



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИДО

С.И. Качин

«___» _____ 2013 г.

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Методические указания и индивидуальные задания
для студентов ИДО, обучающихся по направлению
140100 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Составитель И.А. Хворова

Семестр	4	5
Кредиты		4
Лекции, часов	2	4
Лабораторные занятия, часов		6
Индивидуальные задания		№ 1
Самостоятельная работа, часов		98
Формы контроля		экзамен

Издательство

Томского политехнического университета
2013





УДК 620.22; 669.018.29

Материаловедение и технология конструкционных материалов: метод. указ. и индивид. задания для студентов ИДО, обучающихся по напр. 140100 «Теплоэнергетика и теплотехника» / сост. И.А. Хворова; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 58 с.

Методические указания и индивидуальные задания рассмотрены и рекомендованы к изданию методическим семинаром кафедры материаловедения и технологии металлов 26 апреля 2013 г., протокол № 335.

Зав. кафедрой МТМ

доцент, кандидат техн. наук _____ А.Г. Мельников

Аннотация

Методические указания и индивидуальные задания по дисциплине «Материаловедение и технология конструкционных материалов» предназначены для студентов ИДО, обучающихся по направлению 140100 «Теплоэнергетика и теплотехника». Дисциплина изучается в одном семестре.

Приведено содержание основных тем дисциплины, указан перечень лабораторных работ. Приведены варианты заданий для индивидуальной домашней работы. Даны методические указания по выполнению индивидуальной домашней работы.





ОГЛАВЛЕНИЕ

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	5
2. СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ	7
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ	7
РАЗДЕЛ I. МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ	7
1. Строение металлов	7
2. Деформация и разрушение металлов	8
3. Формирование структуры металлов и сплавов при кристаллизации	9
4. Железо и его сплавы	10
5. Термическая обработка стали	12
6. Химико-термическая обработка стали	13
7. Конструкционные и инструментальные легированные стали	14
РАЗДЕЛ II. НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ	16
1. Полимерные материалы	16
2. Неорганические материалы	16
3. Композиционные материалы	17
ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ	18
РАЗДЕЛ I. МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО	18
1. Задача металлургического производства	18
2. Сырье для металлургического производства	18
3. Получение чугуна	18
4. Получение стали	18
РАЗДЕЛ II. ЛИТЕЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО	19
1. Задача литейного производства	19
2. Литейные свойства сплавов	19
3. Литье в песчаные формы	19
4. Специальные виды литья	19
РАЗДЕЛ III. ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ	20
1. Общая характеристика обработки металлов давлением	20
2. Производство машиностроительных профилей	20
3. Производство поковок машиностроительных деталей	21
4. Выбор рациональных способов ОМД	21
РАЗДЕЛ IV. СВАРОЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО	22
1. Общая характеристика сварочного производства	22
2. Сварка плавлением (термические способы сварки)	22
3. Термомеханические способы сварки	23
4. Сварка давлением (механические способы сварки)	23
5. Нанесение специальных покрытий	23
6. Особенности сварки различных металлов и сплавов	23
РАЗДЕЛ IV. ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ РЕЗАНИЕМ	24
1. Общая характеристика обработки металлов резанием	24
2. Современные инструментальные материалы	24
3. Обработка заготовок на металлорежущих станках	24
4. Характеристика электрофизических и электрохимических методов обработки материалов	25 25





3. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ	26
4. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ДОМАШНИЕ ЗАДАНИЯ.....	27
4.1. Общие методические указания	27
4.2. Варианты ИДЗ	28
Вариант 1	28
Вариант 2	29
Вариант 3	30
Вариант 4	30
Вариант 5	31
Вариант 6	32
Вариант 7	33
Вариант 8	33
Вариант 9	34
Вариант 10	35
Вариант 11	36
Вариант 12	37
Вариант 13	37
Вариант 14	38
Вариант 15	39
Вариант 16	39
Вариант 17	40
Вариант 18	41
Вариант 19	42
Вариант 20	43
Вариант 21	43
Вариант 22	44
Вариант 23	45
Вариант 24	46
Вариант 25	47
Вариант 26	47
Вариант 27	48
Вариант 28	49
Вариант 29	50
Вариант 30	51
5. ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ КОНТРОЛЬ	52
5.1. Вопросы для подготовки к экзамену.....	52
Материаловедение	52
Технология конструкционных материалов	54
5.2. Образец экзаменационного билета.....	56
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	57
6.1. Литература обязательная.....	57
6.2. Литература дополнительная	57
6.3. Учебно-методические пособия	57



1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Материаловедение и технология конструкционных материалов» состоит из двух основополагающих при подготовке инженера технических дисциплин.

Материаловедение – наука, изучающая взаимосвязь между составом, строением и свойствами материалов, применяемых в технике.

Цель преподавания материаловедения – дать знания о строении, физических, механических и технологических свойствах металлов и неметаллических материалов и возможности управления свойствами материалов через упрочняющую или разупрочняющую обработку.

В результате изучения материаловедения студент должен:

1. *Знать* физическую сущность явлений, происходящих в материалах в условиях производства и эксплуатации; их взаимосвязь со свойствами; основные свойства современных металлических и неметаллических материалов.

2. *Уметь* правильно выбрать в соответствии с эксплуатационными, технологическими и экономическими требованиями материал для изготовления деталей конструкций и назначить вид упрочняющей обработки.

3. *Иметь представление* о перспективных направлениях по созданию новых конструкционных материалов.

Технология конструкционных материалов дает знания о современных методах обработки конструкционных материалов пластическим деформированием, литьем, сваркой, резанием и другими способами для изготовления заготовок и деталей машин заданной конфигурации и размеров, а также о рациональном применении этих методов.

В результате изучения технология конструкционных материалов студент должен:

1. *Знать* технологические методы получения и обработки заготовок и деталей машин, области их рационального применения; принципиальные схемы типового технологического оборудования, оснастки, инструмента и приспособлений.

2. *Уметь* выбрать метод изготовления заготовок и деталей машин в зависимости от условий эксплуатации; выполнить сравнительный анализ различных вариантов технологического процесса.

3. *Иметь представление* о взаимосвязи конструкции изделия с технологией его изготовления; о перспективах развития основных технологических процессов машиностроительного производства.



Дисциплина «Материаловедение и технология конструкционных материалов» относится к циклу Б.3 – профессиональной подготовки. Для её освоения требуются знания курсов «Химия», «Физика» «Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика» (*пререквизиты*). Знание содержания дисциплины необходимо для освоения других дисциплин цикла Б.3.

Основным видом учебных занятий является самостоятельная работа студентов с обязательной и дополнительной литературой, а также с другими учебно-методическими материалами по изучению основных разделов и тем дисциплины. Самостоятельное выполнение индивидуального домашнего задания и выполнение лабораторных работ в течение лабораторно-экзаменационной сессии позволяет закрепить полученные знания, а работа с преподавателями на лекциях и консультациях помогает систематизировать усвоенные знания и подготовиться к итоговому контролю.



2. СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Материалы, их структура и свойства. Классификация конструкционных материалов. Кристаллические материалы – металлы и керамика, частично упорядоченные материалы – полимеры, аморфные материалы – стёкла. Типы химической связи в твёрдых телах.

РАЗДЕЛ I. МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

1. Строение металлов

Металлический тип связи. Характерные свойства металлических материалов. Атомно-кристаллическое строение металлов. Строение реальных кристаллов. Дефекты кристаллического строения – точечные, линейные и поверхностные. Влияние дефектов на физико-механические свойства.

Рекомендуемая литература: [1], [2], [5].

Методические указания

Освоить классификацию материалов по степени кристалличности, знать, какой тип межатомной связи имеют различные кристаллические материалы. Знать особенности металлической связи и её влияние на свойства металлов. Представлять строение реального кристалла и типы кристаллических решёток. Иметь понятие о дефектах кристаллического строения и их влиянии на прочность металлов.

Важно! Обратите внимание на принципиальное отличие структуры кристаллических и аморфных материалов; на роль дефектов кристаллического строения.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. В чем сущность металлического, ионного и ковалентного типов связи?
2. Назовите характерные свойства металлов, поясните, чем они определяются.
3. Что такое элементарная кристаллическая ячейка?
4. Какими параметрами определяется тип кристаллической решётки?

5. Как оценивается плотность упаковки атомов в кристаллической решётке?
6. Что такое полиморфизм?
7. Какие из точечных дефектов оказывают наибольшее влияние на прочность металла?
8. Виды дислокаций. Как плотность дислокаций влияет на свойства металла?
9. Какие дефекты относятся к поверхностным?

2. Деформация и разрушение металлов

Напряжения и деформации. Упругая и пластическая деформация. Механизм упругой и пластической деформации. Деформация моно- и поликристаллов. Разрушение. Стандартные механические свойства: прочность, пластичность, твёрдость, ударная вязкость. Усталость металлов. Хладноломкость. Теоретическая и практическая прочность металлов. Пути повышения прочности металлов: деформационное упрочнение, упрочнение границами зёрен, упрочнение за счет образования твёрдого раствора, упрочнение дисперсными частицами избыточной фазы. Влияние пластической деформации на структуру и свойства металла. Наклёп. Влияние нагрева на структуру и свойства деформированного металла. Возврат и рекристаллизация. Холодная и горячая деформация.

Рекомендуемая литература: [1], [2], [5].

Методические указания

Знать стадии реагирования металла на приложенное напряжение. Различать упругую и пластическую деформацию, знать механизмы протекания этих процессов. Понимать сущность и механизм разрушения. Знать стандартные механические свойства металлов и их характеристики. Уметь оценивать значения стандартных механических свойств. Усвоить возможности повышения прочности металлических материалов. Представлять изменение структуры и механических свойств металла при деформировании. Оценить влияние нагрева на строение и свойства пластически деформированного металла. Усвоить понятие рекристаллизации. Знать, что такое холодная и горячая деформация.

Важно! Обратите внимание на роль дислокаций в процессах деформации и разрушения металлов.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. В чём различие между упругой и пластической деформацией?
2. Как осуществляется пластическая деформация в металлах?
3. Почему наблюдается огромное различие между теоретической и практической прочностью металлов?
4. Как изменяется структура металла в процессе пластического деформирования?
5. Какие характеристики механических свойств определяются при испытании на растяжение?
6. Назовите методы определения твёрдости.
7. Что такое ударная вязкость?
8. Что такое порог хладноломкости?
9. Что такое усталость металлов? Как определяется предел выносливости?
10. Как изменяется плотность дислокаций при пластической деформации?
11. Как изменяются свойства металла в результате деформации?
12. В чём сущность наклёпа, как это явление используется практически?
13. Как изменяются свойства деформированного металла при нагреве?
14. В чём сущность процессов возврата и рекристаллизации?
15. Поясните различие между холодной и горячей пластической деформацией.
16. Для чего проводится рекристаллизационный отжиг, как назначается температура отжига?
17. Назовите способы повышения прочности металлов и сплавов.

3. Формирование структуры металлов и сплавов при кристаллизации

Сущность процесса кристаллизации металлов. Термодинамические основы фазовых превращений. Образование и рост кристаллических зародышей. Факторы, влияющие на процесс кристаллизации: скорость охлаждения, наличие искусственных центров кристаллизации. Величина зерна. Строение металлического слитка.

Понятие о сплавах. Определение терминов: система, компонент, фаза. Виды взаимодействия компонентов в сплавах. Механические смеси. Твёрдые растворы. Химические соединения.

Диаграммы состояния двойных сплавов. Диаграммы состояния сплавов с полной нерастворимостью компонентов в твёрдом состоянии.

Диаграммы состояния сплавов с полной растворимостью в твёрдом состоянии. Диаграммы состояния сплавов с ограниченной растворимостью в твёрдом состоянии. Связь между структурой и свойствами в соответствии с механизмами упрочнения. Правила Курнакова.

Рекомендуемая литература: [1], [2], [5], [6].

Методические указания

Понять сущность процесса кристаллизации. Знать механизм протекания кристаллизации и факторы, влияющие на формирование структуры литого металла.

