

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

В. И. Абрамова

**МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И
ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины для студентов
бакалавриата по направлению подготовки
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2025

Рецензент

доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой инжиниринга
технологического оборудования ФГБОУ ВО «Калининградский
государственный технический университет» Д. Б. Подашев

Абрамова, В. И.

Материаловедение, технология конструкционных материалов: учеб.-
метод. пособие по изучению дисциплины для студ. бакалавриата по
направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотех-
ника / В. И. Абрамова. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ»,
2025. – 39 с.

В учебно-методическом пособии по изучению дисциплины
«Материаловедение, технология конструкционных материалов» представлены
учебно-методические материалы, включающие основные вопросы лекции по
каждой изучаемой теме, важнейшие понятия, вопросы для самоконтроля,
материалы для выполнения контрольной работы для заочной формы обучения
студентам направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Табл. 3, рис.1, список лит. – 13 наименований

Учебно-методическое пособие рассмотрено и рекомендовано в качестве
локального электронного методического материала кафедрой инжиниринга
технологического оборудования 26 июня 2025 г., протокол № 10

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины рекомендовано в
качестве локального электронного методического материала для использования
в учебном процессе методической комиссией института агронженерии и
пищевых систем ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический
университет» 30 июня 2025 г., протокол № 6

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	9
2 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ.....	25
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	37

ВВЕДЕНИЕ

Теплоэнергетика, являясь наукоемкой и технологически сложной отраслью промышленности, стимулирует развитие науки, производства, образования. Разработка технологического процесса изготовления теплоэнергетического оборудования является важным этапом в создании новых машин и механизмов теплотехники. Главной задачей при проектировании теплоэнергетического оборудования выступает обеспечение выпуска продукции требуемого качества, необходимого количества при минимальных приведенных затратах. Решение поставленной задачи путем внедрения передовых, наукоемких методов обработки, использования композитных и других конструкционных материалов лежит на выпускниках технических вузов.

Изучаемая дисциплина «Материаловедение и технология конструкционных материалов», направлена на повышение конкурентоспособности отечественной теплоэнергетики, на увеличение мощности и производительности работы теплоэнергетического оборудования.

Дисциплина «Материаловедение и технология конструкционных материалов» относится к базовой части образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника и является учебным курсом в области изучения взаимосвязи состава, структуры и свойств материалов, а также технологий их обработки.

Целью освоения дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов» является формирование знаний и умений выбора современных материалов, используемых в теплотехнике и теплоэнергетике, и методов их обработки.

Задачи изучения дисциплины:

- освоение методов выбора материалов для оборудования, используемого в теплоэнергетике;
- формирование навыков в рациональном и экономном расходовании материалов, связанных с проектированием теплотехники;
- изучение основных свойств и областей использования наиболее распространенных конструкционных, инструментальных материалов, материалов с особыми свойствами, композиционных полимерных и других неметаллических материалов;
- освоение видов предварительной и окончательной термической обработки заготовок и деталей машин, способы поверхностного упрочнения деталей;
- формирование навыков в использовании методов получения заготовок, чистовой обработки готовых изделий.

Освоение дисциплины предполагает: изучение конструкционных материалов и их свойств; изучение методов обработки материалов давлением, резанием, получения неразъемных соединений и способов литья.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- номенклатуру технических материалов в теплоэнергетике, их структуру и основные свойства;
- кристаллическое строение металлов;
- фазово-структурный состав сплавов;
- типовые диаграммы состояния, свойство железа и сплавов на его основе;
- методы обработки металлов (деформация, резание, термическая обработка металлических материалов);
- новые металлические и неметаллические материалы;
- композиционные и керамические материалы;

уметь:

- использовать оборудование лаборатории для количественного и качественного определения свойств материалов;
- пользоваться справочными данными по характеристикам материалов и способам их обработки;

владеть:

- методами структурного анализа качества материала;
- методиками лабораторного определения свойств материала.

Знания, умения и навыки, полученные при освоении данной дисциплины, используются в дальнейшей профессиональной деятельности.

Учебно-методическое пособие способствует формированию у студентов проектной культуры выпускника системы профессиональной подготовки технического вуза, его сознательного и ответственного отношения к проблемам выбора материалов и методов их обработки, может служить справочной информацией для слушателей других направлений и специальностей, факультетов.

Для усвоения материала дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов» студент должен активно работать на лекционных и лабораторных занятиях, организовать самостоятельную внеаудиторную деятельность, выполнить курсовую работу.

Для успешного освоения дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов» в учебно-методическом пособии приводится краткое содержание каждой темы занятия, перечень ключевых вопросов для подготовки к занятиям и для самостоятельной работы студентов. Материал пособия содержит рекомендации по выполнению курсовой работы студентами заочной форм обучения.

Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;

– оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

– тестовые задания (для студентов всех форм обучения);

– задания по лабораторным работам (для студентов всех форм обучения).

К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине, проводимой в формах курсового проекта и экзамена, соответственно относятся:

– задания по курсовой работе (для заочной формы обучения);

– вопросы к экзамену.

Тестирование проводится после изучения соответствующих тем. Тестовое задание предусматривают выбор правильного ответа на поставленный вопрос из предлагаемых вариантов ответа. Перед тестированием преподаватель знакомит студентов с вопросами теста, а после тестирования проводит анализ его выполнения. Примерный перечень тестовых и лабораторных работ представлен в фонде оценочных средств дисциплины.

Курсовая работа выполняется на завершающем этапе изучения курса и представляет собой расчетно-графическую работу студента, целью которой является расширение, углубление и обобщение знаний, полученных при освоении дисциплины, формирование умений и навыков самостоятельного их применения.

Промежуточной аттестацией по завершению курса является экзамен.

К экзамену допускаются студенты:

– положительно аттестованные по результатам освоения дисциплины;

– получившие положительную оценку при защите курсовой работы (для заочной формы обучения).

Универсальная система оценивания результатов обучения включает в себя системы оценок: 1) «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»; 2) «зачтено», «не зачтено»; 3) 100-балльную систему и правило перевода оценок в пятибалльную систему (таблица 1).

Таблица 1 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0–40 % «неудовлетворительно» «не зачтено»	41–60 % «удовлетворительно»	61–80 % «хорошо»	81–100 % «отлично» «зачтено»
1. Системность и полнота знаний в отношении	Обладает частичными и разрозненными	Обладает минимальным набором	Обладает набором знаний, достаточным для	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на

изучаемых объектов	знаниями, которые не может научно-корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	системного взгляда на изучаемый объект	изучаемый объект
2. Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
3. Научное осмысливание изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно-корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно-корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задачи	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

При необходимости для обучающихся-инвалидов или обучающихся с ОВЗ предоставляется дополнительное время для подготовки ответа с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

Для успешного освоения дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов» в учебно-методическом пособии по изучению дисциплины приводится краткое содержание каждой темы занятия, задания и методические рекомендации для выполнения курсовой работы, перечень вопросов для организации самостоятельной работы студентов.

1 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Осваивая курс «Материаловедение и технология конструкционных материалов», студент должен научиться трудиться на лекциях, лабораторных занятиях и организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность. В начале лекции им необходимо понять цель, поставленную преподавателем. На протяжении лекции необходимо внимательно слушать, фиксировать в конспекте наиболее существенную информацию, сравнивать полученную информацию с усвоенным ранее материалом в области использования конструкционных материалов и методов их обработки, формируя собственную систему знаний. По ходу лекции необходимо выделять новые термины, определения, находить взаимосвязь с ранее изученными понятиями.

Тематический план лекционных занятий (ЛЗ) представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Объем (трудоемкость освоения) и структура ЛЗ

Номер темы	Содержание лекционного занятия
1	Строение материалов. Металлы и их сплавы. Механические свойства материалов
2	Теория сплавов. Формирование структуры металлов и сплавов при кристаллизации
3	Сплавы системы «железо-углерод»
4	Методы термической и химико-термической обработки
5	Легированные стали
6	Цветные металлы и сплавы
7	Неметаллические материалы
8	Композиционные материалы
9	Основы производства металлов
10	Технологические процессы получения отливок
11	Технологические процессы обработка металлов давлением
12	Производство неразъемных соединений. Сварка и пайка
13	Высокоэнергетические технологии обработки деталей
14	Формообразование поверхностей деталей резанием
15	Обработка поверхностей деталей абразивным инструментом

В случае, если студент не получил ответа, на возникшие у него в процессе лекции вопросы, следует задать их в конце занятия.

