучить методы защиты сплавов от коррозии.

Знание и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы практического занятия, формируемые компетенции или их части:

ПК 8

Знать: строение и основные свойства исходных материалов, обуславливающих качество технологических процессов и продукции; влияние свойств материалов на ресурсосбережение и надежность технологических процессов; современное состояние и направление развития материаловедения.

Уметь: Анализировать состояние и динамику показателей качества объектов и технологических процессов.

Владеть: современными инструментами контроля качества и управления качеством продукции (работ, услуг).

Актуальность темы

Изучить сущность электрохимической коррозии металлов и способы защиты металлов от коррозии; виды коррозии металлов; механизм электрохимической коррозии; методы защиты металлов от коррозии; провести экспериментальное исследование процесса коррозии металлов.

Теоретическая часть

Существует много различных методов защиты металлов от коррозии. При выборе метода защиты необходимо тонне установить причину и условия защиты, так как метод, хорошо предохраняющий металлические детали, работающие в одних условиях, в других условиях может не оказать защитного действия. Кроме того, следует учитывать размеры изделий, а также экономическую выгоду применения того или иного метода защиты.

Все методы защиты металлов и сплавов от коррозии можно разделить на четыре группы: а - защита обработкой внешней среды, б- электрохимическая защита, в — защитные покрытия, г — легирование.

Защита металлов от коррозии обработкой внешней среды. Сущность этого метода защиты - удаление из окружающей среды некоторых реагентов, вызывающих коррозию, или добавление во внешнюю среду ингибиторов - специальных веществ, нейтрализующих вредное действие таких реагентов и замедляющих коррозию. Так, если коррозия металла протекает в газовой среде, где в качестве агрессивного реагента - стимулятора коррозии

используется кислород, то из этой среды удаляют кислород или уменьшают его количество. Например, отжиг металла при высоких температурах осуществляется в защитной атмосфере с уменьшенным содержанием кислорода. Иногда нагрев металла до высоких температур осуществляется в безокислительной или нейтральной атмосфере, в которую добавляют газообразный азот защищающий металл от окисления.

Для уменьшения коррозии металла в котельных установках и в системах водоснабжения применяют обработку воды, питающей эти установки, с целью удаления из нее агрессивных реагентов — растворенного кислорода, солей магния и кальция. Кислород удаляют из воды пропусканием через перфорированные железные листы или железную стяжку, в результате чего кислород расходуется на окисление железа, и его содержание в воде значительно уменьшается. Для нейтрализации солей магния и кальция, вызывающих коррозию металла, воду обрабатывают пассивирующими добавками, например, двуххромовокислым калием в количестве примерно 0,26%. Пассивирующие добавки широко используют в химической промышленности.

Электрохимическая защита металлов от коррозии. Электрохимическая защита металла от коррозии осуществляется с помощью протектора или подведенного извне постоянного тока. При протекторной защите металла в агрессивном электролите (например, в морской воде) создается гальваническая пара из металла защищаемого изделия и протектора - другого металла, имеющего более электроотрицательный потенциал и находящегося в непосредственном контакте с защищаемым изделием. В такой гальванической паре металл основного защищаемого изделия служит катодом, а протектор - анодом. Металл протектора (анод) разрушается, защищая от коррозии металл изделия.

Протекторную защиту обычно применяют для конструкций, работающих в морской воде. В качестве протекторов используют цинк, сплавы алюминия с магнием, алюминия с цинком, кадмия с цинком, кадмий. Цинк — наиболее распространенный металл для протекторов при защите железных и дюралюминиевых сплавов. В морской воде отношение поверхности протектора к поверхности защищаемой конструкции берется в пределах от 1200 до 1000; расстояние между протекторными пластинами равно 2-3 м.

При защите металла от коррозии подведенным извне током необходимо иметь источник постоянного тока и дополнительный электрод (пластинку), который служит анодом. Здесь также создается гальваническая пара, состоящая из защищаемого изделия (катод) и пластинки какого-либо металла (анод), находящихся в агрессивной среде (электролите). Эта гальваническая пара работает за счет ее включения в сеть постоянного тока так, чтобы защищаемое изделие было катодом (подключается к отрицательному

полюсу источника тока), а пластинка другого металла (электрод) была анодом (присоединяется к положительному полюсу источнике тока) (рисунок 14).

Необходимым условием электрохимической защитить подведенным извне током, является хорошая электропроводность электролита (морская вода, земляная почва и т.д.). Электрохимическую защиту применяют для судовых, котельных и конденсаторных установок, подземных трубопроводов и т. д.

Защитные покрытия металлов. Покрытия, применяемые для защиты металлических изделий от коррозии, можно разделить на три группы:

а - металлические;

б - неметаллические;

в - покрытия оксидными пленками.

Металлические защитные покрытия осуществляют нанесением на поверхность металлического изделия тем или иным способом тонкого слоя другого металла, обладающего достаточной стойкостью в данной среде. В качестве защитного металлического покрытия применяют цинк, алюминий, свинец, олово, кадмий, мель, никель, хром, серебро, золото и их сплавы. Различают металлические защитные покрытия двух видов: катодные и анодные.

Покрытие является катодным, если его металл обладает более электроположительным потенциалом, чем потенциал основного металла. В этом случае покрытие механически изолирует основной металл от внешней среды. Такое покрытие должно быть сплошным и беспористым. При нарушении сплошности покрытия образуется гальваническая пара, в которой основной металл служит анодом, а покрытие - катодом. Пример: катодное покрытие железа оловом, свинцом, медью, никелем и кобальтом.

Покрытие является анодным, если его металл обладает более отрицательным потенциалом, чем основной металл. Анодное покрытие защищает металл не только механически, но и электрохимически. В случае образования пар или оголенных участков появляются коротко замкнутые гальванические пары, в которых основной металл является катодом, а металл покрытия — анодом (разрушается). Пример анодных покрытий железа и стали — покрытие цинком, в ряде случаев кадмием и другими металлами.

Применяют несколько способов нанесения металлических покрытий: горячий, электролитический, диффузионный, плакирование, распыление.

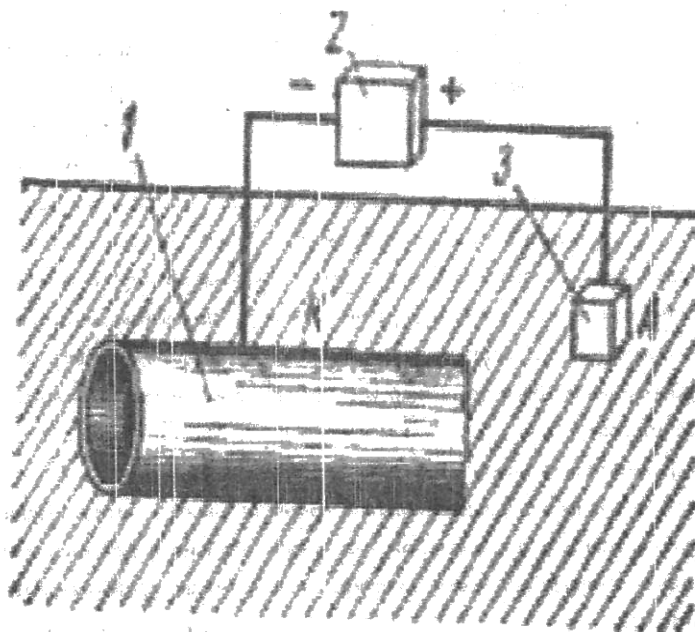


Рисунок 14. Схема защиты магистрального трубопровода подведенным извне постоянным током: 1 - защищаемая труба; 2 - источник постоянного тока; 3 - электрод

Горячий способ или покрытие методом погружения изделия *P* расплавленный металл применяют для нанесения тонкого слоя легкоплавких металлов олова (лужение), цинка (цинкование), свинца (свинцевание). При горячем способе поверхность изделия сначала очищают от окислов и жиров, затем пропускают через слой флюсов для удаления влаги и следов окислов и погружают в расплавленный металл (олово, цинк). При этом расплавленный металл смачивает наружную поверхность изделия, и на нем остается тонкий слой. Условием эффективного использования горячего метода покрытий является образование сплава между основным и покрываемым металлом.

Лужение применяют главным образом для покрытия оловом консервной жести и пищевой посуды, цинкование - для покрытия цинком кровельного железа, проволоки, труб, ведер, тазов и т. д. свинцевание - для покрытия химической аппаратуры.

Электролитический способ нанесения металлических покрытий состоит в осаждении металлов из водных растворов солей на поверхность металлических изделий при помощи электрического тока, подведенного извне. Для нанесения покрытий применяют цинк, олово, кадмий, никель, медь, хром, свинец и другие металлы.

С помощью этого способа получают относительно тонкие покрытия, прочно сцепленные с изделием. Для нанесения покрытия изделие очищают от окислов, обезжиривают и помещают в ванну с раствором, например, солей цинка, олова, кадмия и т. д., служащих электролитом. Изделие соединяют с отрицательным полюсом источника тока,

и оно служит катодом, а анодом служит пластинка осаждаемого металла, которую подключают к положительному полюсу. При пропускании электрического тока на изделии кристаллизуется металл из растворов солей электролита. Кристаллизация является следствием разряда ионов металла на катоде и образования на нем множества центров кристаллизации, которые, разрастаясь, покрывают все изделие: плотным слоем.

Диффузионный способ основан на поверхностном насыщении - диффузии в поверхностные слои изделия другого металла при высокой температуре. В качестве металлов, которыми производят поверхностное насыщение, применяют алюминий, цинк, хром, кремний, а также титан. В результате диффузии металла в поверхностные слои металлического изделия образуется поверхностный слой, который обладает повышенной коррозионной стойкостью при обычных и высоких температурах (жаростойкостью).

Плакирование или механотермический способ покрытия — получение биметаллов совместной горячей прокаткой двух металлов (основного и защитного). В качестве защитного металла применяют медь, латунь, никель, алюминий. В ювелирном деле применяют плакирование меди и ее сплавов серебром или золотом.

При плакировании горячей прокаткой происходит диффузия одного металла в другой под влиянием давления и высокой температуры, благодаря чему осуществляется сцепление между металлами.

Покрытие методом распыления (металлизация) — нанесение расплавленного и распыленного металла на поверхность изделий, подлежащих покрытию и предохранению от коррозии (мосты, суда водонапорные баки и т. д.). В качестве металла покрытий применяют цинк, алюминий, свинец, медь.

Процесс металлизации осуществляется при помощи аппарата, по внешнему виду напоминающего пистолет. Металл покрытия может подаваться в аппарат в виде проволоки (диаметром 1—1,5 мм), металлической пыли или жидкой металлической струи. Распыленный металл откладывается на покрываемой поверхности изделия охлажденным, поэтому сплавления между металлами не происходит. Связь металла обусловлена только силой сцепления. Покрытия, получаемые при металлизации, обладают большой пористостью и их защитные свойства слабее, чем покрытия другими способами. Этот способ покрытия применяют: только там, где другие способы неприменимы.

Неметаллические защитные покрытия (материалами неорганического и органического происхождения) применяют во всех отраслях. Металлические изделия покрывают красками, лаками, пластмассами, эмалями, резиной, смолами, цементом и т. д.

Роль неметаллических покрытий как средств защиты от коррозии сводится к изоляции металла от внешней среды и прекращению действия гальванических микропар на поверхности металла.

Поверхность изделия тщательно очищают от ржавчины, грязи и масел, а затем наносят покрытия по различной технологии, в зависимости от материала покрытия. В настоящее время лакокрасочные антикоррозионные покрытия составляют примерно 65% всех защитных покрытий металлических изделий. Покрытия пластмассами, эмалями, резиной, цементом и другими материалами применяют, главным образом, в химической промышленности как кислотоупорную защиту.

Защитные покрытия оксидными пленками — относят к химическим покрытиям: на поверхности металлических изделий искусственно создают защитные оксидные пленки. Защитные действия таких пленок основаны на механическом препятствии тонам электролита или атомам внешней среды взаимодействовать с металлом изделия. Для того чтобы оксидная пленка защищала металл от коррозии, она должна равномерно покрывать всю поверхность изделия, быть плотной и беспористой. Защита оксидными пленками стальных изделий достигается оксидированием и фосфатированием. Оксидированию подвергаются черные и цветные металлы. Химическое оксидирование стальных изделий осуществляют в растворах щелочей в присутствии окислителей (например, раствор состоит из едкого натра, азотистого и азотистокислого натра), при температуре, близкой к температуре кипения раствора (135—145°C). Отшлифованную, очищенную и обезжиренную деталь помещают в раствор на 20-30 мин, затем промывают в горячей воде и сушат. На поверхности изделия образуется пленка окислов железа. Эта пленка обладает ограниченной коррозионной стойкостью, но при периодической протирке изделия и смазке его маслом такая пленка при отсутствии значительной влажности защищает металл от атмосферной коррозии. При фосфатировании стальных изделий на поверхности стали образуется пленка нерастворимых в воде фосфорнокислых соединений $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$ и марганца $\text{Mn}_3(\text{PO}_4)_2$. Изделия, подвергаемые фосфатированию, очищают от окислов, грязи, обезжиривают и погружают в горячий раствор (97-99°C) препарата «мажеф» (по наименованию основных компонентов солей: марганцевых и железных фосфатов), состоящего в основном из дигидроортофосфатов марганца и железа. В результате обработки таким раствором на поверхности изделия образуются фосфаты железа и марганца. Продолжительность фосфатирования достигает одного часа, затем изделия вынимают, промывают и сушат. Фосфатированная поверхность имеет темный или темно-серый кристаллический слой, защищающий изделие от атмосферной коррозии. Кроме того, фосфатирование применяют как грунтовку под лакокрасочные покрытия и смазки. Защита оксидными пленками цветных металлов и сплавов достигается оксидированием. При

оксидировании изделия из меди и медных сплавов после обезжиривания погружает на 1-2 мин. при комнатной температуре в раствор «серной печени», состоящей из одной части серы и двух частей измельченного поташа. После оксидирования изделия промывают и сушат при температуре примерно 100°C. Материал при этом покрывается оксидной пленкой серого цвета, которая обладает некоторыми защитными свойствами против коррозии.

Покрытие алюминия и его сплавов оксидными пленками осуществляют при помощи анодного оксидирования в серной кислоте. Оксидная пленка при этом получается ровная, обладает высокой твердостью и устойчивостью против атмосферной коррозии.

Изделия, подвергаемые оксидированию, очищают, обезжиривают и помещают в ванну с 20%-м раствором серной кислоты на анодные штанги, катодом служат свинцовые пластины. Температура электролита равна 25°C, продолжительность процесса составляет 30 мин. Затем изделия вынимают, промывают и погружают в ванну с раствором хромпика (10%-й раствор $K_2Cr_2O_7$) на 20 мин при температуре не выше 60°C для пассивирования оксидной пленки. В результате на алюминиевом изделии получается стойкая пленка.

Оксидирование магниевых сплавов осуществляют различными реагентами, например, в растворе, состоящем из хромпика, азотной кислоты и хлористого аммония при 70-80° С в течение 2-5 мин. Перед оксидированием изделие обезжиривают и обрабатывают в 20%-м растворе хромового ангидрида CrO_3 для удаления с его поверхности остатков флюсов. После оксидирования изделия промывают и сушат при 60-80° С. Защитная пленка, образовавшаяся на изделиях, предохраняет их от коррозии.

Защита металлов от коррозии методом легирования. Этот вид защиты металлов от коррозии основан на легировании основного металла другими элементами, образующими на его поверхности устойчивые окислы пленки, которые и защищают металл от коррозии.

Для создания сплавов на железной основе, химически стойких в определенной агрессивной среде, применяют только такие легирующие элементы, которые образуют с железом твердые растворы и обладают высокой стойкостью в этой среде. Сплавы, сопротивляющиеся коррозии, обычно бывают однофазными (например, хромоникелевые и хромистые стали, большинство сплавов меди с никелем и т. д.). Если необходимо ввести в сплав новый легирующий элемент, то надо, чтобы его электрохимический потенциал, а следовательно, и коррозионные свойства были наиболее близкими к свойствам основного твердого раствора.

Сплав железа с 18—20% Cr или 18% Cr и 8% Ni, а также сплав железа с хромом, никелем и титаном или хромом, никелем и молибденом и другими легирующими компонентами обеспечивает высокую коррозионную стойкость во многих агрессивных средах — некоторых кислотах, щелочах, газах и т. д. Коррозионная стойкость таких сплавов

основана на их свойстве переходить в пассивное состояние, т. е. приобретает химическую стойкость против коррозии. Главным пассивирующим элементом во многих сплавах является хром, окисная пленка которого на поверхности металла образует однородный непрерывный тонкий слой.

Задания

Определить выбор способа защиты от коррозии на заданный материал при определенных условиях работы.

Вопросы к практическому занятию

1. Классификация методов борьбы с коррозией.
2. Металлические покрытия.
3. Неметаллические покрытия.
4. Покрытия оксидными пленками.
5. Электрохимическая защита от коррозии.
6. Протекторная защита от коррозии.
7. Ингибиторная защита от коррозии.
8. Применение коррозионностойких материалов.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература:

1. Материаловедение: учебное пособие / С. В. Давыдов, Д. А. Болдырев, Л. И. Попова, М. Н. Тюрков. – Материаловедение, 2026-10-01. – Электрон. Дан. (1 файл). – Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. – 424 с. – электронный. – Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. – ISBN 978-5-9729-0417-4, экземпляров неограничено

2. Солнцев, Ю. П. Материаловедение: учебник для вузов / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин ; под редакцией Ю. П. Солнцева. – Материаловедение, 2023-07-26. – Электрон. Дан. (1 файл). – Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2020. – 783 с. – электронный. – Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. – ISBN 078-5-93808-345-6, экземпляров неограничено

Дополнительная литература:

1. Материаловедение и технология конструкционных материалов : учеб. пособие / [О. С. Комаров, В. Н. Ковалевский, Л. Ф. Керженцева и др.] ; под общ. Ред. О. С. Комарова. – 3-е изд., испр. И доп. – Минск : Новое знание, 2009. – 670 с. : ил. - (Техническое образование). – Гриф: Доп. УМО. – Библиогр.: с. 662. – ISBN 978-985-475-355-3

2. Колесов, С. Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов : учебник для вузов / [С. Н. Колесов, И. С. Колесов]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Высшая школа, 2008. – 536 с. : ил. - (Для высших учебных заведений. Энергетика, энергетическое машиностроение). – Гриф: Доп. МО. – Авт. Указ. На обл. – Библиогр.: с. 525-526. – ISBN 978-5-06-005950-2

3. Оськин, В. А. Материаловедение. Технология конструкционных материалов : [учебник] / В.А. Оськин, В.В. Евсиков, Кн. 1. – М. : Колосс, 2007. – 447 с. : ил. – (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений). – Библиогр.: с. 441. – ISBN 978-5-9532-0369-2, экземпляров 26.

Интернет-ресурсы:

1. www.dprm.ru/materialovedenie
2. academia-moscow.ru

Программное обеспечение

Специальное программное обеспечение не требуется.

Практическое задание 15-16

Полимерные материалы

Цель работы: Изучить основные свойства и область применения полимерных материалов.