Усвоить термины: система, компонент, фаза. Изучить типы взаимодействия компонентов сплавов: механическая смесь, твёрдый раствор, химическое соединение. Получить представление о диаграммах состояния двойных сплавов и научиться пользоваться этой графической информацией.

Важно! Необходимо понять, что изображено на диаграммах состояния, в чём смысл линий и характерных точек, т.е. как их можно «читать».

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Каковы термодинамические условия фазового превращения?
2. Что такое переохлаждение?
3. Какова связь между величиной зерна и степенью переохлаждения?
4. Почему мелкозернистый металл прочнее, чем крупнозернистый?
5. В чем сущность модифицирования?
6. Что такое фаза?
7. Приведите определение твёрдого раствора, механической смеси, химического соединения.
8. Как строятся диаграммы состояния?
9. Начертите и проанализируйте диаграммы состояния для случая образования непрерывного ряда твёрдых растворов; для случая полной нерастворимости компонентов в твёрдом состоянии; для случая ограниченной растворимости.
10. Как свойства сплавов зависят от вида диаграммы состояния?

4. Железо и его сплавы

Железо и его взаимодействие с углеродом. Диаграмма состояния «железо – цементит». Компоненты, фазы и структурные составляющие сталей и белых чугунов, их характеристики, условия образования

и свойства. Фазовые превращения в сталях и белых чугунах. Классификация сталей и белых чугунов по структуре.

Сталь. Влияние углерода и постоянных примесей на свойства стали. Классификация и маркировка углеродистых сталей.

Чугуны. Свойства и назначение чугунов. Условия получения различных видов чугунов. Белый и отбеленный чугун. Ковкий чугун. Серый чугун. Высокопрочный чугун. Маркировка чугунов.

Рекомендуемая литература: [1], [2], [5].

Методические указания

Запомнить, какие компоненты, фазы и структурные составляющие имеются в сплавах железа с углеродом. Изучить диаграмму состояния «железо – цементит» и научиться пользоваться диаграммой для определения критических точек и фазовых превращений во всех сплавах данной системы.

Знать классификацию углеродистых сталей по назначению, химическому составу и качеству. Уметь выбрать требуемую марку стали в зависимости от назначения детали.

Освоить классификацию чугунов. Знать структурные признаки всех групп чугунов, их свойства и способы получения.

Важно! Обратите внимание на «личные имена» фаз и структур в железоуглеродистых сплавах, постарайтесь их запомнить.

Необходимо понимать, что в сталях содержание углерода оказывает решающее влияние на структуру и свойства, а свойства чугунов определяются, в основном, структурой, которая создается технологией получения отливки.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Чем отличаются две группы сплавов: стали и чугуны?
2. Что такое феррит, аустенит, цементит, перлит и ледебурит?
3. Приведите классификацию железоуглеродистых сплавов по структуре.
4. Что собой представляют техническое железо, доэвтектоидные, эвтектоидные и заэвтектоидные стали, белые чугуны?
5. В чем различие между первичным и вторичным цементитом?
6. Как влияет содержание углерода и постоянных примесей на свойства стали?
7. Назовите группы сталей по качеству.
8. Чем серый чугун отличается от белого?
9. Какой может быть структура металлической основы серых чугунов?

10. Как получают высокопрочный чугун?
11. Какая термическая обработка позволяет получить ковкий чугун?
12. Сравните механические свойства серого, ковкого, высокопрочного чугунов и объясните причину различия свойств.

5. Термическая обработка стали

Превращения в стали при нагреве. Перегрев и пережог. Влияние легирующих элементов на рост зерна аустенита.

Превращения переохлажденного аустенита. Диаграмма изотермического распада переохлажденного аустенита. Перлитное превращение. Мартенситное превращение и его особенности. Строение и свойства мартенсита. Промежуточное превращение и свойства продуктов распада. Превращения при нагреве закалённой на мартенсит стали.

Виды термической обработки стали. Отжиг, нормализация, закалка, отпуск, поверхностная закалка.

Рекомендуемая литература: [1], [2], [5], [6].

Методические указания

Изучить превращения стали при нагреве. Освоить диаграмму изотермического распада переохлаждённого аустенита стали с 0,8 % углерода. Знать особенности перлитного, промежуточного и мартенситного превращения.

Знать принцип выбора температуры нагрева, времени выдержки и скорости охлаждения для всех видов термической обработки стали. Представлять структурные превращения, происходящие в стали при отжиге, закалке, отпуске и нормализации. Уметь выбрать вид и режимы термической обработки для стали конкретного назначения.

Важно! Особое внимание обратите на диаграмму изотермического распада: она показывает протекание превращений во времени, позволяет оценить необходимую скорость охлаждения для получения той или иной структуры.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Какие превращения происходят при нагреве стали?
2. Что такое перегрев и пережог стали?
3. Как устранить перегрев закалённого изделия?
4. В чём различие между перлитным и мартенситным превращением?
5. Чем отличаются продукты диффузионного превращения: перлит, сорбит и троостит?

6. Что такое мартенсит, в чём сущность и особенности мартенситного превращения?
7. Что такое критическая скорость закалки?
8. Поясните сущность превращений, происходящих при нагреве закалённой стали.
9. Приведите определения основных процессов термической обработки: отжига, нормализации, закалки и отпуска.
10. От чего зависит закаливаемость стали?
11. От чего зависит прокаливаемость стали?
12. Как влияет температура отпуска на механические свойства стали?
13. Что такое термическое улучшение стали?
14. Что такое поверхностная закалка, в каких случаях она применяется?

6. Химико-термическая обработка стали

Физические основы химико-термической обработки.

Назначение и виды цементации. Механизм образования цементованного слоя и его свойства. Цементация в твердом карбюризаторе. Газовая цементация. Термическая обработка после цементации. Области применения цементации. Азотирование стали. Области применения азотирования. Диффузионная металлизация.

Рекомендуемая литература: [2], [5], [7].

Методические указания

Знать цели химико-термической обработки и уметь определять её необходимость для данного изделия с учетом требуемых свойств. Познакомиться с механизмами образования поверхностного слоя стали при цементации и азотировании. Получить представление о необходимом оборудовании и режимах процессов химико-термической обработки.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. На каких явлениях основана химико-термическая обработка?
2. В чём сущность и цель цементации стали?
3. Какая термическая обработка требуется после цементации?
4. Чем вызвано повышение твёрдости азотированной поверхности?
5. Сравните свойства цементованных и азотированных слоёв.
6. Какие стали используют для цементации и азотирования?

7. Конструкционные и инструментальные легированные стали

Общие требования по выбору материалов. Критерии надёжности, долговечности, прочности. Маркировка и классификация легированных сталей. Влияние легирующих элементов на свойства и превращения в стали. Стали, обеспечивающие жёсткость, статическую и циклическую прочность. Стали, устойчивые к воздействию температуры и окружающей среды. Коррозионно-стойкие и жаростойкие стали и сплавы. Ползучесть и критерии жаропрочности. Жаропрочные стали перлитного, мартенситного и аустенитного классов.

Требования к инструментальным сталям. Теплостойкость. Стали для режущего, мерительного инструмента, штампов горячего и холодного деформирования. Инструментальные твёрдые сплавы.

Рекомендуемая литература: [1], [2], [5], [6].

Методические указания

Усвоить, какими критериями оценивается надёжность, долговечность и прочность деталей машин. Запомнить классификацию конструкционных сталей. Понять влияние легирующих элементов на структуру, свойства и особенности термической обработки стали. Научиться выбирать сталь определенной марки с учетом эксплуатационных требований к детали.

Понять процессы, происходящие в стали под воздействием высоких температур и агрессивных сред. Изучить критерии жаропрочности и удовлетворяющие им состав и структуру жаропрочных сталей.

Усвоить специфику условий эксплуатации и требований к инструментальным сталям и сплавам.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Укажите примерный химический состав и группу по назначению сталей марок: 40ХН, 09Г2С, 20Х, 30ХГСА, 50ХФА, ШХ15, Р6М5, 18Х2Н4ВА, 5ХНМ, 08Х18Н9Т.
2. Что такое надёжность? Как оценивается надёжность конструкционных материалов?
3. Критерии оценки долговечности.
4. Какие стали относятся к улучшаемым? Приведите примеры марок.
5. Какие требования предъявляются к рессорно-пружинным сталям? Приведите примеры марок стали для пружин, работающих в различных условиях.
6. Какие стали являются коррозионно-стойкими? Приведите примеры марок.
7. Какие требования предъявляются к жаропрочным сталям?

8. На какие группы подразделяют жаропрочные стали? Назовите температурные границы их применения.
9. Как оценивается жаропрочность?
10. Как классифицируются инструментальные стали?
11. Какие требования предъявляются к сталям для режущего инструмента?
12. Что представляют собой инструментальные твёрдые сплавы? Каковы их свойства и преимущества?

8. Цветные металлы и сплавы

Свойства и применение меди. Медные сплавы. Латунь, их свойства, маркировка и применение. Бронзы. Состав и свойства бронз, их маркировка и область применения.

Алюминий и его сплавы. Применение алюминия. Деформируемые алюминиевые сплавы. Термическая обработка алюминиевых сплавов. Дуралюмин. Литейные алюминиевые сплавы.

Рекомендуемая литература: [1], [2], [5].

Методические указания

Познакомиться с диаграммами состояния медных и алюминиевых сплавов. Уметь классифицировать сплавы на литейные и деформируемые. Знать маркировку и назначение медных и алюминиевых сплавов. Понимать принцип упрочнения, лежащий в основе термической обработки алюминиевых сплавов.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Как классифицируются медные сплавы?
2. Дайте характеристику двух групп медных сплавов: латуней и бронз.
3. Укажите примерный химический состав и название сплавов следующих марок: Л80; БрОЦС4-4-2,5; БрАЖН10-4-4; ЛО62-1.
4. Приведите примеры назначения различных бронз и латуней.
5. Какие свойства алюминия находят промышленное применение?
6. Как классифицируются алюминиевые сплавы?
7. Какие сплавы алюминия упрочняются путём термической обработки?
8. В чем сущность процесса старения?

РАЗДЕЛ II. НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

1. Полимерные материалы

Классификация полимерных материалов. Пластические массы и эластичные материалы. Термопластичные и термореактивные полимеры, их структура и свойства.

Состав пластмасс. Назначение компонентов. Пластмассы с твёрдым наполнителем, порошковым, волокнистым, листовым. Термопластичные пластмассы. Газонаполненные пластмассы. Термореактивные пластмассы.

Рекомендуемая литература: [1], [2], [5], [6].

Методические указания

Познакомиться с разнообразием полимерных материалов. Знать состав пластмасс, их особенности, достоинства и недостатки как конструкционных материалов. Понимать взаимосвязь между структурой и свойствами пластмасс. Представлять области применения пластмасс в технике.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Что лежит в основе классификации полимеров?
2. Что такое термопласты и реактопласты?
3. Назовите наполнители, применяемые при создании пластмасс.
4. Для чего в пластмассы вводят отвердители?
5. Приведите примеры пластмасс с твердым наполнителем.
6. Укажите область применения термопластов и реактопластов.
7. В чем преимущества пластмасс по сравнению с металлическими материалами? Каковы их недостатки?

2. Неорганические материалы

Керамика. Строение и свойства керамики. Классификация керамических материалов. Виды конструкционной керамики. Жаропрочные керамические материалы.

Графит как жаропрочный конструкционный материал.

Неорганические стёкла. Строение, получение и свойства стёкол. Кристаллические стёкла – ситаллы, их получение и применение.

Рекомендуемая литература: [2], [5], [6].

Методические указания

Знать особенности строения и свойств керамики и стёкол. Представлять области применения керамических материалов и стёкол, перспективные методы улучшения их эксплуатационных свойств.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Особенности технической керамики как конструкционного материала.
2. Области применения керамики.
3. Какие материалы относятся к минеральным стёклам, каково их строение?
4. Что такое ситаллы, как их получают?