Тема 1. Строение материалов. Металлы и их сплавы. Механические свойства материалов

Ключевые вопросы темы

1. Металловедение и его значение для теплотехники. Кристаллическое строение металлов. Полиморфизм. Анизотропия свойств металлов. Классификация дефектов кристаллического строения металлов.

2. Механические свойства металлов и сплавов.

Ключевые понятия: металловедение, термическая обработка металлов, кристаллическая решетка, элементарная кристаллическая ячейка, координационное число, базис, коэффициент компактности, полиморфизм, анизотропия, дислокация, твердость, ударная вязкость.

Литература: [1; 2; 4; 6]

Методические рекомендации

На первом занятии лектор обязан довести до сведения обучающихся критерии проведения текущего контроля, в том числе возможные трудности и риски освоения дисциплин.

Первая тема дисциплины «Материаловедение, технология конструкционных материалов» позволит обучающимся получить представления о значении материалов в создании новых машин и аппаратов теплоэнергетических систем, о взаимосвязи кристаллического строения металлов и с их свойствами, о влиянии дефектов кристаллических решеток на механические свойства.

Второй вопрос темы посвящен механическим свойствам материалов и методам их определения, испытаниях на растяжение и ударную вязкость.

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите общие свойства металлов.
2. Охарактеризуйте параметры элементарной кристаллической ячейки.
3. Определите базис у ОЦК, ГЦК и ГПУ видов кристаллических ячеек.
4. Дайте определение текстуры металла.
5. Определите в какой решетке анизотропия выше: ОЦК, ГЦК или ГПУ.
6. Определите техническую значимость анизотропии металлов.
7. Перечислите случаи, при которых возникают точечные дефекты.
8. Дайте определение двойникованию.

Тема 2. Теория сплавов. Формирование структуры металлов и сплавов при кристаллизации

Ключевые вопросы темы

1. Фазово-структурный состав сплавов.
2. Кристаллизация металлов и сплавов. Термодинамические основы,

механизм и кинетика кристаллизации металлов.

Ключевые понятия: термодинамическая система, стационарное состояние системы, равновесное состояние системы, твердые растворы, эвтектика, эвтектоид, интерметаллиды, электронные соединения

Литература: [1; 2; 4; 6]

Методические рекомендации

При освоении второй темы дисциплины студентам необходимо понять, что взаимопревращения энергий в процессах, протекающих в термодинамических системах или при их взаимодействии с внешней средой, может приводить к образованию различного фазово-структурного состава. Так, в термодинамической системе – металлический сплав – возможно образование твердых растворов, химических соединений, механических смесей и др.

Второй вопрос темы относится к разбору процесса кристаллизации металлов и сплавов, методов упрочнения сплавов.

После изучения темы студентам нужно усвоить, что основными задачами материаловедения являются разработка материалов с заданными свойствами, методов их получения и обработки. Главным источником создания современных материалов с заданными, зачастую уникальными, свойствами служат многокомпонентные многофазовые системы.

Вопросы для самопроверки

1. Как можно равновесную систему вывести из равновесия?
2. Определите, что может выступать в качестве компонента сплава
3. Дайте определение фазы сплава.
4. Дайте определение фазы внедрения.
5. Образование химических соединений в сплавах
6. Дайте определение эвтектики, и каковы условия ее кристаллизации.
7. Сформулируйте правило фаз.
8. Информация, которую дает кривая охлаждения сплава
9. Дайте определение электродного соединения.

Тема 3. Сплавы системы «железо-углерод»

Ключевые вопросы темы

1. Фазы и структурные составляющие диаграммы, кристаллическое строение, структура, свойства. Линии диаграммы. Критические точки на диаграмме «Fe-Fe₃C». Классификация углеродистых сталей и их маркировка. Влияние углерода и постоянных примесей на свойства стали.

2. Чугуны. Классификация чугунов. Процессы графитизации. Влияние углерода, марганца, кремния, серы и фосфора на свойства чугунов, скорости охлаждения.

Ключевые понятия: диаграмма состояния сплава, феррит, аустенит,

перлит, ледебурит, ликвидус, солидус, перитектика, критические точки, углеродистые стали, чугуны.

Литература: [1; 2; 4; 6].

Методические рекомендации

При освоении третьей темы студентам необходимо осознать, что наиболее широкое применение получили сплавы железа с углеродом, понять, как с помощью диаграммы состояния сплавов «Fe-Fe₃C», зная по концентрацию компонентов сплава, можно определить фазы, структуру, свойства сплава, что углеродистые стали классифицируются по структуре, качеству, назначению, способу получения и др.

Второй вопрос темы посвящен изучению процессов графитизации, классификации и маркировке чугунов, области применения белых, черных, высокопрочных, ковких, антифрикционных и легированных чугунов.

После изучения темы студентам нужно понять, что по диаграмме «Fe-Fe₃C» по содержанию углерода можно определить фазовое состояние сплава и режимы термической обработки в стали.

Вопросы для самопроверки

1. Дайте характеристику структурным составляющим и фазам диаграммы «Fe-Fe₃C».
2. Феррит и перлит – фазы или структуры.
3. Назовите основные точки, линии и области фазовой диаграммы «Fe-Fe₃C».
4. Аустенит и ледебурит – фазы или структуры?
5. Назовите группы сплавов в системе «Fe-Fe₃C».
6. Перечислите структурные отличия у технически чистого железа, сталей и чугунов.
7. Образование графита в структуре чугунов

Тема 4. Методы термической и химико-термической обработки

Ключевые вопросы темы

1. Теория термической обработки. Диаграмма изотермического распада переохлажденного аустенита. Закалка, отпуск, отжиг с фазовыми и без фазовых превращений. Технология термической обработки стали

2. Химико-термическая обработка стали.

Ключевые понятия: термическая обработка, мартенсит, троостит, сорбит, бейнит, закалка, закалочная среда, прокаливаемость, отпуск, старение, отжиг, нормализация, химико-термическая обработка, цементация, азотирование, нитроцементация, цианирования, борирование.

Литература: [1; 2; 4; 6]

Методические рекомендации

На следующей лекции студенты должны освоить термическую обработку сплавов, заключающуюся в нагреве до определенной температуры, выдержке при этой температуре и последующем охлаждении с заданной скоростью для получения материала с заданными свойствами, путем изменения его структуры: фазового состава, перераспределения компонентов, размеров и формы кристаллических зерен, вида дефектов, их количества и распределения.

Вторая часть лекции посвящена физическим основам и технологическим процессам химико-термической обработки стали.

После изучения темы студентам нужно понять, что обеспечение высоких технико-экономических показателей термического передела и качество термической и химико-термической обработки определяются свойствами подвергаемого термической обработки металла и сведением к минимуму побочных явлений.

Вопросы для самопроверки

1. Превращения, протекающие в сталях при нагреве и охлаждении
2. Дайте определение термической обработке
3. Назовите основные виды термической обработки.
4. Рассмотрите перлитное превращение и назовите три его стадии.
5. Перечислите, что произойдет при изменении скорости охлаждения
6. Отличие отжига от закалки
7. Назовите виды закалки и их назначение.
8. Отличие отжига от старения
9. Опишите принцип выбора режимов цементации

Тема 5. Легированные стали

Ключевые вопросы темы:

1. Легирование стали. Фазы, образуемые легирующими элементами с железом и углеродом. Влияние легирующих элементов на полиморфизм железа.
2. Классификации и маркировка легированных сталей. Конструкционные легированные стали: цементируемые, улучшаемые, рессорно-пружинные стали и шарикоподшипниковые стали. Инструментальные стали и сплавы. Стали с особыми физическими и химическими свойствами. Конструкционные коррозионностойкие и жаростойкие стали и сплавы. Жаропрочные стали.