Знание и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы практического занятия, формируемые компетенции или их части:

ПК 8

Знать: строение и основные свойства исходных материалов, обуславливающих качество технологических процессов и продукции; влияние свойств материалов на ресурсосбережение и надежность технологических процессов; современное состояние и направление развития материаловедения.

Уметь: Анализировать состояние и динамику показателей качества объектов и технологических процессов.

Владеть: современными инструментами контроля качества и управления качеством продукции (работ, услуг).

Актуальность темы

Выявить основные направления в применении полимеров. Изучить основные свойства и область их применения.

Теоретическая часть

Полимеры - высокомолекулярные вещества с очень большой молекулярной массой - 10^5 - 10^7 . Основа структуры полимеров - макромолекулы, которые построены из многократно повторяющихся звеньев- мономеров. В качестве примера приведем полиэтилен. Мономером полиэтилена. является молекула этилена C_2H_4 , при соединении множества мономеров в молекулярную цепь образуется полимер - полиэтилен, его структурная формула: $[-CH_2-CH_2-]$ (здесь n - количество элементарных звеньев-мономеров, знак «—» означает активную связь.. Мономер полиэтилена имеет две активные связи. По свойствам полимеры резко отличаются от мономеров. Так, этилен в отличие от полиэтилена — газ.

Получение полимеров связано с образованием химически активных групп и их последующим соединением, в результате чего и получаются макромолекулы. Примером этою может служить реакция полимеризации. Полимеризация - это соединение в макромолекулу одинаковых, мономеров, обладающих двойной связью (именно так получают полиэтилен). Реакция состоит из трех стадий: инициирование, рост цепи и обрыв цепи. Исходный мономер представляет собой устойчивую молекулу. Для начала реакции требуется бомбардировка этой молекулы свободным радикалом или ионом (инициатором), который может разорвать связи, а другая сторона взаимодействует со следующим мономером, также имеющим свободные связи (рост цепи). Рост цепи прекращается при присоединении мономера с одной активной связью (концевая группа) или при соединении двух концов одной цепи. В качестве инициатора может быть использована перекись водорода, которая легко распадается, образуя свободные: радикалы: $H_2O_2 \rightarrow 2OH\cdot$. Реакция получения полиэтилена может быть описана следующей формулой:



Существуют и отличные от описанной реакции получения полимеров.

Структура макромолекул полимера может быть лилейной, разветвленной, пространственной (рисунок), встречаются и другие виды. Истинная, вытянутая длина молекулы весьма велика (так, например, молекула полистирола, состоящая из 5000 звеньев, имеет длину 122 000 нм; сравним с периодом решетки-железа - 0,286 нм), но из-за наличия витков и петель расстояние между концами молекулы значительно меньше.

Мономеры в макромолекуле связаны между собой сильной ковалентной связью.

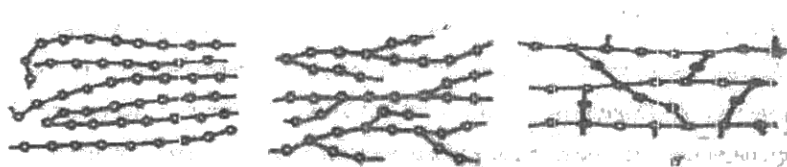


Рисунок 17. Структура полимеров: а - линейная; б — разветвленная;
в - пространственная

У полимеров с линейной и разветвленной структурами связь между макромолекулами обусловлена силами Ван-дер-Ваальса, таким образом, достаточно слабая. Поэтому при повышении температуры такие полимеры легко размягчаются, становятся пластичными. Это термопластичные полимеры - термопласты. После охлаждения термопласты вновь затвердевают, приобретая первоначальные свойства. Никаких необратимых химических изменений не претерпевают.

Полимеры с пространственно замкнутой (сетчатой) структурой образуются мономерами, имеющими более двух активных связей, все звенья структуры в этом случае соединены ковалентными связями. На первой стадии образования такие полимеры получают линейную структуру. Пространственная структура образуется ко второй стадии в процессе отверждения (оно происходит под воздействием температуры, давления, отвердителей) вследствие протекания необратимых химических реакций, вызывающих возникновение связей (сшивание) между ранее разобщенными макромолекулами. Такие полимеры называются термореактивными или реактопластами. Отвержденное состояние полимеров является термостабильным. В зависимости от количества связей между макромолекулами различают густосетчатые (с большим количеством связей) и редкосетчатые (с малым количеством связей) полимеры. Термопласты при нагреве сначала размягчаются, а затем образуют высоковязкие жидкости. Густосетчатые реактопласты практически не размягчаются и не изменяют своих свойств при нагреве до температуры термического разложения (деструкции), они практически нерастворимы. Редкосетчатые реактопласты размягчаются при нагреве и набухают в растворителя?..

Структура линейных и разветвленных полимеров может быть аморфной или кристаллической — с правильным, регулярным расположением макромолекул. Линейные неразветвленные макромолекулы могут плотно упаковываться в пачки, образуя кристаллическую структуру. Эти пачки в виде пластин могут образовывать кристаллы ограненной пластинчатой или округлой формы - сферолиты (рисунок 18). Кроме того, линейные и разветвленные макромолекулы способны образовывать глобулы - свернутые клубки макромолекул, которые в случае близких диаметров могут быть уложены в кристаллические решетки. Полимеры с пространственной сеткой всегда имеют аморфную

структуру. При кристаллизации полимера к растущему кристаллу должна присоединиться целая пачка макромолекул (не атом или группа атомов, что характерно для кристаллизации металлов).

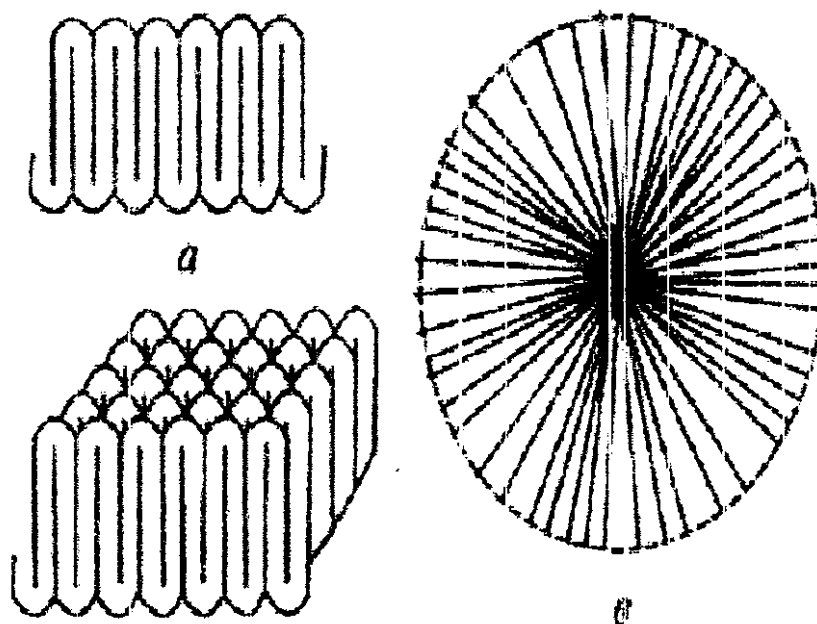


Рисунок 18. Кристаллическая структура полимеров: а - лента; б - пластина, составленная из лент; в — сферолит

Аморфная фаза в зависимости от температуры может находиться в стеклообразном, высокоэластичном и вязкотекучем состояниях.

Стеклообразное состояние характеризуется только колебательным движением атомов, входящих в состав молекулярной цепи, около положения равновесия; движения звеньев (мономеров) и перемещения макромолекул не происходит. В таком состоянии полимер находится только до определенной температуры, называемой температурой стеклования (T_c). В стеклообразном состоянии при определенной температуре, называемой температурой хрупкости ($T_{хр}$), полимеры разрушаются хрупко. При приложении нагрузки возникают только упругие деформации малой величины ($\epsilon=2...5\%$). Однако при повышении температуры выше T_{sp} полимер, будучи в стеклообразном состоянии, приобретает высокую пластичность. Величинам возрастает до десятков и даже сотен процентов. Такое состояние называется вынужденно высокоэластичным.

При повышении температуры выше T_c полимеры переходят в высокоэластичное состояние. Оно присуще только полимерам с большим количеством элементарных звеньев (высокополимерам), макромолекулы которых скручены, имеют витки, петли. Это состояние характеризуется способностью материала к большим обратимым изменениям формы при малых нагрузках. Величина упругих деформаций в таком состоянии достигает 1000%. Это

связано с тем, что в результате теплового движения происходят колебательные перемещения звеньев, а макромолекулы приобретают способность изгибаться, распрямляться, т.е. вытягиваться под нагрузкой.

После снятия нагрузки полимер приобретает первоначальную форму. Высокоэластичное состояние полимеров, получаемое при нагреве выше температуры стеклования, сохраняется до температуры текучести ($T_{\text{т}}$). Это означает, что в высокоэластичном состоянии полимер находится в интервале температур $T_c - T_n$. При достижении температуры текучести полимеры переходят в вязкотекучее состояние. При этом взаимную подвижность получают целые макромолекулы. Они смещаются друг относительно друга не одновременно, а постепенно, поэтому полимер переходит не в жидкое, а в вязкотекучее состояние. Линейные и разветвленные полимеры могут находиться во всех трех состояниях аморфной фазы. Густосетчатые термостатные полимеры находятся только в стеклообразном состоянии, редкосетчатые могут иметь стеклообразное и высокоэластичное, но не вязкотекучее состояние, так как относительное движение макромолекул невозможно из-за наличия связей между ними. Названные характерные температуры имеют практическое значение. Предельной рабочей температурой термопластичных полимеров является температура стеклования. Термореактивные пластмассы могут быть использованы вплоть до температуры деструкции (разрушения, распада). Высокоэластичное состояние (в интервале $T - T_m$) в качестве рабочего характерно только для резины, являющейся редкосетчатым реактопластом.

При температурах выше температуры текучести, но ниже температуры деструкции осуществляются формообразующие операции, когда полимерам придают необходимую форму - получают детали *паял* полуфабрикаты (прессование, протягивание профилей, пленок и т.д.).

Повышение механических свойств аморфных и кристаллических термопластичных полимеров возможно за счет ориентационного упрочнения. Процесс ориентирования макромолекул осуществляется путем медленного растяжения полимеров, находящихся в высокоэластичном или вязкотекучем состоянии, в результате чего достигается упорядоченная структура. После достижения определенной степени ориентации производится охлаждение, при температуре ниже T_c полученная структура фиксируется. Основным результатом - повышение прочности и направлении ориентирования. Ориентация может быть одноосной или двухосной (для пленок).

Полученная структура анизотропна. Прочность при разрыве в направлении ориентирования повышается в 2-5 раз, а в перпендикулярном направлении снижается на 30-

50% по сравнению с исходной. Модуль упругости в направлении одноосной ориентации повышается до двух раз.

Нагрев выше температуры стеклования вызывает дезориентацию структуры. Эффект ориентации и упрочнения кристаллических полимеров используется в производстве высокопрочных волокон. Ориентационное упрочнение не возникает при низких температурах, а также при высоких скоростях деформации, в этих условиях происходит хрупкое разрушение. Особенностью полимеров является то, что в них проходят процессы релаксации. Релаксация - это процесс установления равновесия системы, происходящий при постоянных внешних условиях: температура, давление, напряжения. Релаксация в полк мерах наблюдается как при приложении к ним постоянного напряжения (σ_{const}), так и при деформации на определенную величину ($\varepsilon_{\text{const}}$). В первом случае происходит релаксация деформацией. Окончательное, равновесное значение деформации достигается не мгновенно в момент приложения нагрузки. Деформация развивается постепенно, т.е. наблюдается процесс ползучести — изменение размеров при постоянной нагрузке.

При постоянной деформации релаксируют напряжения, юс величина постепенно снижается до равновесных значений.

Это объясняется тем, что механические свойства полимеров зависят от времени действия и скорости приложения нагрузок. Происходящие поц действием приложенных напряжений распрямление и раскручивание молекулярных цепей в высокоэластичном состоянии, а также перемещение макромолекул в вязкотекучем состоянии требуют определенного времени, поэтому установление равновесия достигается не сразу, т.е. проходят релаксационные процессы.

Релаксационные процессы в полимерах протекают всегда, но их вклад определяется условиями эксплуатации. Длительность релаксационных процессов зависит от температуры. При температурах ниже T_c они протекают медленно, от 10^5 - 10^7 с до нескольких лет, а в интервале $T \sim T_m$, время сокращается до 10^4 - 10^4 с (т.е. от долей секунды до нескольких часов). В общем случае для линейных и разветвленных полимеров общая деформация сложится из упругой, высокоэластичной (они исчезают после снятия нагрузки) и деформации пластического течения (она сохраняется после снятия нагрузки); для редкосетчатых пространственных полимеров общая деформация будет равна сумме упругой и высокоэластичной. Для густосетчатых полимеров, которые могут находиться только в стеклообразном состоянии, релаксации нет.

Полимеры подвержены старению, т.е. самопроизвольному и необратимому изменению свойств вследствие разрушения связей в цепях макромолекул.

При старении в полимерах протекают сложные цепные реакции с образованием свободных радикалов или ионов, вызывающие либо деструкцию (размягчение, выделение летучих веществ), либо структурирование (повышение твердости, хрупкости, потери эластичности). Процессы старения развиваются в результате воздействия кислорода, озона, света, температуры. Наиболее типично - воздействием кислорода воздуха. Процессы старения ускоряются под воздействием напряжений.

При высоких температурах (200-500°C) происходит термическое разложение (деструкция). При этом происходит испарение летучих веществ, причем не только с поверхности, но и во всем объеме. Для замедления процессов старения в полимеры добавляют стабилизаторы (различные органические или неорганические вещества). Так, например, введение в состав полиэтилена 2—3% сажи замедляет процессы старения примерно в 30 раз, при этом срок службы повышается до 5 и более лет.

Пластические массы

Состав и классификация пластических масс. Пластические массы (пластмассы) - это искусственные материалы, основой которых, связующими являются полимеры. При нагреве пластмассы размягчаются, становятся пластичными. В таком состоянии и под давлением придается необходимая форма, сохраняющаяся после охлаждения.

В том случае, если связующее – термопластический полимер, переход отформованной массы в твердое состояние совершается при охлаждении. Если связующим является термореактивный полимер, отверждение происходит при нагреве. Таким образом, пластмассы так же, как и полимеры, делятся на две группы: термопластичные и термореактивные.

Пластмассы могут быть одно- или многокомпонентными. В состав однокомпонентных пластмасс входит только полимер.

В состав многокомпонентных пластмасс помимо связующего могут входить наполнители, пластификаторы, отвердители, красители.

Наполнители повышают механические свойства, снижают усадку при прессовании и придают материалу специальные свойства. Это инертные к полимеру органические и неорганические вещества.

По виду наполнителя пластмассы делятся на группы: - порошковые (наполнитель - древесная мука, графит, газы и др.) — волокниты с наполнителем в виде волокна, (очесы хлопка и льна, в том числе стекло и асболокниты;

-слоистые с листовым наполнителем бумаги - полинакс, ткань хлопчатобумажная - текстолит, а также асбо- и стеклотекстолит со стеклянной тканью и асбестом);

-газонаполнители - пено- и поропласты (наполнитель — воздух или нейтральные газы).

Пластификаторы повышают эластичность, а также морозо- и огнестойкость и облегчают прессование в качестве пластификаторов используют олеиновую кислоту, стеарин.

Отвердители - оксиды некоторых металлов, уротропин способствуют отверждению термореактивных пластмасс.

Красители и пигменты придают пластмассам определенную окраску.

Термопластичные пластмассы. Основа термопластичных пластмасс — полимеры с линейно» или разветвленной структурой. Температура эксплуатации наиболее распространенных термопластов не превышает 60-200°C, при более высоких температурах начинается резкое снижение свойств. При длительном нагружении вследствие релаксационных процессов происходит изменение размеров. Большими прочностью и жесткостью обладают кристаллические полимеры.

Полиэтилен (ПЭ $(-\text{CH}_2\rightarrow\text{CH}_2-)_n$). Производится полиэтилен высокого (ПВД и низкого (ПЭНД) давления (полимеризации при давлении 100 и 0; 1-0.6 МПа. и температура 200-500 и 150°C соответственно). Макромолекулы имеют линейную структуру, что обеспечивает их упаковку в пачки и, таким образом облегчает кристаллизацию. Степень кристалличности ПЭД-75-95%, ПЭВД-55-55%. Большая степень кристалличности ПЭНД определяет его большие прочность и теплостойкость. Среднее значение предела прочности при растяжении составляет для ПВД около 30 МПа, для ПЭВД -13МПа. ПЭ обладает весьма высокой химической стойкостью, при комнатных температурах нерастворим ни в одном известном растворителе. ПЭ называют полимером, который позволит выиграть войну, так как его высокие диэлектрические свойства во многом определили эффективность радара. Длительное применение ПО ограничено температурой 60-100°C. Морозостойкость до -73°C.

Полипропилен (БП) $(-\text{CH}_2\rightarrow\text{CHCH}_3-)$ является производной этилена.

Это жесткий, нетоксичный материал с более высокими, чем у ПЭ, свойствами. ПГ- пленки более прочны и обладают меньшей газопроницаемостью по сравнению с ПСЭ- пленками. Рабочая температура ПП до 150°C. Недостаток ПП- низкая морозостойкость от -10 до -20°C.

Полистирол (ПС) $(-\text{CH}_2\rightarrow\text{CHC}_6\text{H}_5)_n$ - твердый, жесткий, прозрачный материал, хорошо обрабатывается. ПС наиболее стоек к воздействию ионизирующего излучения по сравнению другими термопластами. ПС растворим в бензоле, но стоек к кислотам щелочам,

маслам. Недостатки ПС - низкая теплостойкость, склонность к старению и образованию трещин.

Акрилонитрилдбутадиенстирольные (ЛВС) пластика - сополимеры стирола с синтетическими каучуками, являются ударопрочными материалами, они превосходя обычный ПС по ударной вязкости в 3-5, а по относительному удлинению в 10 раз. ПС применяют для изготовления деталей радиотехнических приборов, а АБС— пластики для деталей автомобилей, из них изготавливают трубы и др.

Политетрафторэтилен, (ПТФЭ) $(-CF_2-CH_2-)_n$ фторопласт 4 — один из наиболее тепло- и химически стойких термопластов. Температура длительной эксплуатации составляет 250°C он не становится хрупким при весьма низких температурах до -260°C. ПТФЭ— высококачественный диэлектрик. Особенностью фторопласта-4 являются антифрикционные свойства. Недостатки — выделение токсичного фтора при высокой температуре, трудность переработки методами прессования из-за отсутствия пластичности. Фторопласт-4 применяют для изготовления электротехнических деталей, мембран, уплотнительных прокладок и т.п., а также для деталей узлов трения.

Политрифторхлорэтилен (ПТФХЭ) $(-CF_2-CHCl-)_n$ фторопласт-3 обладает повышенными плотностью и твердостью. При медленном охлаждении после формования имеет степени кристалличности 80-85%, при быстром (закаленный) -30-40%. Введение хлора нарушает симметрию звеньев макромолекул, материал становится полярным. Диэлектрические свойства при этом снижаются, но появляется пластичность, что облегчает формовочные операции. Интервал рабочих температур от -105 до +70°C.