3. Композиционные материалы

Цель создания композиционных материалов. Понятие композиционного материала. Матрица и наполнитель (армирующий компонент). Свойства композиционных материалов. Классификация композитов. Проблемы получения армирующих волокон и сцепления с матрицей. Композиционные материалы на металлической и полимерной основе.

Рекомендуемая литература: [1], [2], [5].

Методические указания

Понимать особенности строения и свойств композиционных материалов на основе металлов и полимеров. Представлять области применения и перспективы развития этого класса материалов.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Особенности композитов и их отличие от сплавов и других материалов.
2. Области применения композитов.
3. Какие волокна используются в качестве армирующих для создания композитов, какие свойства они должны иметь?

ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Способы получения материалов. Способы получения изделий из металлических и неметаллических материалов.

РАЗДЕЛ I. МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО

1. Задача металлургического производства

Структура металлургического производства. Продукция чёрной металлургии.

2. Сырье для металлургического производства

Промышленные руды, флюсы, топливо и огнеупорные материалы. Железные руды, применяемые для выплавки чугуна. Флюсы для выплавки чугуна и стали. Способы получения, химический состав и тепло-творная способность топлива: кокса, мазута, природного и доменного газов. Виды и области применения огнеупорных материалов.

Подготовка сырья к доменной плавке: дробление, обогащение, окучивание (агломерация и окатывание).

3. Получение чугуна

Устройство доменной печи и принцип её работы. Происходящие в домне химические реакции и процессы: горение топлива, восстановление железа, кремния, марганца, фосфора и серы из оксидов и других соединений, процессы образования чугуна и шлака и выпуска их из доменной печи.

4. Получение стали

Сущность процесса производства стали. Три этапа выплавки стали. Устройство и принцип работы мартеновских печей, кислородных конвертеров, дуговых и индукционных электрических печей. Способы разлива стали. Способы повышения качества стали. Получение стали из металлизированных окатышей.

Рекомендуемая литература: [4], [3].

Методические указания

При изучении этого раздела придётся вспомнить химию. Важно понимать, какие химические реакции приводят к получению чугуна из руды, стали – из чугуна, других продуктов металлургического производства из сырья. Очень важное понятие – качество стали и пути его достижения.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Какие предприятия входят в структуру металлургического производства?
2. Назовите основные виды продукции чёрной металлургии.
3. Какие исходные материалы нужны для производства чёрных металлов?
4. Как готовят материалы к доменной плавке?
5. Что собой представляет доменная печь?
6. Какие физико-химические процессы происходят в домне?
7. Из каких этапов состоит процесс выплавки стали?
8. Дайте краткую характеристику сталеплавильных агрегатов.
9. Сравните способы выплавки стали по производительности, расходу топлива и электроэнергии, качеству получаемой стали.
10. Какими способами разливают сталь?
11. Какое строение имеют слитки кипящей и спокойной стали?
12. Что такое качество стали, и как его можно повысить?

РАЗДЕЛ II. ЛИТЕЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

1. Задача литейного производства

Сущность метода получения заготовок литьём. Технологический процесс изготовления отливок.

2. Литейные свойства сплавов

Жидкотекучесть, усадка, склонность к образованию трещин, поглощению газов и ликвации. Дефекты, вызванные низким уровнем литейных свойств.

3. Литьё в песчаные формы

Литьё в песчано-глинистые формы. Сущность способа. Виды и свойства формовочных смесей. Технология изготовления песчаных форм вручную и методами машинной формовки. Литейная оснастка. Подвод металла в форму.

4. Специальные виды литья

Специальные виды литья, позволяющие получать отливки с высокой точностью геометрических размеров и качеством поверхности.

Изготовление отливок в оболочковых формах, по выплавляемым моделям, по газифицируемым моделям, литьём в кокиль, под давлением, центробежным литьём.

Особенности получения отливок из различных сплавов: из чугунов, из сталей, из алюминиевых, медных, магниевых сплавов.

Рекомендуемая литература: [4], [3], [7].

Методические указания

При изучении этого раздела важно уметь читать чертежи. Это нужно, чтобы понимать, как устроены литейные формы из разных материалов, видеть, какова будет конфигурация отливки, полученной в форме. Необходимо получить чёткое представление о литейных свойствах сплавов и характеристиках формовочных смесей, о правилах конструирования отливок.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. В чем заключается задача литейного производства?
2. Опишите последовательность изготовления отливок.
3. Перечислите литейные свойства сплавов.
4. Какими свойствами должны обладать формовочные смеси?
5. Опишите процесс изготовления песчаных форм при ручной формовке.
6. Какими способами производится уплотнение формовочной смеси при машинной формовке?
7. Какая оснастка необходима для изготовления песчано-глинистых форм?
8. Поясните назначение литниковой системы.
9. Какие дефекты могут возникать в отливках?
10. Назовите наиболее широко применяемые специальные виды литья и область их применения.
11. Сравните преимущества и недостатки каждого из специальных видов литья с литьем в песчаные формы.

РАЗДЕЛ III. ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ

1. Общая характеристика обработки металлов давлением

Сущность обработки металлов давлением (ОМД). Преимущества ОМД перед другими видами обработки. Физические основы ОМД. Классификация видов ОМД.

Холодная и горячая обработка давлением. Нагрев заготовок перед обработкой давлением, применяемые печи и нагревательные устройства.

2. Производство машиностроительных профилей

Понятие машиностроительного профиля. Производство профилей прокаткой. Схемы прокатки. Оборудование и инструмент для прокатки.

Классификация прокатных станов по назначению, количеству клетей, числу валков в клетке. Разновидности валков. Сортамент проката.

Производство прессованных профилей. Схемы прессования. Особенности деформации металла при прессовании. Применяемый инструмент и оборудование. Преимущества и недостатки прессования.

Получение профилей волочением. Особенности деформации металла при волочении. Применяемый инструмент и оборудование. Преимущества и недостатки волочения.

3. Производство поковок машиностроительных деталей

Свободная ковка: сущность процесса, исходные заготовки, основные операции, применяемые инструмент и оборудование.

Горячая объёмная штамповка: сущность процесса, применяемые инструмент и оборудование, схемы открытой и закрытой штамповки, их преимущества и недостатки.

Получение деталей из листа. Сущность листовой штамповки. Разделительные и формоизменяющие операции, их схемы и особенности деформирования металла. Инструмент и оборудование листовой штамповки.

4. Выбор рациональных способов ОМД

Технико-экономические показатели обработки металлов давлением. Выбор рационального способа получения профилей и поковок из различных сплавов.

Рекомендуемая литература: [4], [3], [8].

Методические указания

Способность к пластической деформации – уникальное свойство металлов. При изучении обработки металлов давлением нужно усвоить, как влияют условия деформации на пластичность металла, как взаимодействуют заготовка и инструмент, какие напряжения возникают в металле при обработке. Необходимо получить чёткое представление о применяемом для деформации оборудовании, его характеристиках, особенностях деформации при различных схемах ОМД, о правилах конструирования кованных и штампованных заготовок.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Назовите преимущества обработки металлов давлением.
2. Приведите классификацию видов ОМД.
3. В чем отличие холодной и горячей обработки давлением?
4. Что такое машиностроительный профиль?

5. Назовите и изобразите схематично основные виды прокатки.
6. Какое оборудование применяется при прокатке?
7. Что собой представляют валки прокатного стана?
8. Перечислите виды сортамента проката.
9. Опишите процесс прессования, приведите схему.
10. Опишите процесс волочения, приведите схему.
11. Сравните достоинства и недостатки способов получения профилей.
12. Что такое ковка? Приведите схемы основных операций.
13. Дайте определение горячей объёмной штамповки. Приведите схемы штамповки в открытых и закрытых штампах.
14. Какое оборудование применяется дляковки и штамповки?
15. Опишите разделительные и формообразующие операции листовой штамповки.

РАЗДЕЛ IV. СВАРОЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

1. Общая характеристика сварочного производства

Понятие сварки. Физические основы получения сварного соединения. Классификация способов сварки.

2. Сварка плавлением (термические способы сварки)

Электродуговая сварка: сущность процесса, свойства электрической сварочной дуги. Источники сварочного тока, их внешние характеристики. Ручная дуговая сварка покрытым электродом (РДС). Схема процесса, параметры, оборудование, виды электродов. Область применения РДС. Автоматическая сварка под флюсом. Сварочные материалы и оборудование. Сварка в атмосфере защитных газов. Сущность процесса и его разновидности. Область применения автоматических способов сварки.

Газовая сварка. Применяемые горючие газы, оборудование, присадочные материалы. Область применения.

Плазменная сварка. Сущность, разновидности, область применения.

Электрошлаковая сварка. Схема процесса, область применения.

Лучевые способы сварки: электронно-лучевая, лазерная. Технологические возможности и область применения.

Термическая резка металлов.

3. Термомеханические способы сварки

Электрическая контактная сварка: стыковая, точечная и шовная. Параметры процесса, оборудование, область применения. Сварка аккумулярованной энергией.

Диффузионная сварка. Сущность способа, область применения.

4. Сварка давлением (механические способы сварки)

Холодная сварка. Сварка трением. Ультразвуковая сварка. Сварка взрывом. Схемы процессов и их сущность. Область применения.

5. Нанесение специальных покрытий

Наплавка и напыление покрытий (жаростойких, износостойких, коррозионно-стойких и т. п.). Сущность процессов, материалы, оборудование и области применения.

6. Особенности сварки различных металлов и сплавов

Понятие свариваемости. Сварка конструкционных углеродистых и легированных сталей. Сварка жаропрочных сталей. Сварка чугунов. Особенности сварки меди и её сплавов, алюминия и его сплавов, тугоплавких металлов и сплавов. Рекомендуемые способы и режимы сварки.

Рекомендуемая литература: [4], [3], [8].

Методические указания

При рассмотрении процессов сварки важно понимать, за счёт какой энергии – тепловой или механической – достигается образование межатомных связей в месте соединения двух заготовок. Если за счёт тепловой – что является источником тепла. Необходимо вспомнить основные понятия из раздела физики, посвящённого электричеству: напряжение, сила тока, сопротивление, разряд и т. д., поскольку большая часть сварочных работ выполняется электродуговой сваркой. Нужно получить представление о формировании сварного шва и возможных дефектах, которые при этом возникают, о мерах их предупреждения.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Что такое сварка?
2. На какие группы можно подразделить все виды сварки?
3. Что собой представляет электрическая дуга?
4. Как зажигается дуга?
5. Какие источники питания могут применяться для электродуговой сварки?
6. Изобразите схему и опишите процесс ручной дуговой сварки.

7. Что собой представляет электрод для ручной дуговой сварки? Как классифицируются электроды?
8. В чем преимущества автоматических способов дуговой сварки?
9. Опишите процесс газовой сварки, необходимые материалы и оборудование.
10. За счет чего возникает соединение при электроконтактной сварке? Какие существуют способы электроконтактной сварки?
11. Опишите какой-либо из способов сварки давлением. В чем преимущество этих видов сварки? Где они применяются?
12. В чем разница между наплавкой и напылением покрытий? Для чего применяют такой вид обработки?
13. Назовите особенности сварки жаропрочных сталей.

РАЗДЕЛ IV. ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ РЕЗАНИЕМ

1. Общая характеристика обработки металлов резанием

Физико-механические основы обработки конструкционных материалов резанием. Классификация движений в металлорежущих станках. Режим резания. Геометрия режущего инструмента. Тепловыделение при резании, износ и стойкость инструмента.

2. Современные инструментальные материалы

Требования к инструментальным материалам. Современные инструментальные материалы: стали, твёрдые сплавы, сверхтвёрдые и керамические материалы, абразивные и алмазные материалы.

3. Обработка заготовок на металлорежущих станках

Общие сведения о металлорежущих станках, их классификация.

Обработка заготовок на токарных станках. Типы токарных станков, режущий инструмент и оснастка, схемы обработки.

Обработка заготовок на сверлильных и расточных станках, типы станков, инструмент и приспособления, схемы обработки.