Ключевые понятия: легирующие компоненты, карбиды, карбидообразующие компоненты, графитизирующие компоненты, нейтральные компоненты, цементируемые, улучшаемые стали, рессорно-пружинные стали, шарикоподшипниковые стали, магнитные и немагнитные стали, нержавеющие, жаропрочные и жаростойкие стали.

Литература: [1; 2; 4; 6; 8; 9; 10]

Методические рекомендации

На пятой лекции доносится до студентов то, что использование легированных сталей позволяет: повысить прочность конструкции без термообработки стали за счет растворения в феррите легирующих элементов (ферритные стали); повысить прочность и твердость в результате увеличения устойчивости аустенита (аустенитные стали); придать специальные свойства (жаропрочность, жаростойкость, коррозионная стойкость, упругость, намагничиваемость и др.); упрочить за счет введения карбидообразующих элементов.

Вторая часть лекции посвящена разбору классификаций и маркировке легированных сталей.

После изучения темы студентам нужно осознать, что легирующие компоненты, специально вводятся в сплав, для придания ему требуемой структуры и свойств.

Вопросы для самопроверки:

1. Объясните цель легирования сталей.
2. Перечислите области применения легированных сталей.
3. Принципы классификации легированных сталей
4. Принцип маркировки легированных сталей
5. Приведите примеры деталей, которые изготавливаются из цементируемых сталей.
6. Перечислите свойства, которыми должны обладать улучшаемые стали после термической обработки.
7. Легированные стали, которые применяют для изготовления пружин и рессор
8. Области применения жаропрочных сплавов.
9. Какой основной легирующий элемент входит в состав жаростойких сталей?
10. Перечислите, какими элементами легируют коррозионностойкие стали

Тема 6. Цветные металлы и сплавы

Ключевые вопросы темы

1. Медь и сплавы на основе меди. Антифрикционные сплавы. Алюминий, литейные и деформированные сплавы на основе алюминия. Термическая обработка сплавов алюминия.

2. Титан и его сплавы. Свойства, классификация сплавов титана. Магний и его сплавы. Бериллий и его сплавы

Ключевые понятия: латуни, бронзы, безоловянные бронзы, мельхиоры, нейзильберы, куниальми, технический алюминий, алюминий высокой чистоты, алюминий особой чистоты, авиааль, дюралюминий, силумин, жаропрочный алюминиевый сплав, баббиты

Литература: [1; 2; 4; 6].

Методические рекомендации

На шестой лекции необходимо донести до студентов сведения о разнообразных свойствах цветных металлов и сплавах, что сплавы меди обладают пластичными, литейными антифрикционными свойствами, алюминиевые сплавы подразделяются на литейные и деформируемые упрочняемые и неупрочняемые сплавы.

Вторая часть лекции посвящена изучению свойств, маркировки и области применения титана, магния и бериллия, и их сплавов.

После изучения темы студентам нужно осознать, что цветные металлы и сплавы имеют широкое применение в теплоэнергетике и теплотехнике. Медь может выдерживать длительно температуру до 1000 °С и постоянное воздействие агрессивной среды, обеспечивая при этом хорошую теплоотдачу, что необходимо для производства котлов, отопительного оборудования, широко используются латунные и бронзовые трубопроводы. Высокая теплоотдача позволяет использовать алюминий и литейного сплава – силумина – в качестве материала для радиаторов.

Вопросы для самопроверки

1. Маркировка меди.
2. Назовите отличие свойств меди и латуни.
3. Маркировка бронзы.
4. Объясните, чем отличаются бронзы от латуней, содержащих те же химические элементы, но в другом количестве
5. Признаки классификации сплавов на основе алюминия.
6. Назовите медный сплав, из которого возможно изготовление пружины
7. Алюминиевые сплавы, упрочняемые термической обработкой.
8. Классификация титановых сплавов.
9. Маркировка магниевых сплавов

Тема 7. Неметаллические материалы

Ключевые вопросы темы

1. Полимеры и материалы на их основе. Классификации и свойства. Пластмассы на основе термопластичные и термореактивные полимеров. Каучуки и резины. Пленкообразующие материалы.

2. Стекло. Керамика.

Ключевые понятия: мономеры, олигомеры, полимеры, поликонденсация, полиприсоединение, поливинилхлорид, полистирол, эпоксидные смолы, фенолформальдегидные смолы, слоистые пластики, гетинакс, текстолит, каучук, вулканизация, резины, лаки, эмали, компаунды.

Литература: [1; 2; 4; 6]

Методические рекомендации

На седьмой лекции необходимо донести до студентов то, что основным компонентом пластических масс являются конструкционные и функциональные полимеры, получаемые в процессах поликонденсации или полиприсоединения, резины – результат вулканизации натуральных или искусственных каучуков, в составе композиций современных пленкообразующих материалов обязательным компонентом выступают полимеры.

Вторая часть лекции посвящена основным свойствам и особенностям применения керамики и стекла.

После изучения темы студентам нужно осознать, что современная промышленность нуждается в неметаллических материалах, обладающих разнообразными свойствами.

Вопросы для самопроверки

1. Ч Отличие поликонденсации от полиприсоединения
2. Назовите более химически стойкий полимер.
3. Причины старения полимеров.
4. Охарактеризуйте свойства пластмасс.
5. Назовите области применения пластмасс.
6. Отличие каучуков от резин.
7. Значение серы при производстве резины.
8. Отличие лаков от эмалей.
9. Признаки классификации лаков.

Тема 8. Композиционные материалы

Ключевые вопросы темы

1. Композиционные материалы. Дисперсно-упрочняемые, волокнистые и слоистые композиты. Получение деталей из композиционных материалов.
2. Способы получения порошков. Приготовление смеси. Спекание.

Ключевые понятия: дисперсно-упрочняемые композиты, волокнистые композиты, слоистые композиты, матрица, армирующие компоненты, композиты с полимерной матрицей, композиты с металлической матрицей.

Литература: [1; 2; 4; 6; 8].

Методические рекомендации

Следующая тема дисциплины позволит обучающимся получить представления о значении дисперсно-упрочняемых, волокнистых композиционных материалов, об их структуре, свойствах и области применения.

Вторая часть лекции посвящена разбору особенностей технологии изготовления композиционных материалов.

После изучения темы студентам нужно осознать, что композиционные материалы получают путем соединения матрицы и упрочняющей фазы, для чего используются как традиционные технологии (порошковая технология для дисперсно-упрочняемых композитов, прессование и намотка для композитов на полимерной матрице), так и специфические, применяемые только для определенного вида композитов (карбонизация и осаждение углерода из газовой фазы для композитов с углеродной матрицей и т. д.).

Вопросы для самопроверки

1. Дайте определение композитам.
2. Классификация композитов по виду упрочняющей фазы.
3. Материалы для упрочнения дисперсно-упрочненных композитов.
4. Материалы для изготовления матрицы дисперсно-упрочненных композитов.
5. Материалы для упрочнения волокнистых композитов.
6. Назовите материалы, волокна которых используют в волокнистых композитах.
7. Причины прочности композитов.
8. Преимущество композитов перед сталью и цветными сплавами.

Тема 9. Основы производства металлов

Ключевые вопросы темы

1. Основы металлургического производства. Общие понятия о рудах, топливе и флюсах. Кислородно-конверторный способ получения стали. Получение стали в мартеновских, электрических дуговых и индукционных печах. Порошковая металлургия.

2. Основы производства алюминия, титана и меди.

Ключевые понятия: металлургия, промышленная руда, окатыши, топливо, флюс, ферросплавы, кокс, шихта, раскислители, шамотный кирпич, кислородно-конверторный способ, мартеновские печи, электрические печи, дуговые печи, индукционные печи

Литература: [2; 4; 7; 11–13].

Методические рекомендации

На девятой лекции необходимо донести до студентов то, что металлургическое производство является деятельностью по выплавке черных и цветных металлов из руды или лома с использованием доменного производства, методов электрометаллургии, кислородно-конверторным способом, особенностью процессов, связанных с изменением химического состава, структуры и свойств металлов и сплавов.

Вторая часть лекции посвящена освоению основам металлургического производства алюминия, титана и меди.