ПТФХЭ не горюч, атмосферостоек, при комнатной температуре не растворяется ни в одном из растворителей (даже в царской водке). Фторопласт—3 используют как низкочастотный диэлектрик, из него также изготавливают трубы, шланги и др.

Поливинилхлорид (ПВХ) $(-CH_2-CHCl-)_n$. На основе ПВХ производится два вида пластмасс — винипласт и пластикат, в состав которого в отличие от винипласта входят пластификаторы. ПВХ - один из наиболее распространенных материалов. Он не горюч, обладает высокой химической стойкостью. Винипласт имеет высокую прочность и упругость, из него изготавливают строительную облицовочную плитку, защитные покрытия металлических емкостей. Недостатки - низкая длительная прочность и малый интервал рабочих температур (от —10 до +60...70°C). Введение пластификаторов расширяет интервал рабочих температур (от -15...50.- до +160...195°C), повышает эластичность. Пластикат — полярный пластик, обладает высокими диэлектрическими свойствами в области низких частот. Основное применение - изоляция проводов, кабелей.

Полиамиды – это группа пластмасс с широко известными названиями: капрон, нейлон, лавсан, в состав которых входит амидная группа ($-\text{NH}-\text{CO}-$) а также этиленовые группы ($-\text{CH}_2-$), повторяющиеся от 2 до 10 раз. Полиамиды — кристаллизующиеся полимеры. При одноосной ориентации получают волокна, нити, пленки. Свойства разных видов полиамидов близки, они являются хорошим антифрикционным материалом, ударопрочны, обладают виброгасящими свойствами, нашли применение в электротехнической промышленности, их используют также для антифрикционных покрытий металлов. Недостатки полиамидов - гигроскопичность и подверженность старению.

Полиуретаны (ПУ) содержат группу ($-\text{NH}-\text{COO}-$). По свойствам ПУ близки к полиамамидам из них изготавливают пленочные материалы и волокна.

ПУ обладают химической стойкостью к воздействию кислот, масел, воды. Сшитые (трехмерные, т. е. термореактивные) ПУ используют для получения эластомеров, пенопластов, волокон, клеев.

Термореактивные пластмассы. Связующее вещество в этих пластмассах термореактивные полимеры. Используются фенолформальдегидные, кремнийорганические эпоксидные смолы. Теплостойкость полимеров $200-350^\circ\text{C}$. Эпоксидные смолы способны к отверждению не только при повышенных, но и при комнатной температуре, без выделения побочных продуктов с минимальной усадкой. Это позволяет изготавливать из пластмасс на их основе крупногабаритные детали. Термореактивные пластмассы являются многокомпонентными, в их состав входят наполнители, а также: могут быть введены пластификаторы и красители.

Пластмассы с порошковым наполнителем. В качестве наполнителя используют органические и минеральные вещества перечисленные ранее. Минеральные наполнители придают материалу водостойкость, химическую стойкость, повышенные электроизоляционные свойства. Такие пластмассы изотропны, так как относятся к аморфным материалам, их механические свойства невысоки. Основное применение — не силовые детали, в основном электроизоляционного назначения. Композиции на основе эпоксидных смол используют при ремонте и восстановления изношенных деталей, исправления брака; литья (заполняют раковины).

Задания

1. Основные свойства и область применения полиэтилена
2. Основные и область применения полипропилена.
3. Основные свойства и область применения поливинилхлорида.

4. Основные свойства и область применения полистирола
5. Основные свойства и область применения фторопластов.
6. Основные свойства и область применения стекла органического.
7. Основные свойства и область применения капрона.
8. Основные свойства и область применения полиамидов.
9. Основные свойства и область применения поликарбоната.
10. Основные свойства и область применения поликарбоната.
11. Основные свойства и область применения полиакрила.
- 11Основные свойства и область применения полиуретана.
- 12Основные свойства и область применения стекловолоконитов.
- 13Основные свойства и область применения стеклогекстолитов.
- 14Основные свойства и область применения изопреновых резин.
- 15Основные свойства и область применения бутадиеновых резин.
- 16Основные свойства и область применения бутадиен-стирольных резин.

Вопросы к практическому занятию

1. История открытия пластмасс.
2. Классификация пластмасс
3. Термопласты.
4. Реактопласты.
5. Составляющие пластмасс.
6. Область применения пластмасс.
7. История открытия резины.
- 8.Натуральные и искусственные каучуки.
9. Составляющие резины.
- 10.Область применения резины.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература:

1. Материаловедение: учебное пособие / С. В. Давыдов, Д. А. Болдырев, Л. И. Попова, М. Н. Тюрков. - Материаловедение, 2026-10-01. - Электрон. дан. (1 файл). - Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 424 с. - электронный. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 978-5-9729-0417-4, экземпляров неограничено

2. Солнцев, Ю. П. Материаловедение: учебник для вузов / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин ; под редакцией Ю. П. Солнцева. - Материаловедение, 2023-07-26. - Электрон. дан. (1 файл). - Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2020. - 783 с. - электронный. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 078-5-93808-345-6, экземпляров неограничено

Дополнительная литература:

1. Материаловедение и технология конструкционных материалов : учеб. пособие / [О. С. Комаров, В. Н. Ковалевский, Л. Ф. Керженцева и др.] ; под общ. ред. О. С. Комарова. - 3-е изд., испр. и доп. - Минск : Новое знание, 2009. - 670 с. : ил. - (Техническое образование). - Гриф: Доп. УМО. - Библиогр.: с. 662. - ISBN 978-985-475-355-3

2. Колесов, С. Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов : учебник для вузов / [С. Н. Колесов, И. С. Колесов]. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 2008. - 536 с. : ил. - (Для высших учебных заведений. Энергетика, энергетическое машиностроение). - Гриф: Доп. МО. - Авт. указ. на обл. - Библиогр.: с. 525-526. - ISBN 978-5-06-005950-2

3. Оськин, В. А. Материаловедение. Технология конструкционных материалов : [учебник] / В.А. Оськин, В.В. Евсиков, Кн. 1. - М. : Колосс, 2007. - 447 с. : ил. - (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений). - Библиогр.: с. 441. - ISBN 978-5-9532-0369-2, экземпляров 26.

Интернет-ресурсы:

1. www.dprm.ru/materialovedenie
2. academia-moscow.ru

Программное обеспечение

Специальное программное обеспечение не требуется.

Список рекомендуемой литературы

Основная литература:

1. Материаловедение: учебное пособие / С. В. Давыдов, Д. А. Болдырев, Л. И. Попова, М. Н. Тюрков. - Материаловедение, 2026-10-01. - Электрон. дан. (1 файл). - Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 424 с. - электронный. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 978-5-9729-0417-4, экземпляров неограничено

2. Солнцев, Ю. П. Материаловедение: учебник для вузов / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин ; под редакцией Ю. П. Солнцева. - Материаловедение, 2023-07-26. - Электрон. дан. (1 файл). - Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2020. - 783 с. - электронный. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 078-5-93808-345-6, экземпляров неограничено

Дополнительная литература:

1. Материаловедение и технология конструкционных материалов : учеб. пособие / [О. С. Комаров, В. Н. Ковалевский, Л. Ф. Керженцева и др.] ; под общ. ред. О. С. Комарова. - 3-е изд., испр. и доп. - Минск : Новое знание, 2009. - 670 с. : ил. - (Техническое образование). - Гриф: Доп. УМО. - Библиогр.: с. 662. - ISBN 978-985-475-355-3

2. Колесов, С. Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов : учебник для вузов / [С. Н. Колесов, И. С. Колесов]. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 2008. - 536 с. : ил. - (Для высших учебных заведений. Энергетика, энергетическое машиностроение). - Гриф: Доп. МО. - Авт. указ. на обл. - Библиогр.: с. 525-526. - ISBN 978-5-06-005950-2

3. Оськин, В. А. Материаловедение. Технология конструкционных материалов : [учебник] / В.А. Оськин, В.В. Евсиков, Кн. 1. - М. : Колосс, 2007. - 447 с. : ил. - (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений). - Библиогр.: с. 441. - ISBN 978-5-9532-0369-2, экземпляров 26.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические рекомендации
по организации самостоятельной работы обучающихся
по дисциплине
«МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»
для студентов направления подготовки
27.03.01 Стандартизация и метрология

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Общая характеристика самостоятельной работы бакалавра по дисциплине «Материаловедение»	4
План-график выполнения самостоятельной работы	6
Методические рекомендации по изучению теоретического материала	8
Вопросы для собеседования	12
Литература	27

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы, прежде всего в связи с подписанием Болонской конвенции и вступлением России в международное образовательное сообщество, возрастает роль компетентностного подхода в подготовке бакалавров, который предусматривает переход от так называемой «знаниевой» парадигмы к системно-деятельностной. Возрастает роль самостоятельной работы студентов, и в связи с этим, особую значимость в практике современного образования приобретают формы и методы работы, которые стимулируют самостоятельность и творчество студентов.

Самостоятельная работа студентов – это планируемая учебная и научная работа, выполняемая по заданию преподавателя под его методическим и научным руководством. Это неотъемлемая составляющая образовательного процесса в высшем учебном заведении. Самостоятельная работа – это активные формы и методы обучения, это единство учебно-воспитательной и научно-производственной работы, это сотрудничество студента с преподавателем.

Самостоятельная работа может быть как аудиторной, так и внеаудиторной и включает: подготовку к аудиторным занятиям и выполнение соответствующих заданий; выполнение самостоятельных заданий в лабораторных практикумах и практических заданиях; работу над отдельными темами учебных дисциплин; выполнение контрольных и курсовых работ, написание рефератов; прохождение практик и выполнение предусмотренных ими заданий; подготовку ко всем видам контрольных испытаний; подготовку к итоговой аттестации и выполнение выпускной квалификационной работы; участие в научной и научно-методической работе, в научных и научно-практических конференциях, семинарах.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ БАКАЛАВРА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

Цель освоения дисциплины – ознакомление студентов со строением и свойствами машиностроительных материалов; методами оценки свойств машиностроительных материалов; классификацией и маркировкой основных материалов; способы обработки материалов.

Задачи дисциплины:

- ознакомление с физической сущностью явлений, происходящих в материалах при воздействии на них различных факторов в условиях производства и эксплуатации;
- установление зависимости между составом, строением и свойствами материалов;
- изучение теории и практики различных способов упрочнения материалов, обеспечивающих высокую надежность и долговечность деталей машин, инструментов и других изделий;
- изучение основных групп металлических и неметаллических материалов, их свойств и области применения.

Цель самостоятельного решения задач – обучение творчески думать, самостоятельно разбираться в различных вопросах применения способов упрочнения материалов, обеспечивающих высокую надежность и долговечность деталей машин, инструментов и других изделий. Знания, полученные в рамках изучения дисциплины необходимы на протяжении всей профессиональной деятельности. Самостоятельное решение задач значительно повышает учебную активность обучающихся, возбуждает их интерес к решению задач, стимулирует творческую инициативу. Таким образом, повышается эффективность занятия. Самостоятельное решение задач развивает мыслительную деятельность. Не имея возможности копировать решение задачи с доски, обучающийся вынужден сам разбираться в решении задачи, а потому и лучше готовится к занятиям. Самостоятельное решение математических и теоретических задач часто сокращает время, необходимое для опроса

обучающихся на занятиях, так как оценивать успехи учащихся в некоторых случаях можно и по итогам самостоятельного решения задач. Преподаватель получает возможность направлять индивидуальную работу студентов по решению задачи, предотвращать ошибки, указывать пути их исправления.

Цель самостоятельного изучения литературы: систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов; углубление и расширение теоретических знаний; формирование умений использовать нормативную, научную, справочную документацию и специальную литературу; развитие познавательных способностей и активности: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности; формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации; развитие исследовательских умений.

Цель подготовки к собеседованию - освоить материал, выносимый на самостоятельную работу студентов и предложенный преподавателем в соответствии с Государственными образовательными стандартами высшего профессионального образования по дисциплине "Материаловедение". В ходе собеседования преподаватель ориентирует студента на успешную сдачу экзамена.

Студент в ходе выполнения самостоятельной работы должен овладеть следующими компетенциями и индикаторами:

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-4. Способен анализировать качество сырья и материалов, полуфабрикатов и комплектующих	ИД-1 _{ПК-4} . Знает требования к качеству и безопасности используемых в производстве сырья, материалов и комплектующих изделий	Знает требования к качеству и безопасности используемых в производстве сырья, материалов и комплектующих изделий.

изделий	ИД-2 _{ПК-4} . Умеет оценивать влияние качества материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий на качество и безопасность готовой продукции; определять соответствие их характеристик нормативным, конструкторским и технологическим документам.	Умеет оценивать влияние качества материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий на качество и безопасность готовой продукции; определять соответствие их характеристик нормативным, конструкторским и технологическим документам.
	ИД-3 _{ПК-4} . Владеет навыками систематизации данных о фактическом уровне качества и безопасности поступающих сырья, материалов и комплектующих изделий, оформления производственно-технической документации.	Владеет навыками систематизации данных о фактическом уровне качества и безопасности поступающих сырья, материалов и комплектующих изделий, оформления производственно-технической документации.

ПЛАН-ГРАФИК ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

№ п/п	Темы для самостоятельного изучения	Срок изучения материалов
1	Тема 1. Строение и свойства металлов	1 неделя
2	Тема 2. Кристаллизация металлов и строение металлического слитка.	2 неделя
3	Тема 3. Деформация материалов.	3 неделя
4	Тема 4. Механические свойства металлов и сплавов.	4 неделя
5	Тема 5. Основы теории сплавов.	5 неделя
6	Тема 6. Железо и его сплавы.	6 неделя
7	Тема 7. Теория термической обработки стали.	7 неделя
8	Тема 8. Технология термической обработки стали.	8 неделя
9	Тема 9. Химико-термическая обработка стали.	9 неделя
10	Тема 10-11. Классификация сталей, чугунов и их маркировка.	10-11 неделя
11	Тема 12. Инструментальные стали.	12 неделя

12	Тема 13. Цветные металлы и сплавы.	13 неделя
13	Тема 14. Неметаллические материалы.	14 неделя
14	Тема 15. Композиционные материалы.	15 неделя
15	Тема 16. Порошковые материалы.	16 неделя
16	Выполнение индивидуального задания	1-16 неделя

Для успешного освоения дисциплины, необходимо выполнить следующие виды самостоятельной работы, используя рекомендуемые источники информации

№ п/ п	Виды самостоятельной работы	Рекомендуемые источники информации (№ источника)			
		Основна я	Дополнительн ая	Методическ ая	Интерне т- ресурсы
1	Подготовка к лекциям	1, 2	1, 2,3	1, 2, 3	1, 2, 3
2	Подготовка к практическим работам	1, 2	1, 2,3	1, 2, 3	1, 2, 3
3	Самостоятельное изучение литературы	1, 2	1, 2,3	1, 2, 3	1, 2, 3

Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Материаловедение: учебное пособие / С. В. Давыдов, Д. А. Болдырев, Л. И. Попова, М. Н. Тюрков. - Материаловедение, 2026-10-01. - Электрон. дан. (1 файл). - Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 424 с. - электронный. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 978-5-9729-0417-4, экземпляров неограничено

2. Солнцев, Ю. П. Материаловедение: учебник для вузов / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин ; под редакцией Ю. П. Солнцева. - Материаловедение, 2023-07-26. - Электрон. дан. (1 файл). - Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2020. - 783 с. - электронный. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 078-5-93808-345-6, экземпляров неограничено

Дополнительная литература

1. Материаловедение и технология конструкционных материалов : учеб. пособие / [О. С. Комаров, В. Н. Ковалевский, Л. Ф. Керженцева и др.] ; под общ. ред. О. С. Комарова. - 3-е изд., испр. и доп. - Минск : Новое знание, 2009. - 670 с. : ил. - (Техническое образование). - Гриф: Доп. УМО. - Библиогр.: с. 662. - ISBN 978-985-475-355-3

2. Колесов, С. Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов : учебник для вузов / [С. Н. Колесов, И. С. Колесов]. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 2008. - 536 с. : ил. - (Для высших учебных

заведений. Энергетика, энергетическое машиностроение). - Гриф: Доп. МО. - Авт. указ. на обл. - Библиогр.: с. 525-526. - ISBN 978-5-06-005950-2

3. Оськин, В. А. Материаловедение. Технология конструкционных материалов : [учебник] / В.А. Оськин, В.В. Евсиков, Кн. 1. - М. : КолосС, 2007. - 447 с. : ил. - (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений). - Библиогр.: с. 441. - ISBN 978-5-9532-0369-2, экземпляров 26.

Методическая литература

1. Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Материаловедение» – рукопись.

2. Методические указания по выполнению самостоятельной работы студентов по дисциплине «Материаловедение» – рукопись.

3. Конспект лекций по дисциплине «Материаловедение» – рукопись.

Интернет-ресурсы

1. [http:// biblioclub.ru/](http://biblioclub.ru/) Университетская библиотека онлайн.

2. <http://www.rsl.ru> – Российская государственная библиотека.

3 . <http://uisrussia.msu.ru> Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

Самостоятельная работа с учебниками и книгами (а также самостоятельное теоретическое исследование проблем, обозначенных преподавателем на лекциях) – это важнейшее условие формирования у себя научного способа познания. Основные советы здесь можно свести к следующим:

- Составить перечень книг, с которыми Вам следует познакомиться; «не старайтесь запомнить все, что вам в ближайшее время не понадобится, – советует студенту и молодому ученому Г. Селье, – запомните только, где это можно отыскать» (Селье, 1987. С. 325).

- Такой перечень должен быть систематизированным.
- Обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге.
- Разобраться для себя, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть.

- При составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями и научными руководителями (или даже с более подготовленными и эрудированными сокурсниками), которые помогут Вам лучше сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время...

- Естественно, все прочитанные книги, учебники и статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»:

можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц).

- Если книга – Ваша собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные для Вас мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора (это очень хороший совет, позволяющий экономить время и быстро находить «избранные» места в самых разных книгах).

- Если Вы раньше мало работали с научной литературой, то следует выработать в себе способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда Вам понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать), и это может занять немалое время (у кого-то – до нескольких недель и даже месяцев); опыт показывает, что после этого студент каким-то «чудом» начинает буквально заглатывать книги и чуть ли не видеть «сквозь обложку», стоящая это работа или нет...

- «Либо читайте, либо перелистывайте материал, но не пытайтесь читать быстро... Если текст меня интересует, то чтение, размышление и даже фантазирование по этому поводу сливаются в единый процесс, в то время как вынужденное скорочтение не только не способствует качеству чтения, но и не приносит чувства удовлетворения, которое мы получаем, размышляя о прочитанном», – советует Г. Селье (Селье, 1987. – С. 325-326).

- Есть еще один эффективный способ оптимизировать знакомство с научной литературой – следует увлечься какой-то идеей и все книги просматривать с точки зрения данной идеи. В этом случае молодой ученый будет как бы искать аргументы «за» или «против» интересующей его идеи, и одновременно он будет как бы общаться с авторами этих книг по поводу своих идей и размышлений... Проблема лишь в том, как найти «свою» идею...