Обработка заготовок на фрезерных станках, типы фрезерных станков, виды фрез и технологическая оснастка, схемы обработки заготовок.

Обработка заготовок на строгальных, долбежных и протяжных станках. Типы станков, режущий инструмент и схемы обработки заготовок.

Обработка заготовок на шлифовальных станках, основные схемы шлифования, абразивные инструменты.

Отделочная обработка резанием.

4. Характеристика электрофизических и электрохимических методов обработки материалов

Сущность и преимущества электрофизических и электрохимических методов обработки материалов.

Рекомендуемая литература: [4], [3], [8].

Методические указания

Обработка металлов резанием формирует окончательные размеры деталей и качество их поверхности. При изучении этого раздела нужно понять, как за счёт взаимных перемещений заготовки и инструмента снимается слой металла с поверхности заготовки, как влияют геометрия инструмента и параметры процесса резания на точность обработки и шероховатость поверхности. Необходимо получить чёткое представление о видах металлообрабатывающих станков, их основных узлах и характеристиках, о возможностях получения на различных станках деталей заданных форм и размеров. Важно запомнить названия, конструкцию и применение металлорежущих инструментов.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Приведите классификацию движений в металлорежущих станках.
2. Назовите параметры режима резания.
3. Опишите геометрию режущего инструмента на примере токарного проходного резца.
4. Поясните, что такое износ и стойкость инструмента. От чего, главным образом, зависит стойкость?
5. Какие требования предъявляются к инструментальным материалам? Какие группы современных инструментальных материалов вы знаете?
6. Приведите схемы основных видов обработки металлов резанием с указанием обработанной и обрабатываемой поверхности, главного движения резания и подачи.
7. Назовите основные операции обработки заготовок на токарных станках.
8. Назовите основные операции обработки заготовок на сверлильных станках. Какой инструмент применяется для обработки отверстий.
9. Назовите основные операции обработки заготовок на фрезерных станках.
10. Дайте характеристику метода строгания.
11. Опишите обработку заготовок на шлифовальных станках, приведите основные схемы шлифования.
12. Что собой представляет абразивный инструмент?
13. В чем сущность электрофизических и электрохимических методов обработки материалов? Какие преимущества они дают по сравнению с обработкой резанием?



3. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ

Перечень лабораторных работ

1. Пластическая деформация, наклеп и рекристаллизация металлов – 2 часа.
2. Термическая обработка углеродистых сталей – 2 часа.
3. Экскурсионное занятие по технологии конструкционных материалов (формовка, специальные виды литья, ковка, сварка, обработка резанием) – 2 часа.

Методические указания к выполнению лабораторных работ приведены в [10].



4. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ДОМАШНИЕ ЗАДАНИЯ

4.1. Общие методические указания

Студенты, обучающиеся в ИДО по направлению 140100 «Теплоэнергетика и теплотехника», выполняют индивидуальное домашнее задание (ИДЗ), варианты которого приведены в подразд. 4.2. Каждый вариант ИДЗ содержит 10 вопросов и заданий.

Студенты, обучающиеся по классической заочной форме (КЗФ), выполняют ИДЗ в виде рукописного текста в отдельной тетради объемом 12-18 листов. Набирать текст ИДЗ на компьютере допустимо, но это должна быть самостоятельная работа студента, а не распечатка каких-то шаблонных ответов, размещённых в Интернете. Студент КЗФ должен быть готов защитить своё ИДЗ преподавателю во время сессии.

Студенты, обучающиеся с использованием дистанционных образовательных технологий (ДОТ), оформляют ИДЗ в отдельном файле и в обязательном порядке получают рецензию на ИДЗ. Правильно выполненные работы студенту не возвращаются. Если работа не зачтена, то после ответа на замечания рецензента она посылается на повторное рецензирование. Задания варианта и ответы необходимо набрать с использованием программы Microsoft Word, формулы набираются в Math Type. Кегль не менее 12.

Перед выполнением ИДЗ изучите соответствующие теоретические разделы дисциплины.

Вариант ИДЗ выбирается по двум последним цифрам зачетной книжки студента. Если получаемое число больше 30, то из него нужно вычесть 30. Например, если шифр зачетной книжки 3-5Б11/12, то вариант ИДЗ 12, если 3-5Б11/44, то вариант – 14 и т. д.

Вопрос или задание варианта ИДЗ пишется в виде заголовка, затем оформляется ответ. Задания варианта следует выполнять в представленном порядке. Ответы должны быть краткими, точными, обязательно сопровождаться необходимыми иллюстрациями, схемами и графиками, и не должны повторять дословно текст учебника или, тем более, справочника. Из 10 вопросов задания первые пять (вопросы 1–5) относятся к разделу «Материаловедение», а вопросы 6–10 – к разделу «Технология конструкционных материалов». При составлении ответов необходимо пользоваться соответствующими учебниками и учебными пособиями, указанными в разд. 6.

Графические работы выполняют карандашом с использованием чертежных инструментов, соблюдая ГОСТы. Возможно использование компьютерной графики.

Страницы и рисунки должны быть пронумерованы. В конце выполненного контрольного задания приведите список использованной литературы, укажите дату выполнения работы, поставьте свою подпись.

Важно! На страницах текста заданий оставьте поля для замечаний рецензента. Желательно также оставлять небольшие пробелы после ответа на каждый вопрос, чтобы при наличии мелких недочётов можно было в них вписать исправления и дополнения. Для ответов на более серьёзные замечания рецензента должно быть предусмотрено место в конце работы.

ИДЗ должно быть передано (выслано) преподавателю на проверку в течение семестра, в крайнем случае – в первые три дня сессии.

После рецензирования работы внимательно изучите замечания и приведите письменные ответы на них в конце тетради. Если работа не зачтена, то после ответа на замечания она посылается на повторное рецензирование.

4.2. Варианты ИДЗ

Вариант 1

1. Какие дефекты кристаллического строения встречаются в металлах? Как они влияют на механические свойства металлов?
2. В чем различие между хрупким и вязким разрушением?
3. Используя диаграмму состояния «железо – цементит», постройте кривую охлаждения сплава, содержащего 0,1 % С, и опишите превращения при его охлаждении. Какую структуру имеет этот сплав при комнатной температуре, и как он называется?
4. Для дисков и роторов турбин используют сталь 11Х11Н2В2МФ. Укажите состав и определите группу стали по назначению. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки. Опишите структуру стали после термообработки, укажите механические свойства стали.
5. Опишите термическое упрочнение дуралюмина. Для обоснования ответа приведите диаграмму состояния «алюминий – медь».
6. Приведите схему дуговой плавильной электрической печи. Опишите её работу и укажите преимущества в сравнении с другими плавильными агрегатами.
7. Изобразите схемы литья под давлением, опишите принцип действия машин для литья этим способом. Укажите преимущества, недостатки и области применения литья под давлением.

8. Какие виды оборудования применяются для горячей объёмной штамповки? Приведите схемы и опишите операции, выполняемые на горизонтально-ковочных машинах.

9. Что понимается под свариваемостью? Приведите примеры материалов с хорошей и неудовлетворительной свариваемостью.

10. С приведением схем опишите геометрические параметры режущего инструмента (на примере токарного резца), а также их влияние на процесс резания и качество обработанной поверхности.

Вариант 2

1. Как влияет наличие примесей в сплаве на протекание процесса кристаллизации?

2. Опишите механизм пластической деформации металлов. Как изменяется плотность дислокаций в ходе пластического деформирования? Поясните зависимость прочности металлов от плотности дислокаций.

3. Используя диаграмму состояния «железо – цементит», постройте кривую охлаждения сплава, содержащего 4,5 % С, и опишите превращения при его охлаждении. Какую структуру имеет этот сплав при комнатной температуре, и как он называется?

4. Какая закалка – полная или неполная – применяется для доэвтектоидных сталей? На диаграмме состояния «железо – цементит» укажите температуры полной и неполной закалки для стали 50. Сравните структуру и свойства стали после двух видов закалки.

5. Охарактеризуйте основные группы жаропрочных материалов, приведите примеры материалов разных групп.

6. С приведением схемы опишите работу индукционной тигельной плавильной печи. Для каких целей применяются такие печи?

7. С приведением схем опишите процессы изготовления отливок на машинах для центробежного литья. Укажите преимущества, недостатки и области применения этого способа литья.

8. Опишите процессы получения специальных видов проката, приведите схемы и укажите области их применения.

9. Охарактеризуйте технологические особенности сварки углеродистых и легированных сталей.

10. На каких металлорежущих станках можно обработать плоскую поверхность на заготовке? Приведите схемы обработки.

Вариант 3

1. От чего зависит величина переохлаждения при кристаллизации расплавленного металла? Какая связь между степенью переохлаждения и величиной зерна?
2. Используя диаграмму состояния «железо – цементит», постройте кривую охлаждения сплава, содержащего 1,9 % С, и опишите превращения при его охлаждении. Какую структуру имеет этот сплав при комнатной температуре, и как он называется?
3. Что такое нормализация? На диаграмме состояния «железо – цементит» укажите температуру нормализации стали 30. Опишите превращения, происходящие в стали при выбранном режиме термообработки, получаемую структуру и свойства.
4. Назначьте марку жаропрочной стали для клапанов ДВС автомобильных и тракторных двигателей. Укажите состав стали, назначьте и обоснуйте режим термической обработки. Опишите структуру и свойства стали после термообработки.
5. Какой материал используют для часовых и приборных пружин? Опишите его состав и структуру, приведите механические характеристики.
6. С приведением главных химических реакций опишите процессы удаления фосфора и серы при производстве стали. Какие условия необходимы для проведения этих процессов?
7. С приведением схем опишите основные способы уплотнения формовочной смеси при машинной формовке.
8. Охарактеризуйте инструмент, применяемый для горячей объемной штамповки. В чем отличие открытых и закрытых штампов?
9. Опишите основные дефекты сварных соединений, укажите причины их возникновения и меры по предупреждению.
10. С изображением схем опишите методы электроэрозионной размерной обработки. В чём преимущества данного способа?

Вариант 4

1. Что такое предел прочности? Как определяется эта характеристика (испытания, образцы)? Приведите значения предела прочности какой-либо стали в отожжённом и закалённом состоянии.
2. Используя диаграмму состояния «железо – цементит», постройте кривую охлаждения сплава, содержащего 5,5 % С, и опишите превращения при его охлаждении. Какую структуру имеет этот сплав при комнатной температуре, и как он называется?

3. Детали из стали 40 были перегреты при закалке. Что изменяется в структуре стали при перегреве? Как можно исправить этот дефект? Назначьте режим термической обработки для исправления структуры перегретой стали. Опишите структуру и свойства стали после правильной термообработки.

4. В котлостроении широко применяется сталь 25Х2М1Ф. Укажите состав и группу стали по назначению. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки, опишите структуру стали после термообработки. Для каких изделий используют сталь этой марки?

5. Дайте характеристику технического графита как жаропрочного материала. Назовите области его применения.

6. Опишите способы разливки стали в изложницы, приведите эскизы строения слитков спокойной и кипящей стали.

7. Опишите технологический процесс получения отливок в песчаных формах.

8. С приведением схем опишите основные формоизменяющие операции листовой штамповки.

9. Изобразите схемы и опишите способы напыления специальных покрытий: металлизации и плазменного напыления.

10. Приведите схему токарного станка, назовите основные узлы и их назначение.

Вариант 5

1. Почему величина зерна является очень важной характеристикой металлического материала? Какими способами можно повлиять на величину зерна при кристаллизации?

2. Каким видом пластической деформации (холодной или горячей) является деформирование железа при температуре 500 °С? Объясните, как при этом изменяются структура и свойства железа.

3. Используя диаграмму состояния «железо – цементит», постройте кривую охлаждения сплава, содержащего 0,6 % С, и опишите превращения при его охлаждении. Какую структуру имеет этот сплав при комнатной температуре, и как он называется?