После изучения темы студентам нужно осознать, что основной задачей металлургического производства является получение металлической продукции из руд, концентратов или других видов металлосодержащего сырья.

Вопросы для самопроверки

1. Продукты металлургической промышленности.
2. Сырье для металлургической промышленности.
3. Цели использования ферросплавов
4. Требования к оgneупорным материалам.
5. Способ получения кокса.
6. Руды, используемые для выплавки чугуна.
7. Сущность процесса получения чугуна в доменной печи.
8. Исходные материалы для производства стали.
9. Стали по степени раскисления.
10. Сырье для производства меди и алюминия.

Тема 10. Технологические процессы получения отливок

Ключевые вопросы темы

1. Теоретические основы линейного производства. Модели. Формовочные и стержневые смеси. Технология изготовления песчаных литейных форм и стержней.

2. Другие способы литья. Литье в металлические формы. Литье под давлением. Центробежное литье. Литье в оболочковые формы. Непрерывное литье. Литье выжиманием. Технология изготовления пластмассовых деталей методом литья.

Ключевые понятия: жидкотекучесть, усадка, литье, отливка, стержень, дендритная ликвация, модель, формовочная смесь, стержневая смесь, кокиль, литейная оснастка, опока, литниковая система.

Литература: [2; 4; 7; 11–13].

Методические рекомендации

Десятая тема дисциплины позволит обучающимся получить представления о том, что литейная форма при литье в песчаные формы представляет собой конструкцию, состоящую из элементов, образующих рабочую полость, заполнение которой расплавленным металлом обеспечивает получение отливки заданных формой и размеров. Литейная форма должна обладать прочностью, газопроницаемостью, пластичностью, оgneупорностью.

Вторая часть лекции посвящена изучению специальных способов литья, таких как литье в металлические формы, под давлением, центробежное литье, литье в оболочковые формы, непрерывное литье и литье выжиманием.

После изучения темы студентам нужно осознать, что литейная технология получения заготовок имеет такие достоинства, как универсальность, позволяющая получать отливки сложной конфигурации большой номенклатуры сплавов, широкого диапазона размеров и массы и рентабельность в серийном производстве.

Вопросы для самопроверки

1. Строение литейной формы.
2. Материалы для изготовления литейной формы.
3. Приспособления, входящие в литейную оснастку.
4. Опишите, из каких частей состоит литниковая система
5. Назовите основные дефекты литья в песчаные формы.
6. Перечислите стадии процесса получения оболочковых форм.
7. Признаки классификации кокилей.
8. Принципиальные особенности технологического процесса литья под давлением.

Тема 11. Технологические процессы обработки металлов давлением

Ключевые вопросы темы

1. Теоретические основы пластической деформации металлов. Влияние нагрева на структуру и свойства деформируемого металла. Понятие холодной, неполной и горячей обработки давлением. Прокатка металла. Сущность процесса прессования. Волочение.

2. Операции ковки. Объемная горячая и холодная штамповка. Листовая штамповка. Технология изготовления пластмассовых деталей штамповкой из листового материала.

Ключевые понятия: пластическая деформация, наклеп, текстура, холодная обработка давлением, горячая обработка давлением, нагревательные печи, прокатка, прессование, волочение, ковка, пресс, штамп, матрица, пуансон, листовая штамповка.

Литература: [2; 4; 7; 11–13].

Методические рекомендации

Одннадцатая лекция позволит обучающимся получить представления о том, что формообразование обработкой давлением основано на способности заготовок из металлов и других материалов изменять свою форму без разрушения под действием внешних сил, что в процессе волочения, прессования, прокатки можно получить заготовки постоянного профиля.

Вторая часть лекции посвящена рассмотрению таких процессов обработки давлением, как ковка и штамповка, так как в современном производстве около 20 % всех деталей получают из кованых или штампованных поковок.

После изучения темы студентам нужно осознать, что при пластическом деформировании требуемая форма заготовок достигается перемещением частиц металла в новое положение при условии их устойчивого равновесия, при этом первоначальная масса, претерпевшая формообразования, остается постоянной.

Вопросы для самопроверки

1. Свойства металла, изменяющиеся при деформировании в холодном состоянии.
2. Дайте определение «возврата».
3. Поясните понятия «холодная», «неполная горячая», «горячая деформация».
4. Прямое и обратное прессование.
5. Опишите процесс волочения проволоки и труб.
6. Основные операции при прокатке бесшовных труб.
7. Назовите основные операции ковки.
8. Роль заусенца при штамповке в открытых штампах.
9. Почему при штамповке в закрытых штампах необходимо иметь заготовки большей точности размеров?
10. Оборудование, применяемое для листовой штамповки.

Тема 12. Производство неразъемных соединений. Сварка и пайка

Ключевые вопросы темы

1. Производство неразъемных соединений сваркой. Физико-химические основы получения сварного соединения. Классификация методов сварки. Технологии получения неразъемных соединений методами сварки плавлением.
2. Технологии получения неразъемных соединений методами сварки давления. Способы пайки. Технологический процесс пайки. Особенности сварки пластмасс.

Ключевые понятия: свариваемость, защитная атмосфера, шов, коэффициент наплавки, режимы сварки, дуга, сварная ванна.

Литература: [2; 4; 7; 11–13].

Методические рекомендации

Изучение следующей темы позволит обучающимся получить представления о том, что сварочный процесс направлен на получение монолитного соединения, которое возникает в случае установления связей между атомами свариваемых деталей на границе их раздела при нагревании и/или пластическом деформировании. К термическим методам сварки относятся ручная дуговая, автоматическая дуговая, электрошлаковая сварка, дуговая сварка в защитных газах, плазменная сварка, электронно-лучевая сварка, термитная и газовая сварка.

Вторая часть лекции посвящена представлению термомеханических и

механических видов сварки, технологии процесса пайки и особенностям сварки пластмасс.

После изучения темы студентам необходимо осознать, что материал в процессе его сварки изменяет свои свойства в зависимости как от самого материала, его физико-химических свойств, так и метода сварки и его режимов. Поэтому без учета анализа свариваемости материала, условий процесса сварки, особенностей конструкции свариваемого изделия нельзя грамотно выбрать метод сварки.

Вопросы для самопроверки

1. Факторы, способствующие широкому применению сварки в современных конструкциях.
2. Принцип классификации методов сварки.
3. Физико-химические принципы, лежащие в основе разных источников теплоты для термических видов сварки
4. Опишите, как реализуется защита расплавленного металла в зависимости от вида сварки плавлением
5. Сравните области применения электронно-лучевой и лазерной сварки.
6. Факторы, влияющие на прочность и точность при контактной сварке.
7. Определите, чем объясняется повышенные затраты энергии при роликовой сварке по сравнению с точечной
8. Параметры режима при диффузационной сварке.
9. Основные области применения механических способов сварки.

Тема. 13. Высокоэнергетические технологии обработки деталей

Ключевые вопросы темы:

1. Высокоэнергетические технологии обработки деталей. Высокоэнергетическая индукционная обработка.
2. Технологии лазерной и электронно-лучевой обработки материалов.

Ключевые понятия: индукционная обработка, импульсная обработка, удельная поверхностная мощность, монохроматическое излучение, полихроматическое излучение, полимонохроматическое излучение.

Литература [2; 4; 7; 11–13].

Методические рекомендации

Данная тема дисциплины позволит обучающимся получить представления о том, что к высокоэнергетическим технологиям обработки деталей относятся высокочастотная индукционная, лазерная, электроннолучевая, ионная, плазменная и рентгеновская обработка, которые являются наиболее перспективными для получения материалов с особыми свойствами. Индукционная обработка стальных и чугунных деталей,

применяемая для нагрева металла под ковку, штамповку, термическую обработку, делится на традиционную индукционную обработку, когда характерный уровень удельных поверхностных мощностей составляет до 10^7 Вт/м², и высокоэнергетическую (импульсную) обработку при удельных мощностях 10^7 – 10^9 Вт/м², когда скорости процессов нагрева и охлаждения в слое металла становятся сравнимы со скоростями диффузионного массопереноса и газообразования.