Чтение научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации. От того на сколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия.

Выделяют **четыре основные установки в чтении научного текста**:

1. информационно-поисковый (задача – найти, выделить искомую информацию)
2. усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить как сами сведения излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений)
3. аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему)
4. творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и

т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к научному тексту связано существование и нескольких **видов чтения**:

1. библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;
2. просмотровое – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;
3. ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц, цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;
4. изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;
5. аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач.

Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым или в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках учебной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с научным текстом.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

1. Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения;
2. Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала;
3. Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала;
4. Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора;
5. Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие

виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Методические рекомендации по составлению конспекта:

1. Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта;
2. Выделите главное, составьте план;
3. Кратко сформулируйте основные положения текста, отметьте аргументацию автора;
4. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно.
5. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли.

В тексте конспекта желательно приводить не только тезисные положения, но и их доказательства. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Овладение навыками конспектирования требует от аспиранта целеустремленности, повседневной самостоятельной работы.

Практические занятия.

Для того чтобы практические занятия приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что упражнение и решение задач проводятся по вычитанному на лекциях материалу и связаны, как правило, с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса. Следует подчеркнуть, что только после усвоения лекционного материала с определенной точки зрения (а именно с той, с которой он излагается на лекциях) он будет закрепляться на практических занятиях как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью решения проблемных ситуаций, задач. При этих условиях студент не только хорошо усвоит материал, но и научится применять его на практике, а также получит дополнительный стимул (и это очень важно) для активной проработки лекции.

При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Если студент видит несколько путей решения проблемы (задачи), то нужно сравнить их и выбрать самый рациональный. Полезно до начала вычислений составить краткий план решения проблемы (задачи). Решение проблемных задач или примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Решения при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками.

Следует помнить, что решение каждой учебной задачи должно доводиться до окончательного логического ответа, которого требует условие, и по возможности с выводом. Полученный ответ следует проверить способами, вытекающими из существа данной задачи. Полезно также (если возможно) решать несколькими способами и сравнить полученные результаты. Решение задач данного типа нужно продолжать до приобретения твердых навыков в их решении.

Самопроверка.

После изучения определенной темы по записям в конспекте и учебнику, а также решения достаточного количества соответствующих задач на практических занятиях и самостоятельно студенту рекомендуется, используя лист опорных сигналов, воспроизвести по памяти определения, выводы формул, формулировки основных положений и доказательств. В случае необходимости нужно еще раз внимательно разобраться в материале.

Иногда недостаточность усвоения того или иного вопроса выясняется только при изучении дальнейшего материала. В этом случае надо вернуться назад и повторить плохо усвоенный материал. Важный критерий усвоения теоретического материала - умение решать задачи или пройти тестирование по пройденному материалу. Однако следует помнить, что правильное решение задачи может получиться в результате применения механически заученных формул без понимания сущности теоретических положений.

Консультации

Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала или при решении задач у студента возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для получения у него разъяснений или указаний. В своих вопросах студент должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения. За консультацией следует обращаться и в случае, если возникнут сомнения в правильности ответов на вопросы самопроверки.

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код оцениваемой компетенции, индикатора	Этап формирования компетенции (№ темы)	Средства и технологии оценки	Вид контроля, аттестация	Тип контроля	Наименование оценочного средства
6 семестр					
ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4 ИД-3ПК-4	Тема 1- 16	Собеседование	текущий	устный	вопросы для собеседования
ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4 ИД-3ПК-4	Тема 7-9	Индивидуальное задание	текущий	письменный	комплект индивидуальных заданий
ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4	Тема 1-16	Собеседование	промежуточный,	накопительный	

ИД-ЗПК-4			зачет с оценкой		
----------	--	--	--------------------	--	--

Вопросы для собеседования

Тема 1. Строение и свойства металлов

1. Что такое полиморфизм?
2. Дать определение атомно – кристаллическому строению металла.
3. Виды кристаллических решеток и их параметры.
4. Что такое анизотропия свойств кристалла?
5. В чем отличие изотропных кристаллов от анизотропных?
6. Дефекты кристаллической решетки.
7. Сущность процессов плавления и кристаллизации?
8. Что такое ликвация?
9. Виды ликваций и методы их устранения.

Тема 2. Кристаллизация металлов и строение металлического слитка

1. Первичная кристаллизация металлов.
2. Строение металлического слитка.
3. Полиморфные превращения.

Тема 3. Деформация материалов.

1. Что такое деформация?
2. Что такое надежность и долговечность?
3. Что такое упругая деформация?
4. Влияние упругой деформации на свойства материала.
5. Что такое пластическая деформация?
6. Влияние пластической деформации на свойства металлов и сплавов.

Тема 4. Механические свойства металлов и сплавов.

1. Понятие об основных механических свойствах металлов и сплавов.
2. Испытание на прочность.
3. Построение диаграмм растяжения.
4. Методы определения твердости.
5. Испытания на ударную вязкость.
6. Испытания на усталость.
7. Испытания на ползучесть материала.

Тема 5. Основы теории сплавов

1. Что такое компонент, фаза, физико-химическая система?
2. Что называется твердым раствором, механической смесью, химическим соединением?
3. Принципы построения диаграмм состояния сплавов.
4. Как строятся кривые охлаждения и нагревания сплавов?
5. Каково практическое применение диаграмм состояния сплавов?
6. Сущность эвтектического и эвтектоидного превращений и их различие?
7. Что такое правило Гиббса?

Тема 6. Железо и его сплавы.

1. Сущность и особенности мартенситного превращения?

2. Сущность превращений, происходящих при отпуске?
3. Что такое прокаливаемость стали и в чем ее технологическое значение?
4. Сущность и особенности термомеханической обработки стали?
5. Специальные виды закалки.

Тема 7. Теория термической обработки стали.

1. Фазовые превращения при нагреве.
2. Рост зерна аустенита при нагреве.
3. Мартенситное превращение в стали в легированных сталях.
4. Изотермическое превращение аустенита в легированных сталях.
5. Превращение аустенита при непрерывном охлаждении.
6. Термическое старение углеродистой стали.
7. Деформационное старение углеродистой стали.

Тема 8. Технология термической обработки стали.

1. Отжиг I рода.
2. Отжиг II рода.
3. Закалка стали.
4. Отпуск стали.
5. Термомеханическая обработка (ТМО) стали.
6. Поверхностная закалка стали.
7. Дефекты, возникающие при термической обработке стали.
8. Оборудование для термической обработки.

Тема 9. Химико-термическая обработка стали.

1. Цементация стали.
2. Азотирование.
3. Цианирование.
4. Нитроцементация.
5. Борирование
6. Диффузионная металлизация.
7. Силицирование.
8. Алитирование
9. Хромирование.
10. Цинкование.

Тема 10-11. Классификация сталей, чугунов и их маркировка.

1. В чем отличие серого чугуна от белого?
2. Назовите области применения различных чугунов.
3. Назовите материалы с особыми технологическими свойствами.
4. Что такое легирование и какова его цель?
5. Назовите группы конструкционных качественных сталей.
6. Расшифруйте марки сталей: 35, ВСт.4пс, 25Г, 20Л, АС40Е.
7. Опишите, каким образом маркируют чугуны.
8. Расшифруйте марки чугунов: СЧ 20, ВЧ 40-10, КЧ 30-5.
9. Что такое графит и как он влияет на свойства чугунов?
10. Какие требования предъявляют к конструкционным материалам?

Тема 12. Инструментальные стали.

1. Расшифруйте марки сталей: У10А, Р18, Р6М5К5, ХВГ, 9ХС.

2. Из каких материалов изготавливают измерительный инструмент и почему?
3. Назовите марки сталей, из которых изготавливают штампы для ГКМ и КГШП. Укажите их химический состав и опишите механические свойства.
4. Назовите какой инструмент изготавливают из инструментальной углеродистой стали.
5. Дайте определение понятию сверхтвердые материалы.
6. Отнесите представленные марки материалов к их группам: 7ХЗ, 5ХГМ, Х6ВФ, Р9, ТТ20К9, АСБ-6, У13.
7. Назовите отличия группы штамповых сталей для инструмента холодной обработки давлением от группы штамповых сталей для горячей обработки давлением.

Тема 13. Цветные металлы и сплавы.

1. Какие сплавы называются силуминами? Какова их особенность.
2. Назовите группы алюминиевых сплавов, которые не подвергаются упрочняющей термообработкой.
3. Расшифруйте марки сплавов: Д16, АМг5, АК4-1, ВТ20, ОТ4.
4. Какой сплав называют бронзами?
5. Укажите маркировку бронз.

Тема 14. Неметаллические материалы.

1. Пластические массы.
2. Классификация, строение и свойства пластмасс.
3. Покрытия из пластмасс.
4. Изготовление деталей из пластмасс.
5. Технология изготовления резины.
6. Вулканизация.
7. Свойства резины.
8. Основные виды резины и их назначение

Тема 15. Композиционные материалы.

1. Строение и классификация композиционных материалов.
2. Конструкционные композиционные материалы и их применение.
3. Экономическая эффективность применения композиционных материалов.

Тема 16. Порошковые материалы.

1. Какие материалы называют порошковыми?
2. Укажите особенности метода порошковой металлургии.
3. Дайте характеристику конструкционным порошковым материалам.
4. Какие металлические порошки называются антифрикционными и почему?
5. Назовите группу материалов для изготовления деталей, которые работают в условиях повышенного трения.
6. Каким свойством обладают подшипники, выполненные из пористых порошковых материалов.
7. Свойства антифрикционных порошковых материалов.

1. Критерии оценивания компетенций

Оценка «отлично» выставляется студенту, если продемонстрированы: уверенное владение информацией в полном объеме, навыки и умения реализуются для нестандартных условий обработки.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если продемонстрированы: владение информацией в полном объеме; уверенное владение умениями и навыками реализуются для типовых ситуаций уверенно.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если продемонстрированы: владение информацией в не полном объеме; владение умениями и навыками реализуются не в полном объеме.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если теоретические знания имеются, но они разрознены и бессистемны; умения и навыки реализуются для типовых ситуаций с ошибками.

2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя: диалог преподавателя со студентом и ответ студентом на вопросы по темам дисциплины. Перед собеседованием по теме студент должен выполнить и защитить лабораторные и практические работы.

Предлагаемые студенту задания позволяют проверить компетенции ИД-1_{ПК-4}, ИД-2_{ПК-2}, ИД-1_{ПК-3}. Освоение компетенций на повышенном уровне предполагает изучение дополнительной научной и учебной литературы и четкие ответы на вопросы без ошибок. При освоении компетенции на базовом уровне студент изучил основную литературу, при ответе возможны 2...3 негрубые ошибки.

Для подготовки к данному оценочному мероприятию необходимо изучить рекомендуемую литературу.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования своими конспектами лекций, методическими указаниями по дисциплине, тетрадями по практическим занятиям и лабораторным работам, справочными таблицами.

При проверке задания, оцениваются:

- степень усвоения программного материала;
- способность рассуждать и сопоставлять материал из разных источников;
- правильность и четкость ответов;
- правильность речи в быстром или умеренном темпе;
- умение использовать методическую, научную и техническую литературу;
- инициативность в поиске информации.

Оценочный лист

ПК	Пункты оценки	Отметка о сформированности
ИД-1 _{ПК-4} ,	степень усвоения программного материала	

ИД-2 _{ПК-4} , ИД-1 _{ПК-3}	способность рассуждать и сопоставлять материал из разных источников	
	способность связывать теорию с практикой, другими темами данного курса	
	правильность и четкость ответов	
	правильность речи в быстром или умеренном темпе	
	умение использовать методическую, научную и техническую литературу	
	инициативность в поиске информации	

Оценочные средства для индивидуальной работы по дисциплине «Материаловедение»

Структура работы:

1. Описать классификацию и маркировку по заданию.
2. Назначить материал и его химический состав и механические свойства.
3. Привести (при необходимости) технологию упрочнения полученного материала или изделия.
4. Описать свойства выбранного или полученного материала.
5. При необходимости привести схемы диаграмм состояния, кривых охлаждения.

Уровень обученности	Формулировка задания	Контролируемые компетенции или их части
Знать	Особенности строения, технологию получения и область применения сталей, сплавов и неметаллических материалов.	ИД-1 _{ПК-4} , ИД-2 _{ПК-4} , ИД-3 _{ПК-4}
Уметь	Пользоваться рекомендуемыми справочными материалами.	ИД-1 _{ПК-4} , ИД-2 _{ПК-4} , ИД-3 _{ПК-4}
Владеть	Методикой выбора и назначения сталей и сплавов для изготовления конкретных деталей машин и инструментов.	ИД-1 _{ПК-4} , ИД-2 _{ПК-4} , ИД-3 _{ПК-4}

Графическая часть выполняется в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации, ГОСТ 2.001 – 2013; ГОСТ 2.123 – 93 и выполняется в одной из систем автоматизированного проектирования.

1. Критерии оценивания компетенций

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если продемонстрированы: уверенное владение информацией в полном объеме, навыки и умения реализуются для нестандартных условий обработки или продемонстрированы навыки владения информацией в полном объеме; уверенное владение умениями и навыками реализуются для типовых ситуаций уверенно.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если теоретические знания имеются, но они разрознены и бессистемны; умения и навыки реализуются для типовых ситуаций с ошибками.

1. Описание шкалы оценивания

Максимально возможный балл за весь текущий контроль устанавливается равным 55. Текущее контрольное мероприятие считается сданным, если студент получил за него не

менее 60% от установленного для этого контроля максимального балла. Рейтинговый балл, выставаемый студенту за текущее контрольное мероприятие, сданное студентом в установленные графиком контрольных мероприятий сроки, определяется следующим образом:

Уровень выполнения контрольного задания	Рейтинговый балл (в % от максимального балла за контрольное задание)
Отличный	100
Хороший	80
Удовлетворительный	60
Неудовлетворительный	0

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя: темы индивидуальных заданий.

Предлагаемые студенту задания позволяют проверить компетенции ИД-1_{ПК-4}, ИД-2_{ПК-4}, ИД-3_{ПК-4}.

Для подготовки к данному оценочному мероприятию необходимо самостоятельное изучение литературы.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования любыми источниками.

При проверке задания, оцениваются последовательность и рациональность выполнения, точность расчетов.

Оценочный лист

ПК	Пункты оценки	Отметка о сформированности
ИД-1 _{ПК-4} , ИД-2 _{ПК-4} , ИД-3 _{ПК-4}	степень усвоения программного материала	
	способность рассуждать и сопоставлять материал из разных источников	
	способность связывать теорию с практикой, другими темами данного курса	
	правильность ответов	
	умение использовать методическую, научную и техническую литературу	
	инициативность в поиске информации	

Темы индивидуальных заданий

Вариант 1

1. Назначьте температуру закалки, охлаждающую среду и температуру отпуска пружин из стали 70. Опишите сущность происходящих превращений, микроструктуру и свойства стали после термической обработки.

2. Для изготовления резцов выбрана сталь Р6М5. Укажите состав и определите группу стали по назначению. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки, объяснив влияние легирования, на превращения происходящие при термической обработке данной стали. Опишите микроструктуру и главные свойства резцов после термической обработки.

3. Для некоторых деталей (щеки барабанов, шары дробильных мельниц и т.п.) выбрана сталь 110Г13. Укажите состав и определите группу стали по назначению. Назначьте

режим термической обработки и обоснуйте его выбор. Опишите микроструктуру стали и причины ее высокой устойчивости.

4. Для изготовления деталей в авиастроении применяется сплав МЛ5. Расшифруйте состав сплава, укажите способ изготовления деталей из данного сплава и опишите характеристики механических свойств этого сплава.

5. Полиамиды и полиуретаны. Опишите их состав, свойства и область применения в машиностроении.

Вариант 2

1. Выберите марку чугуна для изготовления отечественных деталей машин. Укажите состав, обработку, структуру и основные механические свойства.

2. Кулачки должны иметь минимальную деформацию и высокую износоустойчивость при твердости поверхностного слоя 750-1000HV. Для их изготовления выбрана сталь 35ХМЮА. Расшифруйте состав стали и определите группу стали по назначению. Назначьте и обоснуйте режим термической и химико-термической обработки, объяснив влияние легирования на превращения, происходящие, на всех этапах обработки данной стали. Опишите микроструктуру и свойства кулачков после термической обработки.

3. Для изготовления деталей, работающих в активных коррозионных средах выбрана сталь 14Х17Н2: а) расшифруйте состав и определите группу стали по назначению; б) объясните назначение легирующих элементов, введенных в эту сталь; в) назначьте и обоснуйте режим термической обработки и опишите структуру и свойства стали после обработки.

4. Для изготовления ряда деталей в авиастроении применяется сплав МА2. Расшифруйте состав, приведите характеристики механических свойств и укажите способ изготовления деталей из этого сплава.

5. Опишите антифрикционные покрытия металлов полимерами. Приведите характеристику их свойств и условия применения.

Вариант 3

1. Назначьте температуру закалки, охлаждающую среду и температуру отпуска деталей машин из стали 40Х, которые должны иметь твердость 28-35 HRC. Опишите сущность происходящих превращений при термической обработке, микроструктуру и свойства.

2. Для изготовления разверток выбрана сталь ХВСГ. Укажите состав и определите группу стали по назначению. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки. Опишите микроструктуру и свойства разверток после термической обработки.

3. В котлостроении используется сталь 12Х1МФ. Укажите состав и группу стали по назначению. Назначьте режим термической обработки, приведите его обоснование и опишите структуру стали после термической обработки. Как влияет температура эксплуатации на механические свойства данной стали?

4. Для изготовления деталей путем глубокой вытяжки применяют латунь Л68. Укажите состав и опишите структуру сплава. Назначьте режим термической обработки, применяемый между отдельными операциями вытяжки, и обоснуйте его выбор. Приведите общие характеристики механических свойств сплава.

5. Органическое стекло. Опишите его свойства и область применения в машиностроении.

Вариант 4

1. Назначьте температуру закалки, охлаждающую среду и температуру отпуска шпинделей для станков из стали МСт6, которые должны иметь твердость 35-40 HRC. Опишите микроструктуру и свойства изделий.

2. В результате термической обработки пружины должны получить высокую упругость. Для изготовления их выбрана сталь 60С2ХФА. Укажите состав, назначьте и обоснуйте режим термической обработки, объяснив влияние легирования на превращения,

происходящие, при термической обработке данной стали. Опишите структуру и свойства пружин после термической обработки.

3. В турбиностроении используют сталь 40X12H8Г8МФБ (ЭИ481). Укажите состав и определите группу стали по назначению. Назначьте режим термической обработки. Как влияет температура эксплуатации на механические свойства данной стали?

4. Для отливок сложной формы используют бронзу БрОФ7-0,2. Расшифруйте состав, опишите структуру, укажите термическую обработку, применяемую для снятия внутренних напряжений, возникающих в результате литья, и опишите механические свойства этой бронзы.

5. Опишите влияние порошковых и волокнистых наполнителей на свойства резины.

Вариант 5

1. Кратко изложите сущность процесса жидкостного высокотемпературного цианирования и применяемой после цианирования термической обработки.