4. Используя диаграмму состояния «железо – цементит» и график зависимости твердости от температуры отпуска, назначьте режим термической обработки (температуру закалки, охлаждающую среду и температуру отпуска) втулок из стали 45, которые должны иметь твердость *HRC* 28–30. Опишите превращения, происходящие на всех этапах термической обработки, и получаемую структуру.

5. На какие группы делятся жаропрочные стали? Приведите примеры марок каждой группы, укажите характеристики жаропрочности этих сталей и область их применения.
6. С приведением схемы опишите один из способов непрерывной разливки стали и укажите его преимущества по сравнению с разливкой в изложницы.
7. Какие требования предъявляются к формовочным смесям? Охарактеризуйте их основные свойства и состав.
8. Изобразите схемы и опишите принцип действия кривошипных прессов, применяемых для листовой и объёмной штамповки.
9. Опишите процессы нанесения специальных покрытий методами наплавки. Для чего используется наплавка? Какие материалы для этого применяют?
10. Охарактеризуйте абразивные инструменты, опишите процессы износа и правки шлифовальных кругов.

Вариант 6

1. Дайте определение твёрдости. Какими методами измеряют твёрдость металлов и сплавов? Предложите метод измерения твёрдости для стальной заготовки после отжига и для закалённой детали из той же стали.
2. Используя диаграмму состояния «железо – цементит», постройте кривую охлаждения сплава, содержащего 1,3 % С, и опишите превращения при его охлаждении. Какую структуру имеет этот сплав при комнатной температуре, и как он называется?
3. С помощью диаграммы состояния «железо – цементит» назначьте температуру нормализации, отжига и закалки для стали 60. Охарактеризуйте эти режимы термической обработки. После какого вида обработки сталь приобретёт наибольшую и наименьшую твёрдость?
4. Приведите пример аустенитной коррозионно-стойкой стали, опишите ее структуру, обоснуйте выбор легирующих элементов и термообработки.
5. Какие керамические материалы применяются для изготовления сопел плазменных горелок и других деталей, от которых требуется высокая огнеупорность? Как изготавливают эти изделия?
6. Приведите схемы и опишите способы вакуумной дегазации стали.
7. Опишите последовательность операций при изготовлении песчаной литейной формы.
8. С приведением схем опишите разделительные операции листовой штамповки.

9. Охарактеризуйте процесс ультразвуковой сварки. Для каких изделий этот способ сварки применяется?
10. Изобразите схемы и опишите методы отделочной обработки резанием.

Вариант 7

1. Для повышения механических характеристик литых сплавов применяют модифицирование. Объясните сущность этого процесса на примере литейных алюминиевых сплавов – силуминов.
2. Используя диаграмму состояния «железо – цементит», постройте кривую охлаждения сплава, содержащего 3,0 % С, и опишите превращения при его охлаждении. Какую структуру имеет этот сплав при комнатной температуре, и как он называется?
3. После закалки структура углеродистой стали состоит из феррита и мартенсита. Проведите на диаграмме состояния «железо – цементит» примерную ординату, соответствующую составу стали, укажите принятую в данном случае температуру нагрева. Как называется такой вид закалки? Достигнута ли при этом максимальная твёрдость стали?
4. Что такое азотирование? Какие марки сталей применяют для азотирования? Опишите полный цикл термической и химико-термической обработки азотируемых сталей.
5. Опишите жаропрочную металлокерамику: её состав, свойства и область применения в машиностроении.
6. С приведением схем опишите вакуумно-дуговой переплав стали. За счет чего достигается повышение качества металла?
7. С изображением схем опишите принцип действия машин для изготовления литейных стержней.
8. Опишите основные правила конструирования деталей, изготавливаемых свободной ковкой. Приведите примеры правильных и неправильных конструкций поковок.
9. С приведением схем опишите процесс холодной сварки, укажите область его применения.
10. С применением схемы опишите процесс бесцентрового шлифования заготовок.

Вариант 8

1. Как изменяются свойства металлов при холодной пластической деформации? Приведите график зависимости прочности и пластичности от степени деформации и объясните причину изменения свойств.

2. Используя диаграмму состояния «железо – цементит», постройте кривую охлаждения сплава, содержащего 0,9 % С, и опишите превращения при его охлаждении. Какую структуру имеет этот сплав при комнатной температуре, и как он называется?
3. Сталь 40 закалили от температур 760 °С и 840 °С. На диаграмме состояния «железо – цементит» укажите выбранные температуры нагрева и опишите превращения, которые произошли при двух режимах закалки. Какому режиму следует отдать предпочтение и почему?
4. Назначьте марку латуни, устойчивой к коррозии в морской воде. Расшифруйте ее состав и опишите структуру, используя диаграмму состояния «медь – цинк». Укажите способ упрочнения и основные свойства латуни.
5. Дайте характеристику перлитных жаропрочных сталей. Приведите состав, структуру, термическую обработку и область применения сталей этого класса.
6. Опишите огнеупорные материалы, применяемые в металлургическом производстве. Какие флюсы и для чего используют в черной металлургии?
7. Какими способами получают отливки из медных сплавов? Какие плавильные установки при этом используются?
8. Охарактеризуйте основные правила конструирования деталей, изготавливаемых объемной штамповкой. Приведите примеры правильной и неправильной конструкции деталей.
9. Начертите схемы и опишите способы электрической контактной сварки, их особенности и области применения. Как выполняется сварка аккумулированной энергией?
10. Охарактеризуйте метод растачивания, укажите типы расточных станков, применяемый режущий инструмент и оснастку, а также схемы обработки заготовок на этих станках.

Вариант 9

1. Какая температура разделяет область холодной и горячей пластической деформации? Рассмотрите на примере алюминия.
2. Используя диаграмму состояния «железо – цементит», постройте кривую охлаждения сплава, содержащего 3,8 % С, и опишите превращения при его охлаждении. Какую структуру имеет этот сплав при комнатной температуре, и как он называется?
3. Углеродистая сталь 45 после закалки и отпуска имеет твердость *HRC* 50, а сталь У8 – *HRC* 60. Структура обеих сталей – мартенсит отпуска. Какому виду отпуска были подвергнуты стали? Опишите пре-

вращения, происходящие в этих сталях в процессе закалки и отпуска, и объясните, почему сталь У8 тверже, чем сталь 45.

4. Приведите пример жаростойкой стали, опишите её структуру, обоснуйте выбор легирующих элементов и термообработки.

5. Из чего изготавливают самосмазывающиеся подшипники скольжения?

6. Опишите процесс получения стали из металлизированных окатышей. Приведите схему и обоснуйте необходимость совершенствования подобных технологий.

7. Опишите технологию изготовления отливок из серого чугуна.

8. Назовите способы высокоскоростной штамповки листового металла, приведите схемы.

9. Какими способами сварки можно получить герметичную ёмкость из стального листа, например, топливный бак? Приведите схемы. Какой способ производительнее?

10. Изобразите схемы и опишите методы обработки заготовок пластическим деформированием без снятия стружки.

Вариант 10

1. Почему мелкозернистый металл прочнее и лучше сопротивляется ударным нагрузкам, чем крупнозернистый?

2. Используя диаграмму состояния «железо – цементит», постройте кривую охлаждения сплава, содержащего 1,6 % С, и опишите превращения при его охлаждении. Какую структуру имеет этот сплав при комнатной температуре, и как он называется?

3. Каковы причины возникновения внутренних напряжений при закалке? Каким способом можно предохранить изделие от образования закалочных трещин?

4. В котлостроении применяется сталь 12Х2МФСР. Укажите состав и группу стали по назначению. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки, опишите структуру стали после термообработки, приведите характеристики жаропрочности сталей этой группы и область их применения.

5. Что собой представляет неорганическое стекло? Опишите получение и свойства стекла.

6. Опишите технологию выплавки алюминия, приведите схему производства этого металла. В чём особенности цветной металлургии по сравнению с выплавкой чёрных металлов?

7. Опишите процессы изготовления отливок способом намораживания. В каких случаях эффективен этот способ?

8. Каким способом обработки давлением можно получить наиболее сложные профили? Приведите схему этого процесса, укажите применяемое оборудование и инструмент.

9. Изобразите схемы и опишите процессы плазменной сварки и резки металлов.

10. Опишите способы фрезерования и типы применяемых фрез, приведите схемы обработки плоских и фасонных поверхностей на фрезерных станках.

Вариант 11

1. Свинец и олово не упрочняются, если их деформировать при комнатной температуре, а медь упрочняется очень сильно. Объясните, почему так происходит.

2. Используя диаграмму состояния «железо – цементит», постройте кривую охлаждения сплава, содержащего 0,3 % С, и опишите превращения при его охлаждении. Какую структуру имеет этот сплав при комнатной температуре, и как он называется?

3. Детали из стали 35 требуется подвергнуть улучшению. Назначьте режим термической обработки, опишите сущность происходящих превращений, структуру и свойства стали после обработки.

4. Объясните природу жаропрочности сплавов на никелевой основе. Приведите примеры, укажите область применения этих сплавов.

5. Рассмотрите структуру и свойства дисперсно-упрочнённого композиционного материала на примере САП.

6. Назовите продукты доменной плавки и приведите технико-экономические показатели работы доменной печи. Где хранится выплавленный в домне передельный чугун?

7. Какие дефекты в отливках возникают при усадке сплава? Опишите способы предупреждения брака при литье.

8. Какие устройства применяются для нагрева заготовок под ковку и прокатку? Что является источником тепловой энергии в каждом из них?

9. Какими способами сварки можно пользоваться в полевых условиях (вдали от линий электропередач)? Опишите необходимое для этого оборудование.

10. С приведением схем опишите работы, выполняемые на строгальных и долбежных станках. Какими конструктивными особенностями должен обладать строгальный резец?

Вариант 12

1. Как оценивается пластичность металлов? Из какого испытания получают её характеристики?
2. Используя диаграмму состояния «железо – цементит», постройте кривую охлаждения сплава, содержащего 4,0 % С, и опишите превращения при его охлаждении. Какую структуру имеет этот сплав при комнатной температуре, и как он называется?
3. Что такое нормализация? На диаграмме состояния «железо – цементит» укажите температуру нормализации стали У10. Опишите превращения, происходящие в стали при выбранном режиме термообработки, получаемую структуру и свойства.
4. На изделиях из стали 35ХМЮА требуется получить поверхностный слой высокой твёрдости. Выберите способ химико-термической обработки и обоснуйте выбор. Какова будет структура стали на поверхности и в сердцевине после окончательной термообработки?
5. Какая из термопластичных пластмасс имеет самую высокую устойчивость к нагреву? Опишите её состав, способ получения изделий и область применения.
6. Назовите способы раскисления стали. В каком случае применяется каждый из них?
7. Опишите литейные свойства сплавов, приведите примеры сплавов с хорошими и плохими литейными свойствами.
8. Опишите последовательность получения сортового профиля (швеллера или уголка) прокаткой.
9. Изобразите схему и опишите электронно-лучевой способ сварки. Что такое «кинжальное» проплавление?
10. Каким образом на фрезерном станке можно получить 6 граней на заготовке болта или гайки?

Вариант 13

1. Какие точечные дефекты кристаллического строения возникают в металлах? Как они влияют на свойства металлов?
2. Используя диаграмму состояния «железо – цементит», постройте кривую охлаждения сплава, содержащего 1,0 % С, и опишите превращения при его охлаждении. Какую структуру имеет этот сплав при комнатной температуре, и как он называется?
3. Требуется произвести поверхностное упрочнение изделий из стали 20. Назначьте вид обработки, опишите технологию, происходящие в стали превращения, структуру и свойства поверхности и сердцевины изделия.

4. Опишите состав, структуру и способ получения вкладышей подшипников скольжения. Какие марки баббитов для этого применяются?
5. Какие терморезистивные пластмассы имеют самые высокие рабочие температуры? Опишите их состав и структуру, способ получения изделий и область применения.
6. С приведением схемы опишите повышение качества стали способом электрошлакового переплава.
7. Для чего применяется способ литья выжиманием? Приведите схему процесса, укажите, из каких сплавов можно получать отливки таким способом.
8. С приведением схем опишите получение гнутых профилей. Какими преимуществами обладает этот вид проката?
9. Охарактеризуйте способы автоматической дуговой сварки. Приведите схемы. В каком случае наиболее эффективен каждый из них?
10. Какими способами можно нарезать резьбу в отверстиях и на стержне? Приведите схемы обработки, опишите инструмент.