Вторая часть лекции посвящена изучению электронно-лучевой и лазерной технологиям обработки материалов.

После изучения темы студентам нужно усвоить, что область применения высокоэнергетической обработки металлов постоянно расширяется, методы высокоэнергетической обработки используются для нанесения высокоэффективных покрытий, упрочнения деталей машин, резки, наплавки, газо- и водоочистки, утилизации отходов, полимеризации.

Вопросы для самопроверки

1. Отличие метода высокочастотной импульсной закалки от стандартной индукционной закалки.
2. Какая область детали из всей зоны нагрева будет упрочняться?
3. От каких параметров процесса и как зависит глубина упрочняемого слоя?
4. Особенности лазерной обработки.
5. Технологические операции, проводимые с использованием лазера.
6. Процессы, протекающие при взаимодействии электронного пучка с поверхностью материала.
7. Виды обработки, при которых используется электронный пучок

Тема 14. Формообразование поверхностей деталей резанием

Ключевые вопросы темы

1. Формообразование поверхностей деталей резанием. Физико-химические основы резания. Точение и обработка на станках токарной группы. Схемы обработки наружных и внутренних цилиндрических и конических поверхностей, винтовых и фасонных поверхностей, сверление, зенкерование, развертывание на станках токарной группы.
2. Особенности механической обработки на сверлильных, фрезерных станках. Оснастка и инструмент для фрезерования. Режимы резания.

Ключевые понятия: процесс стружкообразования, тепловой баланс, главное движение резания, вспомогательное движение резания, скорость резания, подача инструмента, силы резания, оснастка.

Литература: [2; 4; 7; 11–13].

Методические рекомендации

Четырнадцатая лекция дисциплины призвана донести до студентов то, что обработка резанием является универсальным методом размерной обработки, который позволяет обрабатывать поверхности деталей различной формы и размеров с высокой точностью из наиболее используемых конструкционных материалов. Одним из основных способов лезвийной обработки является точение.

Вторая часть лекции посвящена определению режимов резания, изучению инструмента, приспособлений для крепления инструмента и заготовки на фрезерных и сверлильных станках.

После изучения темы студентам нужно осознать, что, несмотря на большие достижения в технологии производства высокоточных заготовок, значение обработки резанием на металлорежущих станках на производстве непрерывно повышается, так как современные металлорежущие станки являются машинами, использующими механические, электрические, гидравлические, электронные приводы для управления рабочим циклом изготовления деталей и решения сложных технических задач.

Вопросы для самопроверки

1. Задачи размерной обработки резанием.
2. Назовите режимы резания при точении.
3. Причины нагрева зоны резания обрабатываемого материала и методы снижения нагрева.
4. Материалы, используемые в качестве инструментальных.
5. Причины и виды износа инструмента.
6. Оснастка, используемая для крепления заготовки на фрезерном станке.
7. Причина нароста на резце при резании, и его влияние на процесс
8. Способ крепления инструментов на сверлильных станках
9. Расскажите, чем определяется качество и точность обработки резанием

Тема 15. Обработка поверхностей деталей абразивным инструментом

Ключевые вопросы темы:

1. Обработка поверхностей деталей абразивным инструментом на шлифовальных станках. Схемы шлифования наружных и внутренних цилиндрических, конических поверхностей. Шлифование плоских поверхностей. Бесцентровое шлифование.

2. Классификация и маркировка абразивного инструмента.

Литература: [2; 4; 7; 11–13].

Методические рекомендации

Заключительная тема дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов» позволит обучающимся получить представления о том, что для формообразования поверхности методом шлифования необходимо вращательное движение круга и относительное перемещение по одной из координатных осей или вращательным движением вокруг оси детали.

Вторая часть лекции посвящена изучению абразивного инструмента, условий непрерывности самозатачиваемости в процессе шлифования.

После изучения темы студентам нужно усвоить, что целью процесса шлифования является приданье заготовке определенной формы, калибровка поверхности до требуемого размера и получение минимальной шероховатости.

Вопросы для самопроверки:

1. Дайте определение процессу механической обработки, называемому шлифованием.
2. Случай, в которых применяется шлифование.
3. Назовите основные виды шлифования.
4. Расскажите, как выбираются режимы и рассчитываются силы резания при шлифовании.
5. Инструменты, используемые при шлифовании.
6. Испытания шлифовальных кругов.
7. Цель правки шлифовальных кругов.
8. Перечалите особенности резания на плоскошлифовальных станках.
9. Технологические требования, предъявляемые к конструкции обрабатываемых на шлифовальных станках деталей.

Приведите примеры, когда применяется бесцентровое шлифование.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Согласно учебному плану дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов» направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника студенты заочной формы обучения закрепляют изучаемый материал, самостоятельно в виде выполнению контрольной работы, в ходе которой они отвечают на пять вопросов. Задание на контрольную работу выбирается по двум последним цифрам зачетной книжки (таблица 3).

Ответы на рассматриваемые вопросы должны излагаться по существу, быть четкими, полными и ясными.

При ответе на вопросы студент должен использовать не только учебную литературу, но и статьи, публикуемые в периодической печати, указывая в работе источники информации. Текстовая часть работы может быть иллюстрирована рисунками, схемами, таблицами. В конце приводится список использованных источников.

Работа должна быть выполнена на листах формата А4 с одной стороны листа, в печатном варианте. Шрифт текстовой части размер – 12 (для заголовков – 14), вид шрифта – Times New Roman, интервал 1,5. Поля страницы: левое 3 см, правое 1,5 см, верхнее и нижнее 2 см. Нумерация страниц внизу справа.

Структура контрольной работы:

- титульный лист (приложение А);
- содержание;
- текстовая часть (каждый вопрос начинать с нового листа);
- список используемой литературы оформляется в соответствии с ГОСТ 7.0.100-2018, ГОСТ 7.82-2001.

В текстовой части не допускается сокращение слов. Объем выполненной работы не должен превышать 10 листов А4.

Контрольная работа должна быть оформлена в соответствии с общими требованиями, предъявляемыми к контрольным работам:

- текст должен быть отпечатан на компьютере;
- основной текст подразделяется на озаглавленные части в соответствии с содержанием работы. Заглавия не подчеркиваются, в конце заголовка точка не ставится, переносы допускаются;
- страницы текста пронумерованы арабскими цифрами в правом верхнем углу без точек. Титульный лист считается первым и не нумеруется;
- на каждой странице оставлены поля для замечаний рецензента;

– список использованных источников оформляются по соответствующим требованиям.

Стиль и язык изложения материала контрольной работы должны быть четкими, ясными и грамотными. Грамматические и синтаксические ошибки недопустимы. Выполненная контрольная работа представляется для регистрации на кафедру, затем поступает на рецензирование преподавателю.

Положительная оценка («зачтено») выставляется в зависимости от полноты раскрытия вопроса и объема предоставленного материала в контрольной работе, а также степени его усвоения, которая выявляется при ее защите (умение использовать при ответе на вопросы научную терминологию, лингвистически и логически правильно отвечать на вопросы по проработанному материалу).

Контрольная работа с оценкой «не зачтено» возвращается студенту с рецензией, выполняется студентом вновь и сдается вместе с не заченной работой на проверку преподавателю. Контрольная работа, выполненная не по своему варианту, возвращается без проверки и зачета.