2. Для изготовления фрез выбрана сталь 9ХС. Укажите состав и определите группу стали по назначению. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки, объяснив влияние легирования на превращения, происходящие при термической обработке данной стали. Опишите микроструктуру и свойства фрез после термической обработки.

3. Для элементов сопротивления выбран сплав манганин МНМц3-12. Расшифруйте состав сплава и укажите, к какой группе относится данный сплав по назначению. Опишите структуру и электротехнические характеристики этого сплава.

4. Для изготовления деталей самолета выбран сплав Д1. Расшифруйте состав, опишите способ упрочнения сплава и объясните природу упрочнения. Укажите характеристики механических свойств сплава.

5. Стекловолокнит СВМ. Опишите свойства, способ получения, изготовления деталей и применение его в машиностроении.

Вариант 6

1. Назначьте режим обработки шестерни из стали 40ХГР с твердостью зуба, равной 56-58HRC. Опишите микроструктуру и свойства поверхности зуба и сердцевины шестерни после термической обработки.

2. Для изготовления прошивочных пуансонов выбрана сталь Р18. Укажите, состав стали и определите, к какой группе по назначению относится данная сталь. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки, объяснив влияние легирования на превращения, происходящие, при термической обработке данной стали. Опишите микроструктуру и свойства пуансонов после термической обработки.

3. Для трубопроводов пароперегревателей используется сталь 09Х14Н16Б (ЭИ694). Укажите состав и определите группу стали по назначению. Назначьте режим термической обработки и приведите его обоснование. Опишите, влияние температуры на механические свойства стали. Укажите, микроструктуру стали после термической обработки.

4. Для изготовления деталей самолета выбран сплав АМг3. Укажите состав сплава, опишите, каким способом производится упрочнение этого сплава, и объясните природу упрочнения. Укажите характеристики механических свойств сплава.

5. Пленочные материалы, их разновидности, свойства и область применения в машиностроении.

Вариант 7

1. Назначьте температуру закалки, охлаждающую среду и температуру отпуска рессор из стали 65Г, которые должны иметь твердость 45-50 HRC. Опишите микроструктуру и свойства.

2. В результате термической обработки и химико-термической обработки шестерни должны получить твердый износостойчивый поверхностный слой при вязкой сердцевине. Для изготовления их выбрана сталь 18ХГТ. Укажите состав и определите группу стали по назначению. Назначьте и обоснуйте режим термической, химико-термической

обработки, объяснив влияние легирования на превращения, происходящие, на всех этапах термической обработки данной стали. Опишите микроструктуру и свойства поверхности и сердцевины шестерни после термической обработки.

3. Для деталей точных приборов выбран сплав элинвар. Укажите состав и определите к какой группе относится данный сплав по назначению. Опишите влияние легирующих элементов на основную характеристику сплава и причины выбора данного сплава.

4. Для деталей арматуры выбрана бронза БРОЦ4-4-2,5. Расшифруйте состав и опишите структуру сплава. Объясните назначение легирующих элементов. Приведите характеристики механических свойств сплава.

5. Фенолоформальдегидные слоистые пластики (полиэтилен и винипласт). Их свойства и область применения в машиностроении.

Вариант 8

1. Для изготовления метчиков выбрана сталь У10. Назначьте режим термической обработки, приведите его обоснование и укажите структуру и свойства метчиков в готовом виде.

2. В результате термической обработки червяки должны получить твердый износостойчивый поверхностный слой при вязкой сердцевине. Для их изготовления выбрана сталь 20ХГР. Укажите состав и группу стали по назначению. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки, объяснив влияние легирования на превращения, происходящие, при термической обработке данной стали. Опишите микроструктуру и свойства стали после термической обработки.

3. Для элементов сопротивления выбран сплав копель МНМц 43-0,5. Расшифруйте состав и укажите, к какой группе относится данный сплав по назначению. Опишите структуру и электротехнические характеристики этого сплава.

4. Для деталей арматуры выбрана бронза БРОФ10-1. Укажите состав и опишите структуру сплава. Объясните назначение легирующих элементов и приведите механические свойства сплава.

5. Жаропрочные керамические материалы. Состав, свойства и условия применения в машиностроении.

Вариант 9

1. Для изготовления плашек выбрана сталь У11А. Назначьте режим термической обработки, приведите его обоснование и укажите структуру и свойства плашек в готовом виде.

2. Для изготовления молотовых штампов выбрана сталь 5ХНВ. Укажите состав, назначьте и обоснуйте режим термической обработки, объяснив влияние легирования на превращения, происходящие, при термической обработке данной стали. Опишите структуру и главные свойства штампов после термической обработки.

3. Опишите характеристики жаропрочности, характер деформации и разрушения сплавов, работающих в условиях длительного нагружения при повышенных температурах.

4. Для заливки вкладышей ответственных подшипников скольжения выбран сплав Б83. Укажите состав и определите группу сплава по назначению. Зарисуйте и опишите микроструктуру сплава. Приведите основные требования, предъявляемые к баббитам.

5. Текстолиты. Влияние хлопчатобумажной, стеклянной и асбестовой тканей на свойства пластмасс. Укажите область применения текстолита в машиностроении.

Вариант 10

1. Назначьте температуру закалки, охлаждающую среду и температуру отпуска стальных болтов из стали МСт5, которые должны иметь твердость 207-230НВ. Опишите микроструктуру и свойства.

2. Копиры должны иметь минимальную деформацию и высокую износостойчивость при твердости поверхностного слоя 750-1000НВ. Для их изготовления выбрана сталь 38ХМФА. Укажите состав и определите группу сплава по назначению.

Назначьте и обоснуйте режим термической и химико-термической обработки, объяснив влияние легирования на превращения, происходящие, на всех этапах обработки данной стали. Опишите микроструктуру и свойства копиров после термической и химико-термической обработки.

3. Для дисков и роторов турбин используется сталь 15X12ВНМФ. Укажите состав и определите группу стали по назначению. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки и опишите структуру. Охарактеризуйте механические свойства стали.

4. Кратко изложите основы теории термической обработки алюминиевых сплавов в применении к промышленному сплаву дуралюмин. Укажите состав упрочняющих фаз, образующихся при старении дуралюмина.

5. Опишите релаксационные процессы полимеров с точки зрения их физического строения.

Вариант 11

1. В чем преимущества и недостатки поверхностного упрочнения стальных изделий при нагреве токами высокой частоты по сравнению с упрочнением методом цементации? Назовите, марки стали применяемые для этих видов обработки.

2. Для изготовления шаберов выбрана сталь Х05. Укажите состав и определите группу стали по назначению. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки. Опишите структуру и свойства стали после термической обработки.

3. Назначьте, марку жаропрочной стали (сильхром) для клапанов автомобильных и тракторных двигателей небольшой мощности. Укажите, состав стали, назначьте и обоснуйте режим термической обработки. Опишите структуру и свойства стали после термической обработки.

4. Для изготовления ряда деталей самолета выбран сплав Д16. Укажите состав и характеристики механических свойств сплава, после термической обработки. Опишите способ упрочнения этого сплава и объясните природу упрочнения.

5. Опишите стеклопластики. Укажите характеристики наполнителя по природе и форме. Требования к связующему. Преимущества и недостатки стеклопластиков.

Вариант 12

1. Выберите углеродистую сталь для изготовления напильников. Назначьте режим термической обработки, опишите сущность происходящих превращений, структуру и свойства инструмента после термической обработки.

2. В результате термической обработки пружины должны получить высокую упругость. Для их изготовления выбрана сталь 50ХГФА. Укажите состав, назначьте и обоснуйте режим термической обработки, объяснив влияние легирования на превращения, происходящие, при термической обработке данной стали. Опишите структуру и свойства пружин после термической обработки.

3. Для деталей, работающих в окислительной атмосфере, применяется сталь 12Х13. Укажите состав и определите класс стали по структуре. Объясните назначение хрома в данной стали и обоснуйте выбор марки стали для этих условий работы.

4. Для изготовления некоторых деталей двигателей внутреннего сгорания выбран сплав АК4. Расшифруйте состав, укажите способ изготовления деталей из данного сплава и приведите характеристики механических свойств сплава при повышенных температурах.

5. Физические основы сварки пластмасс. Опишите методы сварки с непосредственным нагревом.

Вариант 13

1. Назначьте температуру закалки, охлаждающую среду и температуру отпуска резьбовых калибров из стали У10А. Опишите сущность происходящих превращений, микроструктуру и твердость инструмента после термической обработки.

2. В результате термической обработки тяги должны получить повышенную прочность по всему сечению (твердость 250-280 НВ). Для их изготовления выбрана сталь 30ХМ. Укажите состав и определите группу стали по назначению. Назначьте и обоснуйте

режим термической обработки, объяснив влияние легирования на превращения, происходящие, при термической обработке данной стали. Опишите структуру и свойства стали после термической обработки.

3. Для деталей, работающих в контакте с крепкими кислотами, выбрана сталь 12Х17. Укажите состав и определите группу класс стали. Объясните причину введения хрома в эту сталь и обоснуйте выбор данной стали для указанных условий работы.

4. Для изготовления некоторых деталей в авиастроении применяется сплав МЛЗ. Расшифруйте состав, укажите способ изготовления деталей из этого сплава и опишите характеристики механических свойств.

5. Опишите пенопласты, их разновидности и свойства. Укажите области применения пенопластов в машиностроении.

Вариант 14

1. Назначьте температуру закалки, охлаждающую среду и температуру отпуска шпилек из стали МСт6, которые должны иметь твердость 207-230 НВ. Опишите их микроструктуру и свойства.

2. Для изготовления прошивочных пуансонов выбрана сталь Р18К5Ф2. Укажите состав стали и определите группу стали по назначению. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки, объяснив влияние легирования на превращения, происходящие, на всех этапах термической обработки данной стали. Опишите микроструктуру и свойства пуансонов после термической обработки.

3. Для реостатных приборов выбран сплав константин МНМц40-1.5. Расшифруйте состав, укажите, к какой группе относится этот сплав по назначению, опишите структуру и электрические характеристики этого сплава.

4. Для изготовления деталей в авиастроении применяется сплав МЛ5. Расшифруйте состав сплава, укажите способ изготовления деталей из данного сплава и опишите характеристики механических свойств этого сплава.

5. Опишите релаксационные процессы полимеров с точки зрения их физического строения.

Вариант 15

1. Для отливки деталей автомобилей и ряда машин, работающих в условиях динамических нагрузок, используют ковкие чугуны. Назначьте марку чугуна, укажите состав, обработку, структуру и механические свойства.

2. Для изготовления штампов, обрабатывающих металл в горячем состоянии, выбрана сталь 5ХНТ. Укажите состав, назначьте режим термической обработки, приведите его обоснование, объяснив влияние легирования, на превращения происходящие при термической обработке данной стали. Опишите структуру и свойства штампов после термической обработки.

3. В машиностроении используется сталь ШХ15. Укажите состав и определите группу стали по назначению. Назначьте режим термической обработки и приведите его обоснование. Опишите структуру и свойства стали после термической обработки.

4. Для изготовления некоторых деталей двигателя внутреннего сгорания выбран сплав АК2. Укажите состав, способ изготовления деталей из этого сплава и опишите характеристики механических свойств.

5. Опишите механизм и характер деформации полимеров в стеклообразном и вязкотекучем состояниях. Укажите область применения полимеров в этих состояниях.

Вариант 16

1. Выберите сталь для изготовления рессор. Назначьте режим термической обработки, опишите микроструктуру и свойства рессор в готовом виде. Каким способом можно повысить усталостную прочность рессор?

2. Для изготовления машинных метчиков выбрана сталь Р10К5Ф5. Укажите состав и определите группу стали по назначению. Назначьте режим термической обработки, приведите его обоснование, объяснив влияние легирования на превращения, происходящие

на всех этапах термической обработки данной стали. Опишите структуру и свойства стали после термической обработки.

3. Для изготовления деталей, работающих в активных коррозионных средах, выбрана сталь 08X17T. Укажите состав и определите группу стали по назначению. Объясните назначение легирующих элементов, введенных в эту сталь.

4. Для изготовления некоторых деталей самолета выбран сплав В95. Укажите состав сплава, опишите способ его упрочнения, объяснив природу упрочнения, и укажите характеристики механических свойств сплава.

5. Опишите теплостойкие и жаропрочные пластмассы (с теплостойкостью выше 200°C). Укажите условия их применения.

Вариант 17

1. Назначьте режим термической и химико-термической обработки шестерни из стали 20X с твердостью зуба 58-62HRC. Опишите микроструктуру и свойства поверхности и сердцевины зуба после термической обработки.

2. В результате термической обработки пружины должны получить высокую упругость. Для их изготовления выбрана сталь 70C3A. Укажите состав и определите группу стали по назначению. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки, объяснив влияние легирования на превращения, происходящие, при термической обработке данной стали. Опишите структуру и свойства пружин после термической обработки.

3. Для изготовления постоянных магнитов сечением 50x50 мм выбран сплав ЕХ. Укажите состав и группу стали по назначению. Назначьте режим термической обработки, приведите его обоснование и опишите структуру сплава после обработки. Объясните, почему в данном случае нельзя применять сталь У12.

4. Для изготовления некоторых деталей самолета выбран сплав АМг. Расшифруйте состав, опишите способ упрочнения этого сплава, объяснив природу упрочнения. Приведите характеристики механических свойств сплава.

5. Укажите состав и свойства керамики, применяемой в электроприборостроении.

Вариант 18

1. Выберите углеродистую сталь для изготовления разверток. Назначьте режим термической обработки, опишите сущность происходящих превращений, структуру и свойства инструмента.

2. В результате термической обработки шестерни должны получить твердый износоустойчивый поверхностный слой при вязкой сердцевине. Для их изготовления выбрана сталь 12ХН3А. Укажите состав и определите группу стали по назначению. Назначьте режим термической и химико-термической обработки, приведите его обоснование, объяснив влияние легирования на превращения, происходящие, на всех этапах обработки данной стали. Опишите структуру и свойства стали после термической обработки.

3. Укажите металлокерамические твердые сплавы для изготовления режущего инструмента. Опишите их строение, состав, свойства и способ изготовления.

4. Для изготовления некоторых деталей самолета выбран сплав В95Т1. Укажите состав и характеристики механических свойств после термической обработки. Опишите, каким способом производится упрочнение этого сплава, и объясните природу упрочнения.

5. Пленочные материалы, их разновидность, свойства и область применения в машиностроении.

Вариант 19

1. Выберите углеродистую сталь для изготовления пил. Назначьте режим термической обработки, опишите сущность происходящих превращений, структуру и свойства инструмента.

2. Для изготовления деталей штампов, обрабатывающих металл в горячем состоянии, выбрана сталь 5ХНМА. Укажите состав, назначьте и обоснуйте режим термической обработки, объяснив влияние легирования на превращения, происходящие, при термической обработке этой стали. Опишите микроструктуру и свойства штампов после термической

обработки.

3. Назначьте нержавеющую сталь для работы в слабоагрессивных средах (водные растворы солей и т.п.). Приведите, химический состав стали, необходимую термическую обработку и получаемую структуру. Объясните, физическую природу коррозионной устойчивости стали и роль каждого легирующего элемента.

4. Для обшивки летательных аппаратов использован сплав ВТ6. Приведите состав сплава, режим упрочняющей термической обработки и получаемую структуру. Опишите процессы, протекающие при термической обработке. Какими преимуществами обладает сплав ВТ6 по сравнению с ВТ5?

5. Пластмассы. Состав и строение. Применение пластмасс в литейном производстве.

Вариант 20

1. Назначьте температуру закалки, охлаждающую среду и температуру отпуска измерительного инструмента из стали У9А. Опишите микроструктуру и твердость инструмента после термической обработки.

2. Для изготовления пресс-форм выбрана сталь 3Х2В8. Укажите состав и определите группу стали по назначению. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки, объяснив влияние легирования на превращения, происходящие, при термической обработке данной стали. Опишите структуру и свойства пресс-форм после термической обработки.

3. Для некоторых приборов точной механики выбран сплав инвар Н36. Укажите состав и определите группу сплава по назначению. Опишите влияние легирующих элементов на основную характеристику сплава и причины выбора данного сплава (в связи с аномалией изменения коэффициента термического расширения).

4. Назначьте марку латуни, коррозионно-устойчивой в морской воде. Расшифруйте ее состав и опишите структуру, используя диаграмму состояния медь-цинк. Укажите способ упрочнения латуни и основные свойства.

5. Опишите принципиальное отличие процессов кристаллизации полимеров и металлов.

Вариант 21

1. Назначьте температуру закалки, охлаждающую среду и температуру отпуска зубил из стали У8. Опишите структуру и твердость инструмента после термической обработки.

2. В результате термической обработки полуоси должны получить повышенную прочность по всему сечению (твердость 230-280НВ). Для изготовления их выбрана сталь 40ХНР. Укажите состав и определите группу стали по назначению. Назначьте режим термической обработки, приведите его обоснование, объяснив влияние легирования на превращения, происходящие, при термической обработке данной стали. Опишите структуру и свойства стали после термической обработки.

3. Для некоторых деталей в самолето- и ракетостроении применяются титановые сплавы ВТ5-1, ВТ14. Укажите их состав, назначьте режим термической обработки и обоснуйте его выбор. Опишите микроструктуру сплавов и причины их использования в данной области.

4. Металлокерамические жаропрочные сплавы. Состав, свойства и область применения в машиностроении.

5. Термореактивные пластмассы, их особенности и область применения.

Вариант 22

1. Назначьте температуру закалки, охлаждающую среду и температуру отпуска зубил из стали У7. Опишите сущность происходящих превращений, микроструктуру и твердость инструмента после термической обработки.

2. В результате термической обработки рычаги должны получить повышенную прочность по всему сечению (твердость 28...35HRC). Для изготовления их выбрана сталь 35ХМА. Укажите состав и определите группу стали по назначению. Назначьте режим термической обработки, приведите его обоснование. Опишите микроструктуру и свойства стали после термической обработки.

3. Для изготовления деталей подшипников качения (роликов, шариков и др.) выбрана сталь ШХ9. Укажите состав, назначьте и обоснуйте режим термической обработки, объяснив влияние легирования на превращения, происходящие при термической обработке данной стали. Опишите микроструктуру и свойства стали после термической обработки.

4. Для изготовления деталей самолета выбран сплав ВТ22. Укажите состав и приведите механические свойства сплава. Опишите, каким способом производится упрочнение этого сплава и объясните природу упрочнения.

5. Древесные материалы. Укажите их свойства, достоинства и недостатки, а также область применения в машиностроении.

Вариант 23

1. Пружина из стали 75 после правильно выполненной закалки и последующего отпуска имеет твердость значительно выше, чем это предусматривается техническими условиями. Чем вызван этот дефект, и как можно его исправить? Укажите структуру и твердость, которые обеспечивают высокие упругие свойства пружин.

2. Для изготовления машинных метчиков и плашек выбрана сталь Р9Ф5. Укажите состав, назначьте и обоснуйте режим термической обработки, объяснив влияние легирующих элементов на превращения, происходящие на всех этапах термической обработки. Опишите микроструктуру и свойства стали после термической обработки.