Вариант 14

1. Для чего проводится рекристаллизационный отжиг деформированного металла? Назначьте режим отжига для заготовок из низкоуглеродистой стали.
2. Используя диаграмму состояния «железо – цементит», постройте кривую охлаждения сплава, содержащего 0,2 % С, и опишите превращения при его охлаждении. Какую структуру имеет этот сплав при комнатной температуре, и как он называется?
3. Детали из стали 50 закалены: одни – от температуры 750 °С, а другие – от температуры 850 °С. Нанесите выбранные температуры нагрева на диаграмму состояния «железо – цементит» и объясните, какие из этих деталей имеют более высокую твердость и лучшие эксплуатационные свойства и почему.
4. Для изготовления пароперегревателей высокого давления используется сталь 10Х18Н12Т. Укажите состав и группу стали по назначению. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки, опишите структуру стали после термообработки. Приведите характеристики жаропрочности.
5. Охарактеризуйте материал карборунд. Какими полезными свойствами он обладает, для каких изделий применяется?
6. С приведением основных химических реакций опишите скрап-рудный мартеновский процесс. Какие стали выплавляют этим способом?

7. Каким способом отливают чугунные трубы? Приведите схему процесса. В чем преимущества этого способа?
8. Опишите процесс волочения проволоки. Какой инструмент и оборудование для этого применяют?
9. С приведением схемы опишите процесс диффузионной сварки, основные преимущества и область применения.
10. Приведите и опишите схему обработки поверхностей на протяжных станках. Как устроена круглая протяжка?

Вариант 15

1. Для чего проводится дробеструйная обработка крупных пружин и рессорных листов?
2. Используя диаграмму состояния «железо – цементит», постройте кривую охлаждения сплава, содержащего 3,5 % С, и опишите превращения при его охлаждении. Какую структуру имеет этот сплав при комнатной температуре, и как он называется?
3. В структуре углеродистой стали 40 после закалки не обнаруживается остаточного аустенита, а в структуре стали У10 наблюдается до 10 % остаточного аустенита. Объясните причину этого явления. Какой обработкой можно устранить остаточный аустенит?
4. Для изготовления ответственных деталей (втулки, клапаны, зубчатые колеса) выбран сплав БрАЖН10-4-4. Расшифруйте состав, укажите режим термической обработки, механические свойства и опишите структуру бронзы после термообработки.
5. Для чего применяется пористая керамика?
6. Начертите схему мартеновской печи и опишите принцип её работы. Какие стали выплавляют в мартеновской печи?
7. Как можно получить отверстие в отливке, не применяя стержней? Опишите способ литья, укажите область его применения.
8. С применением схемы опишите процесс получения периодических профилей. Какое оборудование для этого необходимо?
9. Изобразите схемы сварки трением, назовите основные преимущества и область применения способа.
10. Какие виды инструмента используют для обработки отверстий? Приведите схемы обработки этими инструментами.

Вариант 16

1. Что такое дендритная ликвация, и как её можно устранить?
2. Какими стандартными характеристиками оценивается пластичность металлов и сплавов? Как они определяются?

3. Используя диаграмму состояния «железо – цементит», постройте кривую охлаждения сплава, содержащего 1,2 % С, и опишите превращения при его охлаждении. Какую структуру имеет этот сплав при комнатной температуре, и как он называется?
4. После горячей объёмной штамповки в стали 20 образовалась крупнозернистая структура. Назначьте режим термической обработки для исправления структуры, укажите выбранную температуру на диаграмму состояния «железо – цементит». Опишите превращения в стали и изменение свойств.
5. Какие волокна применяют в качестве армирующих при изготовлении композиционных материалов? Как зависит прочность композитов от количества, размеров и укладки волокон наполнителя?
6. Опишите технологию выплавки титана из руды. Назовите особенности цветной металлургии по сравнению с выплавкой чёрных металлов.
7. Какой из способов литья позволяет получить наибольшую точность размеров и наименьшую шероховатость поверхности? Приведите схему процесса литья, укажите область применения.
8. Опишите сущностьковки и укажите область её применения. Какой из видов обработки давлением позволяет получать поковки большего веса – ковка или объёмная штамповка? Почему?
9. Приведите схему плазменной сварки. Укажите основные преимущества и область применения этого способа.
10. Какая взаимосвязь имеется между скоростью резания и стойкостью инструмента? Пути повышения стойкости металлорежущего инструмента.

Вариант 17

1. Опишите механизм зарождения трещины в металле и виды разрушения металлов.
2. Используя диаграмму состояния «железо – цементит», постройте кривую охлаждения сплава, содержащего 3,2 % С, и опишите превращения при его охлаждении. Какую структуру имеет этот сплав при комнатной температуре, и как он называется?
3. С помощью диаграммы состояния «железо – цементит» опишите структурные превращения, происходящие при нагреве стали с 1,0 % С. Покажите критические точки A_{c1} и A_{cm} для этой стали и назначьте режим нагрева стали под закалку. Опишите процесс закалики, получаемую структуру и свойства стали.

4. Шестерни из стали 45 закалены: первая – от температуры 740 °С. а вторая – от 820 °С. Используя диаграмму состояния «железо – цементит», нанесите выбранные температуры нагрева и объясните, какая из этих шестерен имеет более высокую твердость и лучшие эксплуатационные свойства и почему.
5. Выберите марку жаропрочного чугуна, опишите его состав, структуру и обработку для повышения жаропрочности.
6. Опишите технологию выплавки меди из руды. Как решаются вопросы охраны окружающей среды в цветной металлургии?
7. Опишите способы непрерывного литья заготовок. Укажите преимущества и области рационального применения этих способов.
8. Изобразите схему многоручьевого штампа для объёмной штамповки. В каких случаях применяют штампы такой конструкции? Какое оборудование требуется для штамповки?
9. Опишите процесс высокочастотной сварки. Приведите схему. Укажите основные преимущества и область применения этого способа.
10. Какой из видов стружки создает наибольшие проблемы при работе на станках с ЧПУ? Какими способами они решаются?

Вариант 18

1. Опишите принципиальное отличие процессов кристаллизации полимеров и металлов.
2. Как влияет степень деформации на величину зерна металла после рекристаллизации? Почему перед рекристаллизационным отжигом нельзя проводить деформацию с малой степенью обжатия?
3. Используя диаграмму состояния «железо – цементит», постройте кривую охлаждения сплава, содержащего 4,3 % С, и опишите превращения при его охлаждении. Какую структуру имеет этот сплав при комнатной температуре, и как он называется?
4. Опишите различные способы охлаждения при закалке. Какой способ закалки можно применить для уменьшения внутренних напряжений?
5. Для изготовления мембран и других упругих элементов применяют бронзу БрБ2. Укажите состав, режим термической обработки и механические свойства материала. Объясните природу упрочнения в связи с диаграммой состояния «медь – бериллий».
6. Выполните сравнительную технико-экономическую оценку кислородно-конвертерного и электродугового способов выплавки стали.

7. Опишите способ изготовления отливок литьем по газифицируемым моделям. Укажите преимущества, недостатки и область применения этого вида литья.

8. Опишите основные виды оборудования, применяемого для штамповки. Как выбирают необходимое оборудование, чем характеризуется его мощность?

9. Опишите процесс аргонодуговой сварки. Какое для этого требуется оборудование и материалы? Назовите преимущества данного способа и область применения.

10. Опишите способы обработки конических поверхностей на токарных станках. Какие для этого требуются приспособления?

Вариант 19

1. Что такое условный предел текучести? Как определяется эта характеристика? Почему именно предел текучести является основной расчётной характеристикой для определения размеров деталей и конструкций?

2. Используя диаграмму состояния «железо – цементит», постройте кривую охлаждения сплава, содержащего 0,45 % С, и опишите превращения при его охлаждении. Какую структуру имеет этот сплав при комнатной температуре, и как он называется?

3. Каким способом можно получить поверхностный слой высокой твёрдости на деталях из стали 60? Опишите способ термической обработки. Какая структура получится на поверхности и в сердцевине детали?

4. Приведите марки и опишите структуру литейных алюминиевых сплавов. Каким образом повышают их эксплуатационные свойства? Укажите области применения отливок из алюминиевых сплавов.

5. В чем различие по структуре и свойствам между термопластичными и термореактивными пластмассами? Какими способами получают изделия из тех и других материалов?

6. Опишите способы внепечной обработки стали для очистки от вредных примесей.

7. Для чего применяется способ литья вакуумным всасыванием? Приведите схему процесса, укажите, какие отливки и из каких сплавов можно получать таким способом.

8. Изобразите схему штамповки в открытых и закрытых штампах. В чем преимущества и недостатки каждого из этих способов?

9. Какие способы можно применить для сварки заготовок малой толщины или малого сечения (тонкие листы, проволока)? Приведите схему одного из способов.

10. Охарактеризуйте параметры режима резания. В какой последовательности назначают эти параметры при разработке технологического процесса обработки заготовок на металлорежущих станках?

Вариант 20

1. Что такое предел выносливости? Опишите методику определения этой характеристики свойств металла.

2. Используя диаграмму состояния «железо – цементит», постройте кривую охлаждения сплава, содержащего 4,6 % С, и опишите превращения при его охлаждении. Какую структуру имеет этот сплав при комнатной температуре, и как он называется?

3. Для каких сталей применяется отжиг на зернистый перлит? Объясните выбор режима и цель этого вида обработки.

4. В теплоэнергетике широко используется сталь 12Х18Н10Т. Укажите состав и группу стали по назначению. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки, опишите структуру стали после термообработки. Приведите характеристики жаропрочности.

5. Что такое стеклокерамика? Как её получают? Сопоставьте свойства стеклокерамики и обычного неорганического стекла?

6. Изобразите схему структуры металлургического комбината. Какие цехи и устройства обеспечивают работу доменной печи?

7. С приведением схем опишите процессы обработки отливок после завершения кристаллизации. Какое оборудование для этого необходимо?

8. и 9. Опишите процессы получения сварных труб различного диаметра, приведите схемы прокатки и сварки, укажите наиболее производительный способ сварки и самый дешевый.

10. С приведением схем опишите геометрические параметры режущего инструмента (на примере спирального сверла), а также условия работы этого вида инструмента. Приведите примеры конструкции свёрл для различных условий резания.

Вариант 21

1. Что такое ликвация? Виды ликвации, причины её возникновения и способы устранения.

2. Используя диаграмму состояния «железо – цементит», постройте кривую охлаждения сплава, содержащего 3,6 % С, и опишите превращения при его охлаждении. Какую структуру имеет этот сплав при комнатной температуре, и как он называется?

3. Как изменяются структура и свойства стали У10 в результате закалки от температуры 750 и 850 °С? Объясните с применением диаграммы состояния «железо – цементит». Выберите оптимальный режим нагрева этой стали под закалку.

4. Для изготовления заклёпок в авиастроении применяется сплав Д18. Расшифруйте состав сплава, укажите способ изготовления деталей из него и приведите характеристики механических свойств.

5. На основе какого полимера получают теплостойкие резины? Укажите рабочие температуры и свойства этого материала.

6. Опишите структуру современного металлургического производства, его продукцию и перспективы развития.

7. Изобразите литниковую систему, укажите назначение всех её элементов. Опишите разновидности литниковых систем.

8. Какие виды обработки давлением выполняются как холодная пластическая деформация? Опишите явление наклёпа, его физическую сущность и влияние на структуру и свойства металлов.

9. Изобразите схемы и опишите процессы термической резки металлов. Каким требованиям должны удовлетворять металлы для выполнения газокислородной резки?

10. С приведением схем опишите способы фрезерования против движения подачи и по движению подачи.