Таблица 3 – Варианты контрольной работы

	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	40,41,76 101,136	39,42,77 102, 137	37,43,78 103,138	37,44,79 104, 139	36,45,80 105, 140	35,46,81 106,141	33,48,83 107, 142	32,49,84 108, 143	34,47,82 109, 144	31,50,85 110, 145
1	30,51,86 111, 146	29,52,87 112, 147	28,53,88 113, 148	27,54,89 114, 149	26,55,90 115, 150	25,56,91 116,151	24,57,92 117, 152	23,58,93 118, 153	22,59,94 119, 154	21,60,95 120, 155
2	20,61,96 121, 136	19,62,97 122, 137	18,63,98 123, 138	17,64,99 124, 139	16,65,100 125, 140	15,66,100 126, 141	14,67,99 127, 142	13,68,98 128, 149	12,69,97 129, 150	11,70,96 130, 151
3	10,71,95 131, 151	9,72,94 132, 152	8,73,93 133, 153	7,74,92 134, 155	6,75,91 135, 150	5,75,90 101, 136	4,74,89 102, 137	3,73,88 103, 138	2,72,87 104, 139	1,71,86 105, 140
4	1,70,85, 106, 141	2,69,84 107, 142	3,68,83 108, 143	4,67,82 109, 144	5,66,81 110, 145	6,65,80 111, 146	7,64,79 112, 147	8,63,78 113, 148	9,62,77 114, 149	10,61,76 115, 150
5	11,60,76 116, 151	12,59,77 117, 152	13,58,78 118, 154	14,57,79 119, 155	15,56,80 120, 153	16,55,81 121, 152	17,54,82 122, 151	18,53,83 123, 150	19,52,84 124, 149	20,51,85 125, 147
6	21,50,86 126, 148	22,49,87 127, 146	23,48,88 128, 145	24,47,89 129, 144	25,46,90 130, 143	26,45,91 131, 142	27,44,92 132, 141	28,43,93 133, 140	29,42,94 134, 139	30,41,95 135, 138
7	31,42,96 101, 137	32,43,97 102, 136	33,47,98 103, 137	34,48,99 104, 138	35,49,100 105, 139	36,50,100 106, 140	37,51,99 107, 141	38,52,98 108, 142	39,53,97 109, 143	40,54,96 109, 144
8	25,55,95 110, 145	22,56,94 111, 146	21,57,93 112, 147	30,58,92 113, 148	6,59,91 114, 149	7,60,90 115, 150	24,61,89 116, 151	5,62,88 117, 152	28,64,87 118, 153	29,65,86 119, 154
9	36,66,85 120, 155	37,69,84 121, 136	39,70,83 122, 137	35,72,82 123, 138	32,73,81 124, 139	33,74,80 125, 140	1,62,79 126, 141	17,53,78 127, 142	19,52,77 128, 143	2,51,76 129, 144

Вопросы для контрольной работы

1. Дать понятие энергии связи. Виды связей в твердых телах.
2. Опишите особенности металлического типа связи, основные свойства металлов.
3. Опишите особенности ионного типа связи, основные свойства ионных кристаллов.
4. Какие металлы имеют объёмно-центрированную кубическую решетку?
Начертите элементарную ячейку, укажите ее параметры, координационное число, плотность упаковки.
5. Опишите особенности ковалентного типа связи, основные свойства ковалентных кристаллов.
6. Какие металлы имеют гранецентрированную кубическую решетку?
Начертите элементарную ячейку, укажите параметры, координационное число.
7. Какие металлы имеют плотноупакованную гексагональную решетку?
Начертите элементарную ячейку, укажите параметры, координационное число, плотность упаковки.
8. Опишите строение и основные характеристики (параметры, координационное число, плотность упаковки) кристаллической решетки алюминия. Начертите элементарную ячейку.
9. То же для меди.
10. То же для хрома.
11. То же для молибдена.
12. То же для вольфрама.
13. То же для цинка.
14. То же для никеля.
15. То же для ванадия.
16. То же для магния.
17. Опишите явление полиморфизма в приложении к титану, а также строение и основные характеристики кристаллической решетки для кубической модификации титана.
18. Опишите явление полиморфизма в приложении к олову, а также строение и основные характеристики кристаллической решетки для тетрагональной модификации олова.
19. Опишите явление полиморфизма в приложении к железу, а также строение и основные характеристики кристаллической решетки для различных модификаций железа.

20. Опишите магнитное превращение в металлах. В чем отличие магнитного превращения от полиморфного?
21. Дайте описание твердых растворов замещения. Приведите примеры.
22. То же для циркония.
23. Опишите условия образования неограниченных твердых растворов замещения. Приведите примеры.
24. Дайте описание твердых растворов внедрения, приведите примеры.
25. Опишите химические соединения (промежуточные фазы). Приведите примеры.
26. Что такое эвтектика и эвтектоид? Приведите примеры сплавов.
27. Постройте кривую охлаждения для железа с применением правила фаз.
28. Опишите точечные несовершенства кристаллического строения металлов, их влияние на свойства металлов.
29. Опишите линейные несовершенства (дислокации) кристаллического строения металлов. Влияние дислокации на свойства металлов.
30. Опишите механизм и физическую сущность процесса кристаллизации.
31. Опишите условия получения мелкозернистой структуры при самопроизвольно развивающейся кристаллизации, используя теорию Таммана.
32. Опишите явление транскристаллизации и его влияние на свойства слитка.
33. Что такое переохлаждение и как оно влияет на структуру кристаллизующегося металла?
34. Что такое ликвация? Виды ликвации, причины их возникновения и способы устранения.
35. Как влияет скорость охлаждения на строение кристаллизующегося металла?
36. Опишите физическую сущность процесса плавления.
37. Назначение модификации. Виды модификаторов. Приведите примеры.
38. Опишите влияние реальной среды на процесс кристаллизации.
39. Опишите строение реального слитка и явление транскристаллизации.
40. Объясните превращения, происходящие в сплавах в твердом состоянии (вторичная кристаллизация).
41. Как изменяется плотность дислокаций при холодной пластической деформации металлов? Влияние плотности дислокаций на свойства металла.

42. В чем различие между холодной и горячей пластической деформацией? Опишите особенности каждого вида деформации.

43. Как и почему изменяются свойства при холодной пластической деформации?

44. Под действием каких напряжений происходит пластическая деформация? Как при этом изменяются структура и свойства металла?

45. Что происходит с кристаллической решеткой металлов под действием нормальных напряжений? Укажите вид разрушения.

46. Что происходит с кристаллической решеткой металлов под действием касательных напряжений? Укажите вид разрушения.

47. Как изменяются строение и свойства при нагреве предварительно деформированного металла?

48. Для каких практических целей применяют наклеп, в чем сущность наклепа?

49. Объясните природу хрупкого разрушения металлов и факторы, способствующие переходу металла в хрупкое состояние.

50. Как изменяются эксплуатационные характеристики деталей после поверхностного наклена (дробеструйной обработки) и почему?

51. Для чего применяется отжиг в процессе изготовления холоднокатанной стальной ленты? Как называется такой вид отжига?

52. Как влияет степень пластической деформации на процесс рекристаллизации и величину зерна? Что такое критическая степень деформации?

53. Как влияют состав сплава и степень пластической деформации на температуру рекристаллизации? Как определить температуру рекристаллизации?

54. Объясните сущность процесса первичной рекристаллизации (рекристаллизации обработки).

55. Какие процессы протекают при горячей пластической деформации?

56. Для какой цели применяется рекристаллизационный отжиг? Как назначается режим отжига? Дайте примеры.

57. В чем различие между упругой и пластической деформацией?

58. Какой вид напряжений приводит к вязкому разрушению путем среза? Объясните природу разрушения.

59. Какой вид напряжений приводит к хрупкому разрушению путем отрыва? Объясните природу разрушения.

60. Опишите механизм упругой и пластической деформации

поликристаллического металла.

61. Опишите сущность процесса собирательной рекристаллизации.

62. Объясните, почему пластическую деформацию олова при комнатной температуре называют горячей деформацией, а вольфрама при температуре 1000 °C – холодной пластической деформацией?

63. Волочение проволоки проводят в несколько переходов. Если волочение выполняют без промежуточных операций отжига, то проволока на последних переходах даст разрыв. Объясните причины разрывов и укажите меры для предупреждения этого.

64. Для чего применяется отжиг после наклена холоднокатанных прутков стали Ст3? Выбор режима отжига.

65. Каким способом можно восстановить пластичность холоднокатанных медных лент? Назначьте режим термической обработки и опишите физическую сущность происходящих процессов.

66. Детали из меди, штампованные в холодном состоянии, имели низкую пластичность. Объясните причину этого явления и укажите, каким способом можно повысить относительное удлинение. Рекомендуйте режим обработки и приведите характер изменения механических свойств.

67. Как изменяется блочная (мозаичная) структура при нагреве предварительно деформированного металла? В чем сущность процесса полигонизации?