3. Для изготовления силовых лопаток авиационных газовых турбин выбран сплав ХН77ТЮР (ЭИ437Б). Укажите состав и определите группу сплава по назначению. Назначьте режим термической обработки и опишите влияние температуры на характеристики жаропрочности этого сплава в сравнении с жаропрочными сталями.

4. Для изготовления ряда деталей в судостроении применяется латунь ЛО70-1. Укажите состав и опишите структуру сплава. Приведите общую характеристику механических свойств сплава и причины введения олова в данную латунь.

5. Опишите полярные термопластические пластмассы (полиамиды, пентон, поликарбонаты и др.). Их состав, свойства и область применения.

Вариант 24

1. Укажите температуры, при которых производится процесс прочностного азотирования. Объясните, почему азотирование не производится при температурах ниже 500 и выше 700°C (используя диаграмму состояния железо-азот). Назовите марки сталей, применяемых для азотирования, и опишите полный цикл их термической и химико-термической обработки.

2. Для изготовления штампов выбрана сталь 6ХС. Укажите состав и определите группу стали по назначению. Назначьте режим термической обработки, приведите его обоснование. Опишите микроструктуру и свойства стали после термической обработки.

3. Назначьте марку жаропрочной стали (сильхром) для клапанов автомобильных двигателей небольшой мощности. Укажите состав, назначьте и обоснуйте режим термической обработки стали. Опишите микроструктуру и основные свойства стали после термической обработки.

4. Для изготовления токопроводящих упругих элементов выбрана бронза БрБНТ-1,7. Приведите химический состав, режим термической обработки и получаемые механические свойства сплава. Опишите процессы, происходящие при термической обработке, и объясните природу упрочнения в связи с диаграммой состояния медь-бериллий.

5. Опишите термо- и реактопласты. В чем различие их по структуре и свойствам?

Вариант 25

1. В результате термической обработки некоторые детали машин должны иметь твердый износостойчивый поверхностный слой при вязкой сердцевине. Для изготовления их выбрана сталь 15ХФ. Укажите состав и определите группу стали по назначению. Назначьте режим термической и химико-термической обработки, приведите его обоснование, объяснив влияние легирования на превращения, происходящие на всех этапах термической обработки данной стали. Опишите структуру и свойства стали после термической обработки.

2. В результате термической обработки коленчатые валы судовых и автомобильных двигателей должны получить повышенную прочность по всему сечению (твердость 250-280НВ). Для изготовления их выбрана сталь 40ХФА. Укажите состав и определите группу стали по назначению. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки, объяснив влияние легирования на превращения при термической обработке данной стали. Опишите структуру и свойства стали после термической обработки.

3. Для деталей, работающих в слабых агрессивных средах, применяется сталь 30Х13. Укажите состав и определите группу стали по структуре. Объясните назначение хрома в данной стали, назначьте и обоснуйте режим термической обработки.

4. Для изготовления токопроводящих упругих элементов выбран сплав БрБНТ-1,9. Приведите химический состав, режим термической обработки и получаемые механические свойства материала. Опишите процессы, происходящие при термической обработке, и объясните природу упрочнения в связи с диаграммой состояния медь бериллий.

5. Опишите ситаллы и методы их получения. Влияние состава и величины кристаллов на свойства ситаллов. Область их применения.

Литература

1. В. Сенашенко. Самостоятельная работа студентов: актуальные проблемы / В. Сенашенко, Н. Жалнина // Высшее образование в России №7, 2006. – с. 103-109.

2. Методические рекомендации для студентов по организации самостоятельной работы. Разработано директором департамента по учебно-методической работе Т.Н. Фадеевой, начальником методического отдела Е.Е. Дурневой // МГГУ им. М.А. Шолохова. Москва, 2010. – 48 с.

3. ГОСТ 2.104-98 ЕСКД. Основные надписи. – М. : Изд. стандартов, 1998.

4. ГОСТ 2.105-95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам. – М. : Госстандарт, 1995.

5. ГОСТ 7.203. Библиографическая запись. Библиографическое описание. – М. : ИПК Изд. стандартов, 2003.

6. ГОСТ 2.106-96 ЕСКД. Текстовые документы.

7. ГОСТ 8.417-2002. ГСИ. Единицы величин.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические рекомендации
по организации самостоятельной работы обучающихся
по дисциплине
«МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»
для студентов направления подготовки
27.03.01 Стандартизация и метрология

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Общая характеристика самостоятельной работы бакалавра по дисциплине «Материаловедение»	4
План-график выполнения самостоятельной работы	6
Методические рекомендации по изучению теоретического материала	8
Вопросы для собеседования	12
Литература	27

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы, прежде всего в связи с подписанием Болонской конвенции и вступлением России в международное образовательное сообщество, возрастает роль компетентностного подхода в подготовке бакалавров, который предусматривает переход от так называемой «знаниевой» парадигмы к системно-деятельностной. Возрастает роль самостоятельной работы студентов, и в связи с этим, особую значимость в практике современного образования приобретают формы и методы работы, которые стимулируют самостоятельность и творчество студентов.

Самостоятельная работа студентов – это планируемая учебная и научная работа, выполняемая по заданию преподавателя под его методическим и научным руководством. Это неотъемлемая составляющая образовательного процесса в высшем учебном заведении. Самостоятельная работа – это активные формы и методы обучения, это единство учебно-воспитательной и научно-производственной работы, это сотрудничество студента с преподавателем.

Самостоятельная работа может быть как аудиторной, так и внеаудиторной и включает: подготовку к аудиторным занятиям и выполнение соответствующих заданий; выполнение самостоятельных заданий в лабораторных практикумах и практических заданиях; работу над отдельными темами учебных дисциплин; выполнение контрольных и курсовых работ, написание рефератов; прохождение практик и выполнение предусмотренных ими заданий; подготовку ко всем видам контрольных испытаний; подготовку к итоговой аттестации и выполнение выпускной квалификационной работы; участие в научной и научно-методической работе, в научных и научно-практических конференциях, семинарах.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ БАКАЛАВРА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

Цель освоения дисциплины – ознакомление студентов со строением и свойствами машиностроительных материалов; методами оценки свойств машиностроительных материалов; классификацией и маркировкой основных материалов; способы обработки материалов.

Задачи дисциплины:

- ознакомление с физической сущностью явлений, происходящих в материалах при воздействии на них различных факторов в условиях производства и эксплуатации;
- установление зависимости между составом, строением и свойствами материалов;
- изучение теории и практики различных способов упрочнения материалов, обеспечивающих высокую надежность и долговечность деталей машин, инструментов и других изделий;
- изучение основных групп металлических и неметаллических материалов, их свойств и области применения.

Цель самостоятельного решения задач – обучение творчески думать, самостоятельно разбираться в различных вопросах применения способов упрочнения материалов, обеспечивающих высокую надежность и долговечность деталей машин, инструментов и других изделий. Знания, полученные в рамках изучения дисциплины необходимы на протяжении всей профессиональной деятельности. Самостоятельное решение задач значительно повышает учебную активность обучающихся, возбуждает их интерес к решению задач, стимулирует творческую инициативу. Таким образом, повышается эффективность занятия. Самостоятельное решение задач развивает мыслительную деятельность. Не имея возможности копировать решение задачи с доски, обучающийся вынужден сам разбираться в решении задачи, а потому и лучше готовится к занятиям. Самостоятельное решение математических и теоретических задач часто сокращает время, необходимое для опроса

обучающихся на занятиях, так как оценивать успехи учащихся в некоторых случаях можно и по итогам самостоятельного решения задач. Преподаватель получает возможность направлять индивидуальную работу студентов по решению задачи, предотвращать ошибки, указывать пути их исправления.

Цель самостоятельного изучения литературы: систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов; углубление и расширение теоретических знаний; формирование умений использовать нормативную, научную, справочную документацию и специальную литературу; развитие познавательных способностей и активности: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности; формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации; развитие исследовательских умений.

Цель подготовки к собеседованию - освоить материал, выносимый на самостоятельную работу студентов и предложенный преподавателем в соответствии с Государственными образовательными стандартами высшего профессионального образования по дисциплине "Материаловедение". В ходе собеседования преподаватель ориентирует студента на успешную сдачу экзамена.

Студент в ходе выполнения самостоятельной работы должен овладеть следующими компетенциями и индикаторами:

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-4. Способен анализировать качество сырья и материалов, полуфабрикатов и комплектующих	ИД-1 _{ПК-4} . Знает требования к качеству и безопасности используемых в производстве сырья, материалов и комплектующих изделий	Знает требования к качеству и безопасности используемых в производстве сырья, материалов и комплектующих изделий.

изделий	ИД-2 _{ПК-4} . Умеет оценивать влияние качества материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий на качество и безопасность готовой продукции; определять соответствие их характеристик нормативным, конструкторским и технологическим документам.	Умеет оценивать влияние качества материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий на качество и безопасность готовой продукции; определять соответствие их характеристик нормативным, конструкторским и технологическим документам.
	ИД-3 _{ПК-4} . Владеет навыками систематизации данных о фактическом уровне качества и безопасности поступающих сырья, материалов и комплектующих изделий, оформления производственно-технической документации.	Владеет навыками систематизации данных о фактическом уровне качества и безопасности поступающих сырья, материалов и комплектующих изделий, оформления производственно-технической документации.

ПЛАН-ГРАФИК ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

№ п/п	Темы для самостоятельного изучения	Срок изучения материалов
1	Тема 1. Строение и свойства металлов	1 неделя
2	Тема 2. Кристаллизация металлов и строение металлического слитка.	2 неделя
3	Тема 3. Деформация материалов.	3 неделя
4	Тема 4. Механические свойства металлов и сплавов.	4 неделя
5	Тема 5. Основы теории сплавов.	5 неделя
6	Тема 6. Железо и его сплавы.	6 неделя
7	Тема 7. Теория термической обработки стали.	7 неделя
8	Тема 8. Технология термической обработки стали.	8 неделя
9	Тема 9. Химико-термическая обработка стали.	9 неделя
10	Тема 10-11. Классификация сталей, чугунов и их маркировка.	10-11 неделя
11	Тема 12. Инструментальные стали.	12 неделя

12	Тема 13. Цветные металлы и сплавы.	13 неделя
13	Тема 14. Неметаллические материалы.	14 неделя
14	Тема 15. Композиционные материалы.	15 неделя
15	Тема 16. Порошковые материалы.	16 неделя
16	Выполнение индивидуального задания	1-16 неделя

Для успешного освоения дисциплины, необходимо выполнить следующие виды самостоятельной работы, используя рекомендуемые источники информации

№ п/ п	Виды самостоятельной работы	Рекомендуемые источники информации (№ источника)			
		Основна я	Дополнительн ая	Методическ ая	Интерне т- ресурсы
1	Подготовка к лекциям	1, 2	1, 2,3	1, 2, 3	1, 2, 3
2	Подготовка к практическим работам	1, 2	1, 2,3	1, 2, 3	1, 2, 3
3	Самостоятельное изучение литературы	1, 2	1, 2,3	1, 2, 3	1, 2, 3

Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Материаловедение: учебное пособие / С. В. Давыдов, Д. А. Болдырев, Л. И. Попова, М. Н. Тюрков. - Материаловедение, 2026-10-01. - Электрон. дан. (1 файл). - Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 424 с. - электронный. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 978-5-9729-0417-4, экземпляров неограничено

2. Солнцев, Ю. П. Материаловедение: учебник для вузов / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин ; под редакцией Ю. П. Солнцева. - Материаловедение, 2023-07-26. - Электрон. дан. (1 файл). - Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2020. - 783 с. - электронный. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 078-5-93808-345-6, экземпляров неограничено

Дополнительная литература

1. Материаловедение и технология конструкционных материалов : учеб. пособие / [О. С. Комаров, В. Н. Ковалевский, Л. Ф. Керженцева и др.] ; под общ. ред. О. С. Комарова. - 3-е изд., испр. и доп. - Минск : Новое знание, 2009. - 670 с. : ил. - (Техническое образование). - Гриф: Доп. УМО. - Библиогр.: с. 662. - ISBN 978-985-475-355-3

2. Колесов, С. Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов : учебник для вузов / [С. Н. Колесов, И. С. Колесов]. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 2008. - 536 с. : ил. - (Для высших учебных

заведений. Энергетика, энергетическое машиностроение). - Гриф: Доп. МО. - Авт. указ. на обл. - Библиогр.: с. 525-526. - ISBN 978-5-06-005950-2

3. Оськин, В. А. Материаловедение. Технология конструкционных материалов : [учебник] / В.А. Оськин, В.В. Евсиков, Кн. 1. - М. : КолосС, 2007. - 447 с. : ил. - (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений). - Библиогр.: с. 441. - ISBN 978-5-9532-0369-2, экземпляров 26.

Методическая литература

1. Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Материаловедение» – рукопись.

2. Методические указания по выполнению самостоятельной работы студентов по дисциплине «Материаловедение» – рукопись.

3. Конспект лекций по дисциплине «Материаловедение» – рукопись.

Интернет-ресурсы

1. [http:// biblioclub.ru/](http://biblioclub.ru/) Университетская библиотека онлайн.

2. <http://www.rsl.ru> – Российская государственная библиотека.

3 . <http://uisrussia.msu.ru> Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

Самостоятельная работа с учебниками и книгами (а также самостоятельное теоретическое исследование проблем, обозначенных преподавателем на лекциях) – это важнейшее условие формирования у себя научного способа познания. Основные советы здесь можно свести к следующим:

- Составить перечень книг, с которыми Вам следует познакомиться; «не старайтесь запомнить все, что вам в ближайшее время не понадобится, – советует студенту и молодому ученому Г. Селье, – запомните только, где это можно отыскать» (Селье, 1987. С. 325).

- Такой перечень должен быть систематизированным.
- Обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге.
- Разобраться для себя, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть.

- При составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями и научными руководителями (или даже с более подготовленными и эрудированными сокурсниками), которые помогут Вам лучше сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время...

- Естественно, все прочитанные книги, учебники и статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»:

можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц).

- Если книга – Ваша собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные для Вас мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора (это очень хороший совет, позволяющий экономить время и быстро находить «избранные» места в самых разных книгах).

- Если Вы раньше мало работали с научной литературой, то следует выработать в себе способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда Вам понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать), и это может занять немалое время (у кого-то – до нескольких недель и даже месяцев); опыт показывает, что после этого студент каким-то «чудом» начинает буквально заглатывать книги и чуть ли не видеть «сквозь обложку», стоящая это работа или нет...

- «Либо читайте, либо перелистывайте материал, но не пытайтесь читать быстро... Если текст меня интересует, то чтение, размышление и даже фантазирование по этому поводу сливаются в единый процесс, в то время как вынужденное скорочтение не только не способствует качеству чтения, но и не приносит чувства удовлетворения, которое мы получаем, размышляя о прочитанном», – советует Г. Селье (Селье, 1987. – С. 325-326).

- Есть еще один эффективный способ оптимизировать знакомство с научной литературой – следует увлечься какой-то идеей и все книги просматривать с точки зрения данной идеи. В этом случае молодой ученый будет как бы искать аргументы «за» или «против» интересующей его идеи, и одновременно он будет как бы общаться с авторами этих книг по поводу своих идей и размышлений... Проблема лишь в том, как найти «свою» идею...

Чтение научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации. От того на сколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия.

Выделяют **четыре основные установки в чтении научного текста**:

1. информационно-поисковый (задача – найти, выделить искомую информацию)
2. усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить как сами сведения излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений)
3. аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему)
4. творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и

т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к научному тексту связано существование и нескольких **видов чтения**:

1. библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;
2. просмотровое – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;
3. ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц, цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;
4. изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;
5. аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач.

Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым или в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках учебной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с научным текстом.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

1. Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения;
2. Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала;
3. Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала;
4. Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора;
5. Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие

виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Методические рекомендации по составлению конспекта:

1. Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта;
2. Выделите главное, составьте план;
3. Кратко сформулируйте основные положения текста, отметьте аргументацию автора;
4. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно.
5. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли.

В тексте конспекта желательно приводить не только тезисные положения, но и их доказательства. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Овладение навыками конспектирования требует от аспиранта целеустремленности, повседневной самостоятельной работы.

Практические занятия.

Для того чтобы практические занятия приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что упражнение и решение задач проводятся по вычитанному на лекциях материалу и связаны, как правило, с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса. Следует подчеркнуть, что только после усвоения лекционного материала с определенной точки зрения (а именно с той, с которой он излагается на лекциях) он будет закрепляться на практических занятиях как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью решения проблемных ситуаций, задач. При этих условиях студент не только хорошо усвоит материал, но и научится применять его на практике, а также получит дополнительный стимул (и это очень важно) для активной проработки лекции.

При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Если студент видит несколько путей решения проблемы (задачи), то нужно сравнить их и выбрать самый рациональный. Полезно до начала вычислений составить краткий план решения проблемы (задачи). Решение проблемных задач или примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Решения при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками.

Следует помнить, что решение каждой учебной задачи должно доводиться до окончательного логического ответа, которого требует условие, и по возможности с выводом. Полученный ответ следует проверить способами, вытекающими из существа данной задачи. Полезно также (если возможно) решать несколькими способами и сравнить полученные результаты. Решение задач данного типа нужно продолжать до приобретения твердых навыков в их решении.

Самопроверка.

После изучения определенной темы по записям в конспекте и учебнику, а также решения достаточного количества соответствующих задач на практических занятиях и самостоятельно студенту рекомендуется, используя лист опорных сигналов, воспроизвести по памяти определения, выводы формул, формулировки основных положений и доказательств. В случае необходимости нужно еще раз внимательно разобраться в материале.

Иногда недостаточность усвоения того или иного вопроса выясняется только при изучении дальнейшего материала. В этом случае надо вернуться назад и повторить плохо усвоенный материал. Важный критерий усвоения теоретического материала - умение решать задачи или пройти тестирование по пройденному материалу. Однако следует помнить, что правильное решение задачи может получиться в результате применения механически заученных формул без понимания сущности теоретических положений.

Консультации

Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала или при решении задач у студента возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для получения у него разъяснений или указаний. В своих вопросах студент должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения. За консультацией следует обращаться и в случае, если возникнут сомнения в правильности ответов на вопросы самопроверки.

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код оцениваемой компетенции, индикатора	Этап формирования компетенции (№ темы)	Средства и технологии оценки	Вид контроля, аттестация	Тип контроля	Наименование оценочного средства
6 семестр					
ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4 ИД-3ПК-4	Тема 1- 16	Собеседование	текущий	устный	вопросы для собеседования
ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4 ИД-3ПК-4	Тема 7-9	Индивидуальное задание	текущий	письменный	комплект индивидуальных заданий
ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4	Тема 1-16	Собеседование	промежуточный,	накопительный	

ИД-ЗПК-4			зачет с оценкой		
----------	--	--	--------------------	--	--

Вопросы для собеседования

Тема 1. Строение и свойства металлов

1. Что такое полиморфизм?
2. Дать определение атомно – кристаллическому строению металла.
3. Виды кристаллических решеток и их параметры.
4. Что такое анизотропия свойств кристалла?
5. В чем отличие изотропных кристаллов от анизотропных?
6. Дефекты кристаллической решетки.
7. Сущность процессов плавления и кристаллизации?
8. Что такое ликвация?
9. Виды ликваций и методы их устранения.