Вариант 22

1. Опишите строение слитка и поясните причины возникновения в нём разных по структуре зон.

2. Используя диаграмму состояния «железо – цементит», постройте кривую охлаждения сплава, содержащего 0,8 % С, и опишите превращения при его охлаждении. Какую структуру имеет этот сплав при комнатной температуре, и как он называется?

3. Для каких целей применяется диффузионный отжиг? Как выбирается режим такого отжига? Приведите примеры.

4. В паросиловых установках для изготовления труб широко используется сталь 12Х1МФ. Укажите состав и группу стали по назначению. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки, опишите структуру стали после термообработки.

5. Приведите пример композиционного материала на металлической основе, укажите вид и форму упрочняющего компонента. В чём преимущество композитов перед сплавами?

6. Опишите основные виды железных руд и этапы подготовки шихтовых материалов к доменной плавке. Какое топливо применяется для доменной плавки?

7. Опишите процессы изготовления стальных отливок в песчаных формах.

8. Приведите классификацию видов обработки металлов давлением. Какие из них осуществляются с применением горячей пластической деформации? Как при этом изменяются структура и свойства металла?

9. С приведением схем опишите процесс газовой сварки. Как получают необходимый для сварки ацетилен?

10. С приведением схем опишите работы, выполняемые на плоскошлифовальных станках.

Вариант 23

1. Опишите виды твердых растворов. Приведите примеры.

2. Используя диаграмму состояния «железо – цементит», постройте кривую охлаждения сплава, содержащего 5,0 % С, и опишите превращения при его охлаждении. Какую структуру имеет этот сплав при комнатной температуре, и как он называется?

3. Нанесите на диаграмму изотермического превращения аустенита для стали с 0,8 % С кривую режима изотермической обработки, обеспечивающей получение твердости *HB* 180. Укажите, как этот режим называется, и какая структура получается при такой обработке.

4. Для изготовления лопастей винтов вертолётов применяется сплав АК8. Расшифруйте состав сплава, укажите способ изготовления деталей из него и приведите характеристики механических свойств. Какой упрочняющей термообработке подвергают этот сплав?

5. Выберите марку чугуна для изготовления ответственных деталей машин. Укажите состав, способ получения, структуру и механические свойства выбранного сплава.

6. Начертите схему доменной печи, укажите основные её части и опишите происходящие в ней процессы с приведением главных химических реакций.

7. Какими способами изготавливают отливки из магниевых сплавов? В чем особенность плавки магниевых сплавов? Укажите области применения отливок из магния.

8. Охарактеризуйте холодную и горячую обработку металлов давлением, опишите особенности этих процессов, их положительные и отрицательные стороны.

9. С приведением схемы опишите процесс электрошлаковой сварки, основные преимущества и область применения.

10. Опишите режущий инструмент и технологическую оснастку сверлильных станков, приведите схемы обработки на этих станках.

Вариант 24

1. Опишите условия протекания и механизм процесса кристаллизации. Каким образом можно получить аморфный металл?

2. Что такое рекристаллизация? Опишите изменение структуры и свойств деформированного металла при нагреве, с приведением схем и графиков.

3. Используя диаграмму состояния «железо – цементит», постройте кривую охлаждения сплава, содержащего 0,4 % С, и опишите превращения при его охлаждении. Какую структуру имеет этот сплав при комнатной температуре, и как он называется?

4. Структура углеродистой стали после термической обработки – мартенсит отпуска и цементит. Нанесите на диаграмму состояния «железо – цементит» примерную ординату стали и обоснуйте выбор температуры нагрева этой стали под закалку. Назначьте температуру отпуска, необходимого для получения указанной структуры, опишите превращения при термической обработке.

5. Для изготовления лопаток паровых турбин применяется сталь 15Х11МФ. Укажите ее состав и определите группу стали по назначению. Какой термообработке подвергают детали из этой стали? Какие при этом получают структуру и свойства?

6. Какие материалы необходимы для доменного производства? С какой целью выполняют подготовку руд к доменной плавке?

7. Опишите возможные дефекты отливок, причины их возникновения и меры по предупреждению.

8. Опишите способы нагрева заготовок под обработку металлов давлением, приведите схемы и принцип действия камерных и методических печей.

9. Опишите процесс автоматической дуговой сварки под слоем флюса. Укажите основные преимущества способа и область применения.

10. С приведением схем опишите работы, выполняемые на круглошлифовальных станках.

Вариант 25

1. Дайте определение ударной вязкости. Опишите методику измерения этой характеристики.
2. Используя диаграмму состояния «железо – цементит», постройте кривую охлаждения сплава, содержащего 1,1 % С, и опишите превращения при его охлаждении. Какую структуру имеет этот сплав при комнатной температуре, и как он называется?
3. Нанесите на диаграмму изотермического превращения аустенита для стали с 0,8 % С кривую режима охлаждения, которое приведёт к получению сорбита. Опишите характер превращения и свойства стали со структурой сорбита.
4. Для деталей уплотнения используют бронзу БрОЦС4-4-2,5. Расшифруйте состав сплава, опишите структуру и термическую обработку бронзы, приведите характеристики механических свойств.
5. Опишите свойства разных видов стекловолоконитов и способы получения изделий из них.
6. С приведением схем опишите устройство и работу воздухонагревателей доменной печи. Что дает подогрев дутья, обогащение его кислородом и увлажнение?
7. Назовите особенности конструирования литых деталей, приведите примеры технологичных и нетехнологичных конструкций отливок.
8. Рассмотрите основные схемы прокатки металлов. В чем заключается условие захвата металла валками?
9. Опишите процесс ручной дуговой сварки. Что собой представляют сварочные электроды? Как их классифицируют и обозначают?
10. Приведите и опишите схемы основных видов обработки на токарных станках.

Вариант 26

1. Волочение медной проволоки проводят в несколько переходов. В некоторых случаях проволока на последних переходах разрывается. Объясните причину разрыва и укажите способ его предупреждения.
2. Используя диаграмму состояния «железо – цементит», постройте кривую охлаждения сплава, содержащего 0,5 % С, и опишите превращения при его охлаждении. Какую структуру имеет этот сплав при комнатной температуре, и как он называется?
3. На диаграмме состояния «железо – цементит» укажите температуру полного и неполного отжига 45. Охарактеризуйте эти режимы термической обработки и опишите структуру и свойства стали после каждого вида обработки.

4. Опишите влияние нагрева на структуру металла. Что такое жаропрочность и ползучесть? Какими характеристиками оценивают жаропрочность?
5. Рассмотрите строение и свойства композиционных материалов с неметаллической матрицей на примере карбоволоконитов (углепластиков).
6. Начертите схему мартеновской печи и опишите принцип действия её регенераторов. Какие виды топлива применяются в мартеновской печи?
7. Какими способами изготавливают отливки из алюминиевых сплавов? В каких печах готовят расплав? Укажите области применения отливок из алюминия.
8. С приведением схем опишите этапы прокатки бесшовных труб. Какими преимуществами обладают бесшовные трубы по сравнению со сварными?
9. Какие источники питания переменным и постоянным током применяются при сварке? Укажите их преимущества, недостатки и области применения.
10. Какие требования предъявляют к инструментальным материалам? Опишите современные материалы, используемые для изготовления режущих инструментов.

Вариант 27

1. Опишите явление полиморфизма на примере железа. Какое практическое значение имеет полиморфизм металлов?
2. Используя диаграмму состояния «железо – цементит», постройте кривую охлаждения сплава, содержащего 2,5 % С, и опишите превращения при его охлаждении. Какую структуру имеет этот сплав при комнатной температуре, и как он называется?
3. Плашки из стали У12А закалены: первая – от температуры 760 °С, вторая – от температуры 900 °С. Используя диаграмму состояния «железо – цементит», укажите температуры закалки и объясните, какая из этих плашек закалена правильно, имеет более высокие режущие свойства и почему.
4. Для деталей пароводяной арматуры выбрана бронза БрО5Ц5С5. Расшифруйте состав сплава, опишите структуру и объясните назначение легирующих элементов. Приведите характеристики механических свойств и способ изготовления деталей из этого сплава.
5. Жаропрочные керамические материалы. Состав, свойства и применение.

6. С приведением схемы опишите устройство кислородного конвертера, процесс выплавки стали и главные химические реакции.
7. Опишите процесс образования усадочных раковин в отливках. С изображением схем опишите устройство прибылей.
8. Опишите процесс волочения и укажите область его применения. Какой инструмент и оборудование применяют для волочения? Приведите схему волочения труб.
9. Охарактеризуйте требования, предъявляемые к источникам сварочного тока. Какими могут быть внешние характеристики источников? Какую вольт-амперную характеристику должен иметь источник тока для ручной дуговой сварки?
10. Опишите процессы тепловыделения при резании, особенности применения различных видов смазочно-охлаждающих сред. Расскажите об износе и стойкости инструмента.

Вариант 28

1. На основе кривых Таммана – Чернова для процесса кристаллизации поясните, как можно вырастить монокристалл.
2. Используя диаграмму состояния «железо – цементит», постройте кривую охлаждения сплава, содержащего 0,7 % С, и опишите превращения при его охлаждении. Какую структуру имеет этот сплав при комнатной температуре, и как он называется?
3. Назначьте температуру нагрева и охлаждающую среду для закалики углеродистых сталей 30 и 70, покажите выбранные температуры на диаграмме состояния «железо – цементит». Опишите превращения, происходящие при закалке, и объясните, какая сталь получит большую твердость и почему.
4. Для изготовления деталей способом глубокой вытяжки применяют латунь Л68. Укажите состав и опишите структуру сплава. Назначьте режим термической обработки, применяемой между отдельными операциями вытяжки, и обоснуйте его выбор. Приведите характеристики механических свойств этого сплава.
5. Какие материалы применяются для жаростойких покрытий на металлах? Приведите характеристики их свойств.
6. Охарактеризуйте разновидности мартеновского процесса, опишите главные химические реакции, протекающие в ванне мартеновской печи.
7. Опишите процесс изготовления отливок в оболочковых формах. Каковы его преимущества и области применения?

8. С применением схем опишите процессы прямого и обратного прессования и укажите их преимущества и недостатки. Охарактеризуйте продукцию и область применения прессования.

9. С приведением схем опишите разновидности электродуговой сварки. Как зажигается сварочная дуга?

10. Изобразите схему образования стружки при резании, дайте характеристику видов стружки.

Вариант 29

1. Перечислите основные свойства металлов и свяжите их с особенностями металлического типа связи.

2. С приведением диаграммы растяжения назовите характеристики прочности металлов и сплавов. Какое напряжение надо превысить для начала пластической деформации?

3. Используя диаграмму состояния «железо – цементит», постройте кривую охлаждения сплава, содержащего 4,8 % С, и опишите превращения при его охлаждении. Какую структуру имеет этот сплав при комнатной температуре, и как он называется?

4. С помощью диаграммы состояния «железо – цементит» установите температуры заковки и нормализации для стали 20. Какому виду термической обработки надо отдать предпочтение? (Можно ли получить высокую твёрдость при заковке стали 20?)

5. Что такое текстолиты? Как влияют хлопчатобумажная, стеклянная и асбестовая ткань на свойства пластмасс?

6. Для каких целей и какими способами выполняют раскисление стали? Как различаются стали в зависимости от степени раскисления?

7. Опишите способ изготовления отливок литьём по выплавляемым моделям. Укажите его преимущества и области применения.

8. Что такое свободная ковка? Опишите основные операцииковки и укажите область её применения.

9. Как выполняют контроль качества сварных соединений? Опишите способы контроля сварных швов.

10. С приведением схемы опишите процессы силового взаимодействия инструмента и заготовки. Для каких расчётов используют значения сил резания?