68. Объясните, можно ли отличить по микроструктуре металл, деформированный в холодном состоянии, от металла, деформированного в горячем состоянии, и укажите, в чем различие в микроструктуре.

69. Назначьте режим отжига холоднокатаного профиля из магния. Как такой отжиг называется? Опишите сущность происходящих процессов.

70. Каким образом можно восстановить пластичность холоднокатаного алюминиевого прутка? Назначьте режим термической обработки и опишите физическую сущность происходящих процессов.

71. Как изменяются механические и другие свойства при нагреве наклепанного металла и почему?

72. Как влияет изменение структуры на свойства холоднодеформированного металла? В чем сущность и каково практическое применение наклена?

73. Прутки олова были деформированы при температуре 20 °C. Объясните, почему эти прутки не упрочнились при деформировании, и опишите процессы, протекающие при этом.

74. Полосы свинца были деформированы при комнатной температуре на

различную степень деформации: 10, 20, 40 и 60 %. После прокатки твердость (HB) всех полос свинца оказалась практически одинаковой. Объясните, почему свинец не упрочнился?

75. Какие процессы происходят при горячей пластической деформации и как изменяются строение и свойства металла?

76. Вычертите диаграмму состояния системы железо-углерод (железо-цементит) (рисунок 1). Укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы. Постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) и опишите превращения от жидкого состояния до нормальной температуры для сплава, содержащего 0,15 % С. Укажите структуру сплава при комнатной температуре, назовите сплав.

77. То же для сплава, содержащего 0,25 % С.

78. То же для сплава, содержащего 0,05 % С.

79. То же для сплава, содержащего 0,3 % С.

80. То же для сплава, содержащего 0,45 % С.

81. То же для сплава, содержащего 0,65 % С.

82. То же для сплава, содержащего 0,7 % С.

83. То же для сплава, содержащего 0,8 % С.

84. То же для сплава, содержащего 0,9 % С.

85. То же для сплава, содержащего 1,0 % С.

86. То же для сплава, содержащего 1,2 % С.

87. То же для сплава, содержащего 1,5 % С.

88. То же для сплава, содержащего 1,8 % С.

89. То же для сплава, содержащего 2,5 % С.

90. То же для сплава, содержащего 3,0 % С.

91. То же для сплава, содержащего 3,5 % С.

92. То же для сплава, содержащего 4,3 % С.

93. То же для сплава, содержащего 5,0 % С.

94. То же для сплава, содержащего 5,5 % С.

95. То же для сплава, содержащего 6,0 % С.

96. То же для сплава, содержащего 0,2 % С.

97. То же для сплава, содержащего 0,6 % С.

98. То же для сплава, содержащего 1,3 % С.

99. То же для сплава, содержащего 4,0 % С.

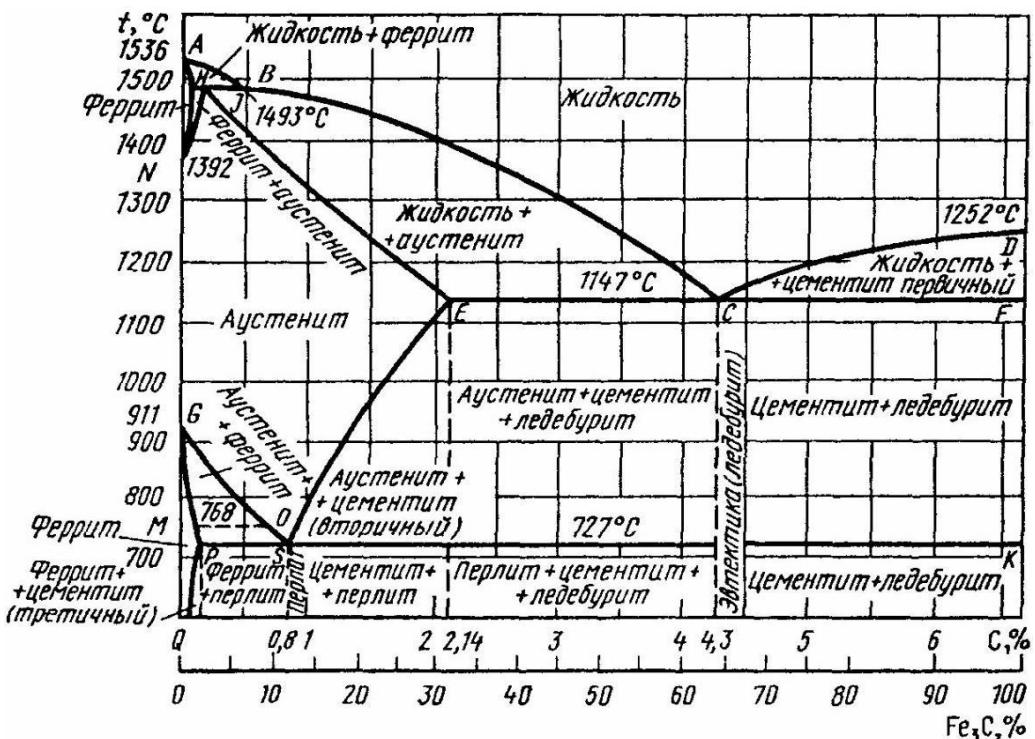


Рисунок 1 – Диаграмма состояния системы железо-углерод (железо-цементит)

100. То же для сплава, содержащего 2,2 % С.
101. Какое содержание углерода в эвтектоидной стали?
102. Какую кристаллическую решетку имеют α- и β-железо?
103. Что такое аустенит, феррит, перлит, цементит?
104. Укажите название областей на стальной части диаграммы.
105. Какие процессы протекают в стали при ее охлаждении в области 727 °C?
106. Какое максимальное содержание углерода в аустените?
107. Какое максимальное содержание углерода в феррите?
108. Как влияет содержание углерода на свойства стали?
109. Как классифицируются углеродистые стали по качеству? Приведите пример марки углеродистой стали обыкновенного качества, качественной и высококачественной.
110. Расшифруйте марку стали ст 0 кп согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры и применения.
111. Расшифруйте марку стали ст 2 кп согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры и применения.

125. Расшифруйте марку стали У7А согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры и применения.
126. Расшифруйте марку стали У8 согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры и применения.
127. Расшифруйте марку стали У8А согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры и применения.
128. Расшифруйте марку стали У9А согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры и применения.
129. Расшифруйте марку стали У9 согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры и применения.
130. Расшифруйте марку стали У10 согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры, и применения.
131. Расшифруйте марку стали У10А согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры и применения.
132. Расшифруйте марку стали У11А согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры и применения.
133. Расшифруйте марку стали У11 согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры и применения.
134. Расшифруйте марку стали У12 согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры и применения.
135. Расшифруйте марку стали У12А согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры и применения.
136. Выберите материал для изготовления дроби для дробеструйных аппаратов очистки деталей. Дробь при работе аппарата не должна деформироваться и должна иметь высокую твердость и износостойкость. Опишите структуру выбранного материала.
137. Станину станка изготавливают методом литья с последующей обработкой резанием. В процессе работы станина не испытывает ударных

нагрузок. Условия работы довольно легкие. Выберите материал для ее изготовления, расшифруйте марку и поясните структуру данного чугуна.

138. Корпуса редукторов изготавливают из чугуна методом литья с последующей обработкой резанием. Материал должен обладать прочностью $\sigma_b = 500$ МПа, относительным удлинением 1,5 % и иметь твердость HB230. Выберите и обоснуйте марку чугуна, расшифруйте ее и поясните структуру.

139. Почему белые чугуны ограниченно применяются в машиностроении? Дайте подробное пояснение. Какие разновидности белых чугунов существуют, и какова их структура?

140. Произошла поломка коленчатого вала дизельного двигателя. После исследования микроструктуры было дано заключение, что структура данного сплава состоит из зерен перлита с включениями пластинчатого графита. По техническим условиям данный материал должен обладать $\sigma_b = 650$ МПа, $\delta = 2$ %, HB 220–300. Из какого материала был изготовлен коленчатый вал? Из-за чего произошла поломка, и что Вы рекомендуете для предотвращения разрушения вала в дальнейшем?