Тема 2. Кристаллизация металлов и строение металлического слитка

1. Первичная кристаллизация металлов.
2. Строение металлического слитка.
3. Полиморфные превращения.

Тема 3. Деформация материалов.

1. Что такое деформация?
2. Что такое надежность и долговечность?
3. Что такое упругая деформация?
4. Влияние упругой деформации на свойства материала.
5. Что такое пластическая деформация?
6. Влияние пластической деформации на свойства металлов и сплавов.

Тема 4. Механические свойства металлов и сплавов.

1. Понятие об основных механических свойствах металлов и сплавов.
2. Испытание на прочность.
3. Построение диаграмм растяжения.
4. Методы определения твердости.
5. Испытания на ударную вязкость.
6. Испытания на усталость.
7. Испытания на ползучесть материала.

Тема 5. Основы теории сплавов

1. Что такое компонент, фаза, физико-химическая система?
2. Что называется твердым раствором, механической смесью, химическим соединением?
3. Принципы построения диаграмм состояния сплавов.
4. Как строятся кривые охлаждения и нагревания сплавов?
5. Каково практическое применение диаграмм состояния сплавов?
6. Сущность эвтектического и эвтектоидного превращений и их различие?
7. Что такое правило Гиббса?

Тема 6. Железо и его сплавы.

1. Сущность и особенности мартенситного превращения?

2. Сущность превращений, происходящих при отпуске?
3. Что такое прокаливаемость стали и в чем ее технологическое значение?
4. Сущность и особенности термомеханической обработки стали?
5. Специальные виды закалки.

Тема 7. Теория термической обработки стали.

1. Фазовые превращения при нагреве.
2. Рост зерна аустенита при нагреве.
3. Мартенситное превращение в стали в легированных сталях.
4. Изотермическое превращение аустенита в легированных сталях.
5. Превращение аустенита при непрерывном охлаждении.
6. Термическое старение углеродистой стали.
7. Деформационное старение углеродистой стали.

Тема 8. Технология термической обработки стали.

1. Отжиг I рода.
2. Отжиг II рода.
3. Закалка стали.
4. Отпуск стали.
5. Термомеханическая обработка (ТМО) стали.
6. Поверхностная закалка стали.
7. Дефекты, возникающие при термической обработке стали.
8. Оборудование для термической обработки.

Тема 9. Химико-термическая обработка стали.

1. Цементация стали.
2. Азотирование.
3. Цианирование.
4. Нитроцементация.
5. Борирование
6. Диффузионная металлизация.
7. Силицирование.
8. Алитирование
9. Хромирование.
10. Цинкование.

Тема 10-11. Классификация сталей, чугунов и их маркировка.

1. В чем отличие серого чугуна от белого?
2. Назовите области применения различных чугунов.
3. Назовите материалы с особыми технологическими свойствами.
4. Что такое легирование и какова его цель?
5. Назовите группы конструкционных качественных сталей.
6. Расшифруйте марки сталей: 35, ВСт.4пс, 25Г, 20Л, АС40Е.
7. Опишите, каким образом маркируют чугуны.
8. Расшифруйте марки чугунов: СЧ 20, ВЧ 40-10, КЧ 30-5.
9. Что такое графит и как он влияет на свойства чугунов?
10. Какие требования предъявляют к конструкционным материалам?

Тема 12. Инструментальные стали.

1. Расшифруйте марки сталей: У10А, Р18, Р6М5К5, ХВГ, 9ХС.

2. Из каких материалов изготавливают измерительный инструмент и почему?
3. Назовите марки сталей, из которых изготавливают штампы для ГКМ и КГШП. Укажите их химический состав и опишите механические свойства.
4. Назовите какой инструмент изготавливают из инструментальной углеродистой стали.
5. Дайте определение понятию сверхтвердые материалы.
6. Отнесите представленные марки материалов к их группам: 7ХЗ, 5ХГМ, Х6ВФ, Р9, ТТ20К9, АСБ-6, У13.
7. Назовите отличия группы штамповых сталей для инструмента холодной обработки давлением от группы штамповых сталей для горячей обработки давлением.

Тема 13. Цветные металлы и сплавы.

1. Какие сплавы называются силуминами? Какова их особенность.
2. Назовите группы алюминиевых сплавов, которые не подвергаются упрочняющей термообработкой.
3. Расшифруйте марки сплавов: Д16, АМг5, АК4-1, ВТ20, ОТ4.
4. Какой сплав называют бронзами?
5. Укажите маркировку бронз.

Тема 14. Неметаллические материалы.

1. Пластические массы.
2. Классификация, строение и свойства пластмасс.
3. Покрытия из пластмасс.
4. Изготовление деталей из пластмасс.
5. Технология изготовления резины.
6. Вулканизация.
7. Свойства резины.
8. Основные виды резины и их назначение

Тема 15. Композиционные материалы.

1. Строение и классификация композиционных материалов.
2. Конструкционные композиционные материалы и их применение.
3. Экономическая эффективность применения композиционных материалов.

Тема 16. Порошковые материалы.

1. Какие материалы называют порошковыми?
2. Укажите особенности метода порошковой металлургии.
3. Дайте характеристику конструкционным порошковым материалам.
4. Какие металлические порошки называются антифрикционными и почему?
5. Назовите группу материалов для изготовления деталей, которые работают в условиях повышенного трения.
6. Каким свойством обладают подшипники, выполненные из пористых порошковых материалов.
7. Свойства антифрикционных порошковых материалов.

2. Критерии оценивания компетенций

Оценка «отлично» выставляется студенту, если продемонстрированы: уверенное владение информацией в полном объеме, навыки и умения реализуются для нестандартных условий обработки.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если продемонстрированы: владение информацией в полном объеме; уверенное владение умениями и навыками реализуются для типовых ситуаций уверенно.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если продемонстрированы: владение информацией в не полном объеме; владение умениями и навыками реализуются не в полном объеме.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если теоретические знания имеются, но они разрознены и бессистемны; умения и навыки реализуются для типовых ситуаций с ошибками.

2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя: диалог преподавателя со студентом и ответ студентом на вопросы по темам дисциплины. Перед собеседованием по теме студент должен выполнить и защитить лабораторные и практические работы.

Предлагаемые студенту задания позволяют проверить компетенции ИД-1_{ПК-4}, ИД-2_{ПК-2}, ИД-1_{ПК-3}. Освоение компетенций на повышенном уровне предполагает изучение дополнительной научной и учебной литературы и четкие ответы на вопросы без ошибок. При освоении компетенции на базовом уровне студент изучил основную литературу, при ответе возможны 2...3 негрубые ошибки.

Для подготовки к данному оценочному мероприятию необходимо изучить рекомендуемую литературу.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования своими конспектами лекций, методическими указаниями по дисциплине, тетрадями по практическим занятиям и лабораторным работам, справочными таблицами.

При проверке задания, оцениваются:

- степень усвоения программного материала;
- способность рассуждать и сопоставлять материал из разных источников;
- правильность и четкость ответов;
- правильность речи в быстром или умеренном темпе;
- умение использовать методическую, научную и техническую литературу;
- инициативность в поиске информации.

Оценочный лист

ПК	Пункты оценки	Отметка о сформированности
ИД-1 _{ПК-4} ,	степень усвоения программного материала	

ИД-2 _{ПК-4} , ИД-1 _{ПК-3}	способность рассуждать и сопоставлять материал из разных источников	
	способность связывать теорию с практикой, другими темами данного курса	
	правильность и четкость ответов	
	правильность речи в быстром или умеренном темпе	
	умение использовать методическую, научную и техническую литературу	
	инициативность в поиске информации	

Оценочные средства для индивидуальной работы по дисциплине «Материаловедение»

Структура работы:

1. Описать классификацию и маркировку по заданию.
2. Назначить материал и его химический состав и механические свойства.
3. Привести (при необходимости) технологию упрочнения полученного материала или изделия.
4. Описать свойства выбранного или полученного материала.
5. При необходимости привести схемы диаграмм состояния, кривых охлаждения.

Уровень обученности	Формулировка задания	Контролируемые компетенции или их части
Знать	Особенности строения, технологию получения и область применения сталей, сплавов и неметаллических материалов.	ИД-1 _{ПК-4} , ИД-2 _{ПК-4} , ИД-3 _{ПК-4}
Уметь	Пользоваться рекомендуемыми справочными материалами.	ИД-1 _{ПК-4} , ИД-2 _{ПК-4} , ИД-3 _{ПК-4}
Владеть	Методикой выбора и назначения сталей и сплавов для изготовления конкретных деталей машин и инструментов.	ИД-1 _{ПК-4} , ИД-2 _{ПК-4} , ИД-3 _{ПК-4}

Графическая часть выполняется в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации, ГОСТ 2.001 – 2013; ГОСТ 2.123 – 93 и выполняется в одной из систем автоматизированного проектирования.

2. Критерии оценивания компетенций

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если продемонстрированы: уверенное владение информацией в полном объеме, навыки и умения реализуются для нестандартных условий обработки или продемонстрированы навыки владения информацией в полном объеме; уверенное владение умениями и навыками реализуются для типовых ситуаций уверенно.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если теоретические знания имеются, но они разрознены и бессистемны; умения и навыки реализуются для типовых ситуаций с ошибками.

2. Описание шкалы оценивания

Максимально возможный балл за весь текущий контроль устанавливается равным 55. Текущее контрольное мероприятие считается сданным, если студент получил за него не

менее 60% от установленного для этого контроля максимального балла. Рейтинговый балл, выставаемый студенту за текущее контрольное мероприятие, сданное студентом в установленные графиком контрольных мероприятий сроки, определяется следующим образом:

Уровень выполнения контрольного задания	Рейтинговый балл (в % от максимального балла за контрольное задание)
Отличный	100
Хороший	80
Удовлетворительный	60
Неудовлетворительный	0

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя: темы индивидуальных заданий.

Предлагаемые студенту задания позволяют проверить компетенции ИД-1_{ПК-4}, ИД-2_{ПК-4}, ИД-3_{ПК-4}.

Для подготовки к данному оценочному мероприятию необходимо самостоятельное изучение литературы.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования любыми источниками.

При проверке задания, оцениваются последовательность и рациональность выполнения, точность расчетов.

Оценочный лист

ПК	Пункты оценки	Отметка о сформированности
ИД-1 _{ПК-4} , ИД-2 _{ПК-4} , ИД-3 _{ПК-4}	степень усвоения программного материала	
	способность рассуждать и сопоставлять материал из разных источников	
	способность связывать теорию с практикой, другими темами данного курса	
	правильность ответов	
	умение использовать методическую, научную и техническую литературу	
	инициативность в поиске информации	

Темы индивидуальных заданий

Вариант 1

6. Назначьте температуру закалки, охлаждающую среду и температуру отпуска пружин из стали 70. Опишите сущность происходящих превращений, микроструктуру и свойства стали после термической обработки.

7. Для изготовления резцов выбрана сталь Р6М5. Укажите состав и определите группу стали по назначению. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки, объяснив влияние легирования, на превращения происходящие при термической обработке данной стали. Опишите микроструктуру и главные свойства резцов после термической обработки.

8. Для некоторых деталей (щеки барабанов, шары дробильных мельниц и т.п.) выбрана сталь 110Г13. Укажите состав и определите группу стали по назначению. Назначьте

режим термической обработки и обоснуйте его выбор. Опишите микроструктуру стали и причины ее высокой устойчивости.

9. Для изготовления деталей в авиастроении применяется сплав МЛ5. Расшифруйте состав сплава, укажите способ изготовления деталей из данного сплава и опишите характеристики механических свойств этого сплава.

10. Полиамиды и полиуретаны. Опишите их состав, свойства и область применения в машиностроении.

Вариант 2

6. Выберите марку чугуна для изготовления отечественных деталей машин. Укажите состав, обработку, структуру и основные механические свойства.

7. Кулачки должны иметь минимальную деформацию и высокую износоустойчивость при твердости поверхностного слоя 750-1000HV. Для их изготовления выбрана сталь 35ХМЮА. Расшифруйте состав стали и определите группу стали по назначению. Назначьте и обоснуйте режим термической и химико-термической обработки, объяснив влияние легирования на превращения, происходящие, на всех этапах обработки данной стали. Опишите микроструктуру и свойства кулачков после термической обработки.

8. Для изготовления деталей, работающих в активных коррозионных средах выбрана сталь 14Х17Н2: а) расшифруйте состав и определите группу стали по назначению; б) объясните назначение легирующих элементов, введенных в эту сталь; в) назначьте и обоснуйте режим термической обработки и опишите структуру и свойства стали после обработки.

9. Для изготовления ряда деталей в авиастроении применяется сплав МА2. Расшифруйте состав, приведите характеристики механических свойств и укажите способ изготовления деталей из этого сплава.

10. Опишите антифрикционные покрытия металлов полимерами. Приведите характеристику их свойств и условия применения.

Вариант 3

6. Назначьте температуру закалки, охлаждающую среду и температуру отпуска деталей машин из стали 40Х, которые должны иметь твердость 28-35 HRC. Опишите сущность происходящих превращений при термической обработке, микроструктуру и свойства.

7. Для изготовления разверток выбрана сталь ХВСГ. Укажите состав и определите группу стали по назначению. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки. Опишите микроструктуру и свойства разверток после термической обработки.

8. В котлостроении используется сталь 12Х1МФ. Укажите состав и группу стали по назначению. Назначьте режим термической обработки, приведите его обоснование и опишите структуру стали после термической обработки. Как влияет температура эксплуатации на механические свойства данной стали?

9. Для изготовления деталей путем глубокой вытяжки применяют латунь Л68. Укажите состав и опишите структуру сплава. Назначьте режим термической обработки, применяемый между отдельными операциями вытяжки, и обоснуйте его выбор. Приведите общие характеристики механических свойств сплава.

10. Органическое стекло. Опишите его свойства и область применения в машиностроении.

Вариант 4

6. Назначьте температуру закалки, охлаждающую среду и температуру отпуска шпинделей для станков из стали МСт6, которые должны иметь твердость 35-40 HRC. Опишите микроструктуру и свойства изделий.

7. В результате термической обработки пружины должны получить высокую упругость. Для изготовления их выбрана сталь 60С2ХФА. Укажите состав, назначьте и обоснуйте режим термической обработки, объяснив влияние легирования на превращения,

происходящие, при термической обработке данной стали. Опишите структуру и свойства пружин после термической обработки.

8. В турбиностроении используют сталь 40X12H8Г8МФБ (ЭИ481). Укажите состав и определите группу стали по назначению. Назначьте режим термической обработки. Как влияет температура эксплуатации на механические свойства данной стали?

9. Для отливок сложной формы используют бронзу БрОФ7-0,2. Расшифруйте состав, опишите структуру, укажите термическую обработку, применяемую для снятия внутренних напряжений, возникающих в результате литья, и опишите механические свойства этой бронзы.

10. Опишите влияние порошковых и волокнистых наполнителей на свойства резины.

Вариант 5

6. Кратко изложите сущность процесса жидкостного высокотемпературного цианирования и применяемой после цианирования термической обработки.

7. Для изготовления фрез выбрана сталь 9ХС. Укажите состав и определите группу стали по назначению. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки, объяснив влияние легирования на превращения, происходящие при термической обработке данной стали. Опишите микроструктуру и свойства фрез после термической обработки.

8. Для элементов сопротивления выбран сплав манганин МНМц3-12. Расшифруйте состав сплава и укажите, к какой группе относится данный сплав по назначению. Опишите структуру и электротехнические характеристики этого сплава.

9. Для изготовления деталей самолета выбран сплав Д1. Расшифруйте состав, опишите способ упрочнения сплава и объясните природу упрочнения. Укажите характеристики механических свойств сплава.

10. Стекловолокнит СВМ. Опишите свойства, способ получения, изготовления деталей и применение его в машиностроении.

Вариант 6

6. Назначьте режим обработки шестерни из стали 40ХГР с твердостью зуба, равной 56-58HRC. Опишите микроструктуру и свойства поверхности зуба и сердцевины шестерни после термической обработки.

7. Для изготовления прошивочных пуансонов выбрана сталь Р18. Укажите, состав стали и определите, к какой группе по назначению относится данная сталь. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки, объяснив влияние легирования на превращения, происходящие, при термической обработке данной стали. Опишите микроструктуру и свойства пуансонов после термической обработки.

8. Для трубопроводов пароперегревателей используется сталь 09Х14Н16Б (ЭИ694). Укажите состав и определите группу стали по назначению. Назначьте режим термической обработки и приведите его обоснование. Опишите, влияние температуры на механические свойства стали. Укажите, микроструктуру стали после термической обработки.

9. Для изготовления деталей самолета выбран сплав АМг3. Укажите состав сплава, опишите, каким способом производится упрочнение этого сплава, и объясните природу упрочнения. Укажите характеристики механических свойств сплава.

10. Пленочные материалы, их разновидности, свойства и область применения в машиностроении.

Вариант 7

6. Назначьте температуру закалки, охлаждающую среду и температуру отпуска рессор из стали 65Г, которые должны иметь твердость 45-50 HRC. Опишите микроструктуру и свойства.

7. В результате термической обработки и химико-термической обработки шестерни должны получить твердый износоустойчивый поверхностный слой при вязкой сердцевине. Для изготовления их выбрана сталь 18ХГТ. Укажите состав и определите группу стали по назначению. Назначьте и обоснуйте режим термической, химико-термической

обработки, объяснив влияние легирования на превращения, происходящие, на всех этапах термической обработки данной стали. Опишите микроструктуру и свойства поверхности и сердцевины шестерни после термической обработки.

8. Для деталей точных приборов выбран сплав элинвар. Укажите состав и определите к какой группе относится данный сплав по назначению. Опишите влияние легирующих элементов на основную характеристику сплава и причины выбора данного сплава.

9. Для деталей арматуры выбрана бронза БРОЦ4-4-2,5. Расшифруйте состав и опишите структуру сплава. Объясните назначение легирующих элементов. Приведите характеристики механических свойств сплава.

10. Фенолоформальдегидные слоистые пластики (полиэтилен и винипласт). Их свойства и область применения в машиностроении.

Вариант 8

6. Для изготовления метчиков выбрана сталь У10. Назначьте режим термической обработки, приведите его обоснование и укажите структуру и свойства метчиков в готовом виде.

7. В результате термической обработки червяки должны получить твердый износоустойчивый поверхностный слой при вязкой сердцевине. Для их изготовления выбрана сталь 20ХГР. Укажите состав и группу стали по назначению. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки, объяснив влияние легирования на превращения, происходящие, при термической обработке данной стали. Опишите микроструктуру и свойства стали после термической обработки.

8. Для элементов сопротивления выбран сплав копель МНМц 43-0,5. Расшифруйте состав и укажите, к какой группе относится данный сплав по назначению. Опишите структуру и электротехнические характеристики этого сплава.

9. Для деталей арматуры выбрана бронза БРОФ10-1. Укажите состав и опишите структуру сплава. Объясните назначение легирующих элементов и приведите механические свойства сплава.

10. Жаропрочные керамические материалы. Состав, свойства и условия применения в машиностроении.