Вариант 30

1. Опишите явление полиморфизма на примере олова. Какое практическое значение имеет полиморфизм металлов?
2. Каким способом можно восстановить пластичность холоднокатаной медной ленты? Назначьте режим термической обработки и опишите сущность происходящих процессов.
3. Используя диаграмму состояния «железо – цементит», постройте кривую охлаждения сплава, содержащего 1,4 % С, и опишите превращения при его охлаждении. Какую структуру имеет этот сплав при комнатной температуре, и как он называется?
4. С помощью диаграммы состояния «железо – цементит» опишите структурные превращения, происходящие при нагреве доэвтектоидной стали. Покажите критические точки A_{c1} и A_{c3} для выбранной Вами стали. Установите режим нагрева этой стали под закалку. Охарактеризуйте процесс заковки, опишите получаемую структуру и свойства стали.
5. Для пароперегревателей и турбоприводов силовых установок используется сталь 09Х14Н19В2БР. Укажите состав и определите группу стали по назначению. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки. Опишите структуру стали после термообработки, назовите характеристику жаропрочности.
6. Выполните сравнительную технико-экономическую оценку мартеновского и кислородно-конвертерного способов выплавки стали.
7. Опишите способ изготовления отливок литьём в металлические формы – кокили. Укажите преимущества, недостатки и особенности этого вида литья.
8. Опишите основные виды оборудования, применяемого для свободнойковки. Приведите схемы. Как оценивается мощность оборудования?
9. Опишите технологические особенности сварки заготовок из медных сплавов. Укажите основные способы сварки меди, латуни, бронзы.
10. Назовите параметры режима резания, опишите их влияние на качество обработанной поверхности.

5. ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ КОНТРОЛЬ

После завершения изучения дисциплины студенты сдают экзамен. Для студентов, обучающихся по классической заочной форме (КЗФ), экзаменационный билет включает четыре вопроса: два по материаловедению и два по технологии конструкционных материалов. Студенты, обучающиеся с использованием дистанционных образовательных технологий (ДОТ), сдают экзамены с использованием аттестационных педагогических измерительных материалов (АПИМ).

При определении результата экзамена учитываются результаты выполненного индивидуального домашнего задания, выполнения и защиты лабораторных заданий.

5.1. Вопросы для подготовки к экзамену

Материаловедение

1. Что такое *конструкционный материал*? Каким требованиям он должен удовлетворять?
2. В чем принципиальное отличие *кристаллических* и *аморфных* материалов?
3. Классификация конструкционных материалов. Краткая характеристика каждой группы материалов (металлов и сплавов, керамики, пластмасс, стёкол).
4. Кристаллическое строение металлов. Что такое:
 - а) *поликристалл*;
 - б) *кристаллическая решётка*;
 - в) *элементарная кристаллическая ячейка*?
5. Дефекты кристаллического строения: точечные (*вакансии*, *межузельные* и *примесные атомы*), линейные (*краевые* и *винтовые дислокации*), поверхностные (*границы зёрен*), объёмные.
6. Процесс кристаллизации. Влияние скорости охлаждения на структуру и свойства литого металла.
7. Строение слитка: из каких зон состоит слиток, условия образования каждой зоны.
8. Как реагирует металл на возрастающее напряжение?
9. *Упругая деформация*. – Понятие и механизм.
10. *Пластическая деформация*. – Понятие и механизм.
11. *Разрушение*. Механизм зарождения трещины. *Вязкое* и *хрупкое* разрушение.
12. Механические свойства металлов (*прочность*, *пластичность*, *твёрдость* и *вязкость*) и их характеристики.

13. Изменение структуры и свойств металла при *наклёпе*.
14. Условия, сущность и результат *рекристаллизации*.
15. *Горячая* и *холодная* пластическая деформация.
16. **Способы упрочнения металлов и сплавов.**
17. Что такое *сплав*? Как получают сплавы?
18. Виды взаимодействия компонентов в сплавах (*твёрдые растворы, химические соединения, механические смеси*).
19. Типы диаграмм состояния сплавов: с *полной нерастворимостью компонентов*, с *полной и ограниченной взаимной растворимостью компонентов*.
20. *Диаграмма состояния «железо – цементит»* компоненты, фазы и структурные составляющие, доэвтектоидные и заэвтектоидные стали.
21. Структура, свойства, получение, маркировка и применение чугунов: а) *белых*, б) *серых*, в) *ковких*, г) *высокопрочных*.
22. *Классификация сталей по качеству*.
23. Маркировка сталей (углеродистых и легированных).
24. Влияние углерода на свойства стали.
25. Превращения при нагреве стали.
26. Превращения в стали при охлаждении (*перлитное, мартенситное, промежуточное*).
27. Процессы, происходящие при нагреве закалённой стали.
28. *Отжиг* и *нормализация*: сущность, цель, разновидности.
29. *Закалка стали*: сущность, цель, разновидности.
30. *Отпуск стали*: сущность, цель, разновидности.
31. Технология закалки стали: с непрерывным охлаждением, в двух средах, ступенчатая, изотермическая, поверхностная.
32. *Химико-термическая обработка* стали: сущность, цель, пример.
33. Термическое упрочнение алюминиевых сплавов (на примере дуралюмина).
34. Как влияют легирующие элементы на свойства стали? Примеры марок и применения легированной стали.
35. Жаропрочные стали:
 - а) влияние нагрева на прочность;
 - б) механизм *ползучести*;
 - в) понятие *жаропрочности*;
 - г) жаропрочные материалы: условия работы, структура, термообработка, марки.
36. *Композиционные материалы*. В чем главное преимущество композитов по сравнению с другими конструкционными материалами?

Технология конструкционных материалов

Тема 1: Черная металлургия

1. Структура *металлургического производства*.
2. Продукция и основная задача черной металлургии.
3. *Доменная печь* (внешний вид, краткая характеристика).
4. *Агрегаты для выплавки стали* (внешний вид, краткая характеристика).
5. Три этапа *выплавки* стали.
6. Способы *разливки* стали.
7. *Повышение качества* стали.

Тема 2: Обработка металлов давлением

1. Преимущества ОМД перед другими видами обработки.
2. Классификация видов ОМД, предназначенных для получения машиностроительных *профилей* и отдельных *заготовок*.
3. Определение и схемы *прокатки* (*продольная, поперечная, поперечно-винтовая*).
4. Инструмент и оборудование для прокатки.
5. Продукция прокатного производства.
6. Определение и схема *прессования*. Достоинства и недостатки. Применение.
7. Определение *волочения*. Схема процесса. Достоинства и недостатки. Применение.
8. Определение *свободной ковки*. Схема. Применение, достоинства и недостатки.
9. *Горячая объемная штамповка*: определение, схемы штамповки.
10. Сравнительная характеристика методов ковки и горячей объемной штамповки.
11. *Холодная листовая штамповка*: определение, схемы.

Тема 3: Литейное производство

1. Задача литейного производства.
2. Схема техпроцесса получения *отливок*.
3. Литейные свойства сплавов:
 - 1) *жидкотекучесть*;
 - 2) *усадка* линейная и объемная;
 - 3) склонность к образованию горячих и холодных *трещин* и *короблению*;
 - 4) склонность к образованию *газовых раковин* и *пор*.
4. Состав и свойства формовочных смесей.

5. Литейная оснастка: *литейная форма, модель, стержень, опока, литниковая система.*
6. Последовательность изготовления формы при ручной формовке.
7. Специальные виды литья (в *оболочковые формы, по выплавляемым моделям, в кокиль, литьё под давлением, центробежное литьё, литьё по газифицируемым моделям*).

Тема 4: Сварочное производство

1. Сварка *плавлением* и сварка *давлением*.
2. Что такое *сварочная дуга*? Схема сварочной дуги.
3. Оборудование для ручной дуговой сварки. Что собой представляет *сварочный электрод*?
4. Схема процесса сварки *покрытым электродом*. *Параметры режима* ручной дуговой сварки.
5. *Автоматическая дуговая сварка под флюсом*. Схема, оборудование, материалы, преимущества, применение.
6. *Автоматическая дуговая сварка в защитном газе*.
7. *Газовая сварка*. Оборудование, схема, преимущество, применение.
8. Сущность *электроконтактной сварки*. За счет чего нагреваются кромки свариваемых изделий?
9. *Электроконтактная стыковая сварка*. Схема сварки. Применение.
10. *Электроконтактная точечная сварка*. Схема. Применение.
11. *Шовная электроконтактная сварка*. Схема. Применение.
12. Сварка *трением*. Схема. Применение.
13. Дефекты сварных соединений.

Тема 5: Обработка металлов резанием

1. Схемы обработки металлов резанием с указанием *обработанной и обрабатываемой поверхности, главного движения резания и подачи*.
2. Параметры *режима резания: скорость резания, подача, глубина резания*.
3. Виды работ, выполняемых на токарных станках.
4. Виды работ, выполняемых на фрезерных станках.
5. *Строгание*, его особенности.
6. Виды работ, выполняемых на сверлильных станках.
7. *Шлифование*. Характеристика метода.

5.2. Образец экзаменационного билета

Пример экзаменационного билета:

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5

по дисциплине **«Материаловедение
и технология конструкционных мате-
риалов»**

1. *Горячая и холодная пластическая деформация.*
2. Назначьте режим закалки для деталей из стали 45.
3. *Волочение.* Схема процесса. Достоинства и недостатки. Применение.
4. Виды работ, выполняемых на *токарных станках.*

Комментарий: выделенные курсивом слова являются ключевыми понятиями, смысл которых нужно знать обязательно. При ответе на вопросы под номерами 3 и 4 (по технологии конструкционных материалов), как правило, требуется привести схему описываемого процесса или устройства, даже если в тексте вопроса это не упоминается. Если речь идет о термической обработке (вопрос № 2), то надо показать интервал температур нагрева на диаграмме «железо – углерод» и объяснить, какая скорость охлаждения необходима для данной операции (подобные задания есть в каждом варианте ИДЗ).

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ*

6.1. Литература обязательная

1. Материаловедение: учебное пособие / под ред. Ю.П. Егорова. – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – 199 с.
2. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение. – М.: Издательский дом «Альянс», 2009. – 528 с.
3. Технология конструкционных материалов / под ред. А.М. Дальского. – М.: Машиностроение, 2003. – 512 с
4. Технологические процессы машиностроительного производства: Учебное пособие. В 2-х ч. / К.Г. Герасимович, Ю.А. Евтюшкин, Н.И. Фомин, И.А. Хворова. – Часть I и II. – Томск: Изд-во ТПУ, 2004. – 104 и 138 с. .

6.2. Литература дополнительная

5. Арзамасов Б.Н., Макарова В.И., Мухин Г.Г. и др. Материаловедение. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 648 с.
6. Гуляев А.П. Металловедение. – М.: Metallurgia, 1986. – 544 с.
7. Хворова И.А. Материаловедение и технология конструкционных материалов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 212 с.
8. Г.П. Фетисов, М.Г. Карпман, В.С. Гаврилюк и др. Материаловедение и технология металлов. – М.: Высш. шк., 2000. – 638 с.
9. Электронный адрес сайта, где выложено множество учебников по материаловедению и технологии конструкционных материалов:
http://www.ph4s.ru/book_tribo.html

6.3. Учебно-методические пособия

10. Методические указания к выполнению лабораторных работ :
http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/k/KHVOROVA/Studentam/Students_distant

* Список литературы приводится в авторской редакции



Учебное издание

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Методические указания и индивидуальные задания

Составитель

ХВОРОВА Ирина Александровна

Рецензент

*кандидат технических наук,
доцент кафедры МТМ ИФВТ*

А.Г.Мельников

Компьютерная верстка *О.В. Нарожная*

**Отпечатано в Издательстве ТПУ в полном соответствии
с качеством предоставленного оригинал-макета**

Подписано к печати . Формат 60×84/16. Бумага «Снегурочка».

Печать Херох. Усл.печ.л. 3,08 Уч.-изд.л. 2,79.

Заказ . Тираж экз.



Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Система менеджмента качества

Издательства Томского политехнического университета сертифицирована
NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту BS EN ISO 9001:2008



ИЗДАТЕЛЬСТВО



ТПУ. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30.

Тел./факс: 8(3822)56-35-35, www.tpu.ru