141. Выберите материал для корпуса небольшого электродвигателя. Условия работы легкие, нагрузки небольшие. Корпус отливается с последующей обработкой резанием. Расшифруйте марку чугуна и поясните его структуру.

142. Для добычи гравия из реки Томь используют земснаряды. Шарнирные соединения труб для транспортировки гравия делают из чугуна. Условия работы: большой гидроабразивный износ, ударные нагрузки, постоянная вибрация. Выберите и обоснуйте марку чугуна.

143. Выберите материал для изготовления отопительных батарей. Способ их изготовления – литье. Расшифруйте выбранную марку и поясните структуру.

144. Расшифруйте марку чугуна СЧ10, приведите химический состав и механические свойства согласно ГОСТ, приведите микроструктуру и применение данной марки чугуна.

145. Расшифруйте марку чугуна СЧ15, приведите химический состав и механические свойства согласно ГОСТ, приведите микроструктуру и применение данной марки чугуна.

146. Расшифруйте марку чугуна СЧ20, приведите химический состав и механические свойства согласно ГОСТ, приведите микроструктуру и применение данной марки чугуна.

147. Расшифруйте марку чугуна СЧ35, приведите химический состав и механические свойства согласно ГОСТ, приведите микроструктуру и применение данной марки чугуна.

148. Расшифруйте марку чугуна КЧ30-6, приведите химический состав и

механические свойства согласно ГОСТ, приведите микроструктуру и применение данной марки чугуна.

149. Расшифруйте марку чугуна КЧ35-10, приведите химический состав и механические свойства согласно ГОСТ, приведите микроструктуру и применение данной марки чугуна.

150. Расшифруйте марку чугуна КЧ45-7, приведите химический состав и механические свойства согласно ГОСТ, приведите микроструктуру и применение данной марки чугуна.

151. Расшифруйте марку чугуна КЧ60-3, приведите химический состав и механические свойства согласно ГОСТ, приведите микроструктуру и применение данной марки чугуна.

152. Расшифруйте марку чугуна ВЧ35, приведите химический состав и механические свойства согласно ГОСТ, приведите микроструктуру и применение данной марки чугуна.

153. Расшифруйте марку чугуна ВЧ40, приведите химический состав и механические свойства согласно ГОСТ, приведите микроструктуру и применение данной марки чугуна.

154. Расшифруйте марку чугуна ВЧ50, приведите химический состав и механические свойства согласно ГОСТ, приведите микроструктуру и применение данной марки чугуна.

155. Расшифруйте марку чугуна ВЧ50, приведите химический состав и механические свойства согласно ГОСТ, приведите микроструктуру и применение данной марки чугуна.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Земков, Ю. П. Материаловедение / Ю. П. Земков. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2024. – 188 с. – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/364784> (дата обращения: 07.12.2024). – ISBN 978-5-507-48829-2. – Текст : электронный.
2. Гетьман, А. А. Материаловедение. Технология конструкционных материалов: учебник для вузов / А. А. Гетьман. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2025. – 492 с. – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/441662> (дата обращения: 21.12.2024). – ISBN 978-5-507-50509-8. – Текст электронный.
3. Солнцев, Ю. П. Специальные материалы в машиностроении: учебник для вузов / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин, В. Ю. Пиирайнен. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2024. – 664 с. – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/399746> (дата обращения: 07.12.2024). – ISBN 978-5-507-47646-6. – Текст: электронный
4. Материаловедение и технология конструкционных материалов: учеб. пособие / А. А. Воробьев, Д. П. Кононов, Д. А. Жуков [и др.]. – Санкт-Петербург: ПГУПС, 2020. – 142 с. – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/222506> (дата обращения: 21.12.2024). – Текст: электронный.
5. Солдатов, В. Г. Конструкционные стали: учеб. пособие для вузов / В. Г. Солдатов. – Санкт-Петербург: Лань, 2024. – 184 с. – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/422468> (дата обращения: 21.12.2024). – ISBN 978-5-507-49511-5. – Текст: электронный.
6. Романченко, Н. М. Материаловедение. Технология конструкционных материалов: учеб. пособие / Н. М. Романченко. – Красноярск: КрасГАУ, 2019. – Ч. 1: Материаловедение. – 2019. – 329 с. – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/187425> (дата обращения: 21.12.2024). – Текст: электронный.
7. Романченко, Н. М. Материаловедение. Технология конструкционных материалов: учеб. пособие / Н. М. Романченко. – Красноярск: КрасГАУ, 2022. – Ч. 2: Технология конструкционных материалов – 2022. – 267с. – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Лань: электронно-библиотечная

система. – URL:<https://e.lanbook.com/book/298925> (дата обращения: 21.12.2024). – Текст: электронный.

8. Арабов, М. Ш. Материаловедение и технология конструкционных материалов. Лабораторный практикум: учеб. пособие для вузов / М. Ш. Арабов, З. М. Арабова. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2024. – 160с. – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/399689> (дата обращения: 07.12.2024). – ISBN 978-5-507-47636-7. – Текст: электронный.

9. Колина, Т. П. Материаловедение: учеб.-методич. пособие по изучению дисциплины для студ. бакалавриата по напр. подгот. 15.03.02 Технологические машины и оборудование/ Т. П. Колина. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. – 37 с. – URL: [https://www.klgtu.ru/vikon/sveden/files/UMP_po_Materialovedeniyu\(1\).pdf](https://www.klgtu.ru/vikon/sveden/files/UMP_po_Materialovedeniyu(1).pdf) (дата обращения: 08.12.2024). – Текст: электронный.

10. Колина, Т. П. Материаловедение: учеб.-метод. пособие по выполнению курсовой работы для студентов бакалавриата по направлениям подгот. 15.03.01 Машиностроение, 15.03.02 Технол. машины и оборудование, 15.03.04 Автоматизация технол. процессов и пр-в / Т. П. Колина; Калинингр. гос. техн. ун-т. – Калининград: КГТУ, 2022. – 48, [1] с. – Текст: непосредственный.

11. Бедарев, В. С. Технология конструкционных материалов: учеб-метод. пособие по изучению дисциплины для студентов бакалавриата по напр. подгот. 15.03.02 Технологические машины и оборудование / В. С. Бедарев – Калининград: Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. – 79 с. – URL: https://www.klgtu.ru/vikon/sveden/files/UMP_Teknologiya_konstrukcionnyx_materialov.pdf (дата обращения: 09.12.2024). — Текст: электронный.

12 Бедарев, В. С. Технология конструкционных материалов: учеб.-метод. пособие по проведению лабораторных работ для студентов бакалавриата по направлениям подготовки 15.03.01 Машиностроение, 15.03.02 Технологические машины и оборудование / В. С. Бедарев. – Калининград: Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ», 2023. – 159 с. – URL:[https://www.klgtu.ru/vikon/sveden/files/UMP_k_LR_Teknologiya_konstrukcionnyx_materialov\(1\).pdf](https://www.klgtu.ru/vikon/sveden/files/UMP_k_LR_Teknologiya_konstrukcionnyx_materialov(1).pdf) (дата обращения: 09.12.2024). – Текст: электронный.

13. Соколова, И. А. Технология конструкционных материалов: учеб.-метод. пособие для выполнения курсовой для студентов бакалавриата по направлениям подготовки 15.03.01 Машиностроение, 15.03.02 Технологические машины и оборудование / И. А. Соколова, М. Б. Лещинский, В. С. Бедарев. – Калининград: Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ», 2023. – 102 с. – URL:[https://www.klgtu.ru/vikon/sveden/files/UMP_k_KR_Teknologiya_konstrukcionnyx_materialov\(1\).pdf](https://www.klgtu.ru/vikon/sveden/files/UMP_k_KR_Teknologiya_konstrukcionnyx_materialov(1).pdf) (дата обращения: 09.12.2024). – Текст: электронный.

Локальный электронный методический материал

Влада Игоревна Абрамова

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ,
ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Редактор С. Кондрашова
Корректор Т. Звада

Уч. изд. л. 2,9. Печ. л. 2,4.

Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»,
236022, Калининград, Советский проспект, 1