Вариант 9

6. Для изготовления плашек выбрана сталь У11А. Назначьте режим термической обработки, приведите его обоснование и укажите структуру и свойства плашек в готовом виде.

7. Для изготовления молотовых штампов выбрана сталь 5ХНВ. Укажите состав, назначьте и обоснуйте режим термической обработки, объяснив влияние легирования на превращения, происходящие, при термической обработке данной стали. Опишите структуру и главные свойства штампов после термической обработки.

8. Опишите характеристики жаропрочности, характер деформации и разрушения сплавов, работающих в условиях длительного нагружения при повышенных температурах.

9. Для заливки вкладышей ответственных подшипников скольжения выбран сплав Б83. Укажите состав и определите группу сплава по назначению. Зарисуйте и опишите микроструктуру сплава. Приведите основные требования, предъявляемые к баббитам.

10. Текстолиты. Влияние хлопчатобумажной, стеклянной и асбестовой тканей на свойства пластмасс. Укажите область применения текстолита в машиностроении.

Вариант 10

6. Назначьте температуру закалки, охлаждающую среду и температуру отпуска стальных болтов из стали МСт5, которые должны иметь твердость 207-230НВ. Опишите микроструктуру и свойства.

7. Копиры должны иметь минимальную деформацию и высокую износоустойчивость при твердости поверхностного слоя 750-1000НВ. Для их изготовления выбрана сталь 38ХМФА. Укажите состав и определите группу сплава по назначению.

Назначьте и обоснуйте режим термической и химико-термической обработки, объяснив влияние легирования на превращения, происходящие, на всех этапах обработки данной стали. Опишите микроструктуру и свойства копиров после термической и химико-термической обработки.

8. Для дисков и роторов турбин используется сталь 15X12ВНМФ. Укажите состав и определите группу стали по назначению. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки и опишите структуру. Охарактеризуйте механические свойства стали.

9. Кратко изложите основы теории термической обработки алюминиевых сплавов в применении к промышленному сплаву дуралюмин. Укажите состав упрочняющих фаз, образующихся при старении дуралюмина.

10. Опишите релаксационные процессы полимеров с точки зрения их физического строения.

Вариант 11

1. В чем преимущества и недостатки поверхностного упрочнения стальных изделий при нагреве токами высокой частоты по сравнению с упрочнением методом цементации? Назовите, марки стали применяемые для этих видов обработки.

2. Для изготовления шаберов выбрана сталь Х05. Укажите состав и определите группу стали по назначению. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки. Опишите структуру и свойства стали после термической обработки.

3. Назначьте, марку жаропрочной стали (сильхром) для клапанов автомобильных и тракторных двигателей небольшой мощности. Укажите, состав стали, назначьте и обоснуйте режим термической обработки. Опишите структуру и свойства стали после термической обработки.

4. Для изготовления ряда деталей самолета выбран сплав Д16. Укажите состав и характеристики механических свойств сплава, после термической обработки. Опишите способ упрочнения этого сплава и объясните природу упрочнения.

5. Опишите стеклопластики. Укажите характеристики наполнителя по природе и форме. Требования к связующему. Преимущества и недостатки стеклопластиков.

Вариант 12

1. Выберите углеродистую сталь для изготовления напильников. Назначьте режим термической обработки, опишите сущность происходящих превращений, структуру и свойства инструмента после термической обработки.

2. В результате термической обработки пружины должны получить высокую упругость. Для их изготовления выбрана сталь 50ХГФА. Укажите состав, назначьте и обоснуйте режим термической обработки, объяснив влияние легирования на превращения, происходящие, при термической обработке данной стали. Опишите структуру и свойства пружин после термической обработки.

3. Для деталей, работающих в окислительной атмосфере, применяется сталь 12Х13. Укажите состав и определите класс стали по структуре. Объясните назначение хрома в данной стали и обоснуйте выбор марки стали для этих условий работы.

4. Для изготовления некоторых деталей двигателей внутреннего сгорания выбран сплав АК4. Расшифруйте состав, укажите способ изготовления деталей из данного сплава и приведите характеристики механических свойств сплава при повышенных температурах.

5. Физические основы сварки пластмасс. Опишите методы сварки с непосредственным нагревом.

Вариант 13

1. Назначьте температуру закалки, охлаждающую среду и температуру отпуска резьбовых калибров из стали У10А. Опишите сущность происходящих превращений, микроструктуру и твердость инструмента после термической обработки.

2. В результате термической обработки тяги должны получить повышенную прочность по всему сечению (твердость 250-280 НВ). Для их изготовления выбрана сталь 30ХМ. Укажите состав и определите группу стали по назначению. Назначьте и обоснуйте

режим термической обработки, объяснив влияние легирования на превращения, происходящие, при термической обработке данной стали. Опишите структуру и свойства стали после термической обработки.

3. Для деталей, работающих в контакте с крепкими кислотами, выбрана сталь 12Х17. Укажите состав и определите группу класс стали. Объясните причину введения хрома в эту сталь и обоснуйте выбор данной стали для указанных условий работы.

4. Для изготовления некоторых деталей в авиастроении применяется сплав МЛЗ. Расшифруйте состав, укажите способ изготовления деталей из этого сплава и опишите характеристики механических свойств.

5. Опишите пенопласты, их разновидности и свойства. Укажите области применения пенопластов в машиностроении.

Вариант 14

1. Назначьте температуру закалки, охлаждающую среду и температуру отпуска шпилек из стали МСт6, которые должны иметь твердость 207-230 НВ. Опишите их микроструктуру и свойства.

2. Для изготовления прошивочных пуансонов выбрана сталь Р18К5Ф2. Укажите состав стали и определите группу стали по назначению. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки, объяснив влияние легирования на превращения, происходящие, на всех этапах термической обработки данной стали. Опишите микроструктуру и свойства пуансонов после термической обработки.

3. Для реостатных приборов выбран сплав константин МНМц40-1.5. Расшифруйте состав, укажите, к какой группе относится этот сплав по назначению, опишите структуру и электрические характеристики этого сплава.

4. Для изготовления деталей в авиастроении применяется сплав МЛ5. Расшифруйте состав сплава, укажите способ изготовления деталей из данного сплава и опишите характеристики механических свойств этого сплава.

5. Опишите релаксационные процессы полимеров с точки зрения их физического строения.

Вариант 15

1. Для отливки деталей автомобилей и ряда машин, работающих в условиях динамических нагрузок, используют ковкие чугуны. Назначьте марку чугуна, укажите состав, обработку, структуру и механические свойства.

2. Для изготовления штампов, обрабатывающих металл в горячем состоянии, выбрана сталь 5ХНТ. Укажите состав, назначьте режим термической обработки, приведите его обоснование, объяснив влияние легирования, на превращения происходящие при термической обработке данной стали. Опишите структуру и свойства штампов после термической обработки.

3. В машиностроении используется сталь ШХ15. Укажите состав и определите группу стали по назначению. Назначьте режим термической обработки и приведите его обоснование. Опишите структуру и свойства стали после термической обработки.

4. Для изготовления некоторых деталей двигателя внутреннего сгорания выбран сплав АК2. Укажите состав, способ изготовления деталей из этого сплава и опишите характеристики механических свойств.

5. Опишите механизм и характер деформации полимеров в стеклообразном и вязкотекучем состояниях. Укажите область применения полимеров в этих состояниях.

Вариант 16

1. Выберите сталь для изготовления рессор. Назначьте режим термической обработки, опишите микроструктуру и свойства рессор в готовом виде. Каким способом можно повысить усталостную прочность рессор?

2. Для изготовления машинных метчиков выбрана сталь Р10К5Ф5. Укажите состав и определите группу стали по назначению. Назначьте режим термической обработки, приведите его обоснование, объяснив влияние легирования на превращения, происходящие

на всех этапах термической обработки данной стали. Опишите структуру и свойства стали после термической обработки.

3. Для изготовления деталей, работающих в активных коррозионных средах, выбрана сталь 08X17T. Укажите состав и определите группу стали по назначению. Объясните назначение легирующих элементов, введенных в эту сталь.

4. Для изготовления некоторых деталей самолета выбран сплав В95. Укажите состав сплава, опишите способ его упрочнения, объяснив природу упрочнения, и укажите характеристики механических свойств сплава.

5. Опишите теплостойкие и жаропрочные пластмассы (с теплостойкостью выше 200°C). Укажите условия их применения.

Вариант 17

1. Назначьте режим термической и химико-термической обработки шестерни из стали 20X с твердостью зуба 58-62HRC. Опишите микроструктуру и свойства поверхности и сердцевины зуба после термической обработки.

2. В результате термической обработки пружины должны получить высокую упругость. Для их изготовления выбрана сталь 70C3A. Укажите состав и определите группу стали по назначению. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки, объяснив влияние легирования на превращения, происходящие, при термической обработке данной стали. Опишите структуру и свойства пружин после термической обработки.

3. Для изготовления постоянных магнитов сечением 50x50 мм выбран сплав ЕХ. Укажите состав и группу стали по назначению. Назначьте режим термической обработки, приведите его обоснование и опишите структуру сплава после обработки. Объясните, почему в данном случае нельзя применять сталь У12.

4. Для изготовления некоторых деталей самолета выбран сплав АМг. Расшифруйте состав, опишите способ упрочнения этого сплава, объяснив природу упрочнения. Приведите характеристики механических свойств сплава.

5. Укажите состав и свойства керамики, применяемой в электроприборостроении.

Вариант 18

1. Выберите углеродистую сталь для изготовления разверток. Назначьте режим термической обработки, опишите сущность происходящих превращений, структуру и свойства инструмента.

2. В результате термической обработки шестерни должны получить твердый износоустойчивый поверхностный слой при вязкой сердцевине. Для их изготовления выбрана сталь 12ХН3А. Укажите состав и определите группу стали по назначению. Назначьте режим термической и химико-термической обработки, приведите его обоснование, объяснив влияние легирования на превращения, происходящие, на всех этапах обработки данной стали. Опишите структуру и свойства стали после термической обработки.

3. Укажите металлокерамические твердые сплавы для изготовления режущего инструмента. Опишите их строение, состав, свойства и способ изготовления.

4. Для изготовления некоторых деталей самолета выбран сплав В95Т1. Укажите состав и характеристики механических свойств после термической обработки. Опишите, каким способом производится упрочнение этого сплава, и объясните природу упрочнения.

5. Пленочные материалы, их разновидность, свойства и область применения в машиностроении.

Вариант 19

1. Выберите углеродистую сталь для изготовления пил. Назначьте режим термической обработки, опишите сущность происходящих превращений, структуру и свойства инструмента.

2. Для изготовления деталей штампов, обрабатывающих металл в горячем состоянии, выбрана сталь 5ХНМА. Укажите состав, назначьте и обоснуйте режим термической обработки, объяснив влияние легирования на превращения, происходящие, при термической обработке этой стали. Опишите микроструктуру и свойства штампов после термической

обработки.

3. Назначьте нержавеющую сталь для работы в слабоагрессивных средах (водные растворы солей и т.п.). Приведите, химический состав стали, необходимую термическую обработку и получаемую структуру. Объясните, физическую природу коррозионной устойчивости стали и роль каждого легирующего элемента.

4. Для обшивки летательных аппаратов использован сплав ВТ6. Приведите состав сплава, режим упрочняющей термической обработки и получаемую структуру. Опишите процессы, протекающие при термической обработке. Какими преимуществами обладает сплав ВТ6 по сравнению с ВТ5?

5. Пластмассы. Состав и строение. Применение пластмасс в литейном производстве.

Вариант 20

1. Назначьте температуру закалки, охлаждающую среду и температуру отпуска измерительного инструмента из стали У9А. Опишите микроструктуру и твердость инструмента после термической обработки.

2. Для изготовления пресс-форм выбрана сталь 3Х2В8. Укажите состав и определите группу стали по назначению. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки, объяснив влияние легирования на превращения, происходящие, при термической обработке данной стали. Опишите структуру и свойства пресс-форм после термической обработки.

3. Для некоторых приборов точной механики выбран сплав инвар НЗ6. Укажите состав и определите группу сплава по назначению. Опишите влияние легирующих элементов на основную характеристику сплава и причины выбора данного сплава (в связи с аномалией изменения коэффициента термического расширения).

4. Назначьте марку латуни, коррозионно-устойчивой в морской воде. Расшифруйте ее состав и опишите структуру, используя диаграмму состояния медь-цинк. Укажите способ упрочнения латуни и основные свойства.

5. Опишите принципиальное отличие процессов кристаллизации полимеров и металлов.

Вариант 21

1. Назначьте температуру закалки, охлаждающую среду и температуру отпуска зубил из стали У8. Опишите структуру и твердость инструмента после термической обработки.

2. В результате термической обработки полуоси должны получить повышенную прочность по всему сечению (твердость 230-280НВ). Для изготовления их выбрана сталь 40ХНР. Укажите состав и определите группу стали по назначению. Назначьте режим термической обработки, приведите его обоснование, объяснив влияние легирования на превращения, происходящие, при термической обработке данной стали. Опишите структуру и свойства стали после термической обработки.

3. Для некоторых деталей в самолето- и ракетостроении применяются титановые сплавы ВТ5-1, ВТ14. Укажите их состав, назначьте режим термической обработки и обоснуйте его выбор. Опишите микроструктуру сплавов и причины их использования в данной области.

4. Металлокерамические жаропрочные сплавы. Состав, свойства и область применения в машиностроении.

5. Термореактивные пластмассы, их особенности и область применения.

Вариант 22

1. Назначьте температуру закалки, охлаждающую среду и температуру отпуска зубил из стали У7. Опишите сущность происходящих превращений, микроструктуру и твердость инструмента после термической обработки.

2. В результате термической обработки рычаги должны получить повышенную прочность по всему сечению (твердость 28...35HRC). Для изготовления их выбрана сталь 35ХМА. Укажите состав и определите группу стали по назначению. Назначьте режим термической обработки, приведите его обоснование. Опишите микроструктуру и свойства стали после термической обработки.

3. Для изготовления деталей подшипников качения (роликов, шариков и др.) выбрана сталь ШХ9. Укажите состав, назначьте и обоснуйте режим термической обработки, объяснив влияние легирования на превращения, происходящие при термической обработке данной стали. Опишите микроструктуру и свойства стали после термической обработки.

4. Для изготовления деталей самолета выбран сплав ВТ22. Укажите состав и приведите механические свойства сплава. Опишите, каким способом производится упрочнение этого сплава и объясните природу упрочнения.

5. Древесные материалы. Укажите их свойства, достоинства и недостатки, а также область применения в машиностроении.

Вариант 23

1. Пружина из стали 75 после правильно выполненной закалки и последующего отпуска имеет твердость значительно выше, чем это предусматривается техническими условиями. Чем вызван этот дефект, и как можно его исправить? Укажите структуру и твердость, которые обеспечивают высокие упругие свойства пружин.

2. Для изготовления машинных метчиков и плашек выбрана сталь Р9Ф5. Укажите состав, назначьте и обоснуйте режим термической обработки, объяснив влияние легирующих элементов на превращения, происходящие на всех этапах термической обработки. Опишите микроструктуру и свойства стали после термической обработки.

3. Для изготовления силовых лопаток авиационных газовых турбин выбран сплав ХН77ТЮР (ЭИ437Б). Укажите состав и определите группу сплава по назначению. Назначьте режим термической обработки и опишите влияние температуры на характеристики жаропрочности этого сплава в сравнении с жаропрочными сталями.

4. Для изготовления ряда деталей в судостроении применяется латунь ЛО70-1. Укажите состав и опишите структуру сплава. Приведите общую характеристику механических свойств сплава и причины введения олова в данную латунь.

5. Опишите полярные термопластические пластмассы (полиамиды, пентон, поликарбонаты и др.). Их состав, свойства и область применения.

Вариант 24

1. Укажите температуры, при которых производится процесс прочностного азотирования. Объясните, почему азотирование не производится при температурах ниже 500 и выше 700°C (используя диаграмму состояния железо-азот). Назовите марки сталей, применяемых для азотирования, и опишите полный цикл их термической и химико-термической обработки.

2. Для изготовления штампов выбрана сталь 6ХС. Укажите состав и определите группу стали по назначению. Назначьте режим термической обработки, приведите его обоснование. Опишите микроструктуру и свойства стали после термической обработки.

3. Назначьте марку жаропрочной стали (сильхром) для клапанов автомобильных двигателей небольшой мощности. Укажите состав, назначьте и обоснуйте режим термической обработки стали. Опишите микроструктуру и основные свойства стали после термической обработки.

4. Для изготовления токопроводящих упругих элементов выбрана бронза БрБНТ-1,7. Приведите химический состав, режим термической обработки и получаемые механические свойства сплава. Опишите процессы, происходящие при термической обработке, и объясните природу упрочнения в связи с диаграммой состояния медь-бериллий.

5. Опишите термо- и реактопласты. В чем различие их по структуре и свойствам?

Вариант 25

1. В результате термической обработки некоторые детали машин должны иметь твердый износостойчивый поверхностный слой при вязкой сердцевине. Для изготовления их выбрана сталь 15ХФ. Укажите состав и определите группу стали по назначению. Назначьте режим термической и химико-термической обработки, приведите его обоснование, объяснив влияние легирования на превращения, происходящие на всех этапах термической обработки данной стали. Опишите структуру и свойства стали после термической обработки.

2. В результате термической обработки коленчатые валы судовых и автомобильных двигателей должны получить повышенную прочность по всему сечению (твердость 250-280НВ). Для изготовления их выбрана сталь 40ХФА. Укажите состав и определите группу стали по назначению. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки, объяснив влияние легирования на превращения при термической обработке данной стали. Опишите структуру и свойства стали после термической обработки.

3. Для деталей, работающих в слабых агрессивных средах, применяется сталь 30Х13. Укажите состав и определите группу стали по структуре. Объясните назначение хрома в данной стали, назначьте и обоснуйте режим термической обработки.

4. Для изготовления токопроводящих упругих элементов выбран сплав БрБНТ-1,9. Приведите химический состав, режим термической обработки и получаемые механические свойства материала. Опишите процессы, происходящие при термической обработке, и объясните природу упрочнения в связи с диаграммой состояния медь бериллий.

5. Опишите ситаллы и методы их получения. Влияние состава и величины кристаллов на свойства ситаллов. Область их применения.

Литература

1. В. Сенашенко. Самостоятельная работа студентов: актуальные проблемы / В. Сенашенко, Н. Жалнина // Высшее образование в России №7, 2006. – с. 103-109.

2. Методические рекомендации для студентов по организации самостоятельной работы. Разработано директором департамента по учебно-методической работе Т.Н. Фадеевой, начальником методического отдела Е.Е. Дурневой // МГГУ им. М.А. Шолохова. Москва, 2010. – 48 с.

3. ГОСТ 2.104-98 ЕСКД. Основные надписи. – М. : Изд. стандартов, 1998.

4. ГОСТ 2.105-95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам. – М. : Госстандарт, 1995.

5. ГОСТ 7.203. Библиографическая запись. Библиографическое описание. – М. : ИПК Изд. стандартов, 2003.

6. ГОСТ 2.106-96 ЕСКД. Текстовые документы.

7. ГОСТ 8.417-2002. ГСИ. Единицы величин.

