

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**



Атырауский институт нефти и газа

Механический факультет

Кафедра «Материаловедение и технология новых материалов»

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
ДИСЦИПЛИНЫ СТУДЕНТА**

Дисциплина «Научные основы выбора материалов»

**Для специальности 050710 – Материаловедение и технология новых
материалов.**

Атырау, 2007

Учебно-методический комплекс по дисциплине «Научные основы выбора материалов» для студентов АИНиГ по специальности 050710 - «Материаловедение и технология новых материалов»
Составитель Т.С. Сарсенбиев. – Атырау, АИНиГ, 2008.

Учебно-методический комплекс дисциплины студента разрабатывается в соответствии с содержанием ГОСО РК, квалификационной характеристикой, типовым и рабочим учебным планами специальностей и направлений подготовки с учетом языка обучения и отражает основное содержание преподаваемой дисциплины. Учебно-методический комплекс дисциплины студента предназначен для конкретизации методов и средств учебной деятельности студента по достижению поставленных образовательных целей и задачи дисциплины, обеспечивает формирование базовых знаний, умений и навыков студента, необходимых для усвоения им инженерно-технических дисциплин по избранной специальности.

Учебно-методический комплекс дисциплины студента состоит из разделов:

1. Учебная программа дисциплины;
2. Список рекомендуемой литературы.
3. Конспект лекционных занятий;
4. Практические занятия;
5. Самостоятельная работа студентов под руководством преподавателя (СРС);
6. Самостоятельная работа студентов (СРС);
7. Экзаменационные вопросы по всему курсу;
8. Глоссарий.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Атырауский институт нефти и газа

Лист согласования

Утвержден на заседании Методического совета АИНиГ
Протокол №__ от «__»_____ 2007 г.

Председатель Метод совета АИНиГ

Джумамухамбетов Н. Г.

первый проректор, проректор по УМР

Согласовано

начальник отдела УМД:

Исмагулова А.И

Рассмотрено на заседании Методического бюро механического факультета
Протокол №__ от «__»_____ 2007 г.

Председатель метод бюро факультета

Шугаепов Н.А.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры
«Материаловедение и технология новых материалов»

Протокол №__ от «__»_____ 2007 г.

Заведующий кафедрой

Баймиров М.Е
к.т.н., профессор

Разработал:

Сарсенбиев Т.С.
ст.преподаватель

1. УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ-SYLLABUS

1.1 Данные о преподавателе

Преподаватель, ведущий занятия: Сарсенбиев Тимур Сатыбаевич, старший преподаватель АИНиГ, Контактная информация: тел.

1.2 Данные о дисциплине

Название: Научные основы выбора материалов

Количество кредитов: 2

Место проведения: кафедра, аудитория 302

Выписка из учебного плана

Таблица 1

Курс	Семестр	Число кредитов	Академических часов в неделю					Форма контр.
			Лекции	Практ.	СРС	СРСП	Всего	
3	6	2	1	1	2	2	6	Экзам.

1.3 Пререквизиты

Физическое материаловедение; Детали машин; Физические свойства материалов; Механические свойства материалов; Стандартизация, метрология и сертификация.

1.4 Постреквизиты

Технологические процессы производства материалов; Методы упрочнения конструкционных материалов; Проектирование производства; Экономика и организация производства.

1.5. Краткое описание дисциплины.

Содержание учебной дисциплины «Научные основы выбора материалов» базируется на знаниях дисциплин «Материаловедение» и «Основы научных исследований», определяющих уровень подготовки бакалавров почти всех технических специальностей. Потребности современного научно-технического развития обусловили необходимость подготовки специалистов, способных эффективно решать технические задачи по выбору материалов для конкретного назначения. Сложность решения этих задач связана с существованием огромного разнообразия материалов, применяемых в технике, и непрерывным процессом создания новых.

В содержание дисциплины включены общенаучные знания принципов научного поиска, а также специальные вопросы материаловедения. Это и составило основные темы дисциплины. Предполагается, что изучение данной дисциплины даст будущему специалисту необходимые знания и умения для осуществления грамотного, научно обоснованного выбора материала, повысит его методологическую культуру как исследователя и расширит представления о своей специальности за счет знакомства с методами научного исследования и формирования целостного взгляда на науку материаловедение.

Изучение дисциплины начинается с ознакомления основных понятий и этапов научного познания, на которых строится любое исследование. Это означает: если относиться к выбору конкретного материала детали, изделия, конструкции как к исследовательскому процессу, то необходимо владеть

методологией научного поиска. Только тогда можно научно обосновать применение того или иного материала из множества других.

Важное место в курсе дисциплины занимают вопросы материаловедения. То есть достаточные знания, полученные в области материаловедения, должны являться основой для осуществления правильного выбора материалов конкретного назначения. Кроме того, использование методологических подходов позволяет сформулировать основные принципы выбора, базирующиеся на комплексной методике поиска технических материалов для конкретного применения.

Завершающей курс дисциплины темой явились вопросы управления качеством выбранного материалов, основанные на знании вопросов стандартизации.

Таким образом, данная новая дисциплина изучает не основы наук, а саму науку в развитии и сближает поисковую работу студентов с учебной, что в целом приведет к повышению качества подготовки студентов специальности 050710-Материаловедение и технология новых материалов.

1.6 Перечень и виды заданий и график их выполнения

Виды заданий и график их выполнения

Таблица 2

Виды контроля	Вид работы	Тема работы	Ссылки на рек. лит.	Баллы	Сроки сдачи
ТК 1	ПЗ№1	Методология научного исследования в технических науках	1[79-84]; 7[4-7]	3	2-я неделя
ТК 2	ПЗ№2	Разработка научного аппарата исследования	1[79-84]; 7[4-7]	4	3-я неделя
ТК 3	ПЗ№3	Методы исследований в материаловедении	1[79-87]; 2[11-187]	4	4-я неделя
ТК 4	ПЗ№4	Задачи по выбору конструкционных сталей, чугунов	2[358-370]; 9[112-172]	4	5-я неделя
ТК 5	Самост. работа №1	Методологические подходы выбора материалов	1[79-84]; 1[85-87]	5	6-я неделя
РК 1	Коллоквиум	По пройденному материалу		10	7-я неделя
ТК 6	ПЗ№5	Задачи по выбору сталей и сплавов специального назначения	2[370-375]; 9[112-172]	4	8-я неделя

ТК 7	ПЗ№6	Задачи по выбору инстру-ментальных сталей и сплавов	2[375-381, 413-415]	4	10-я неделя
ТК 8	ПЗ№7	Задачи по выбору цвет-ных сплавов и компо-зиционных материалов	2[358-370]; 9[186-383]	4	12-я неделя
ТК 9	ПЗ№8	Оформление результатов научной работы	1[318-331]; 6[17-20]	3	13-я неделя
ТК 10	Самост. работа №2	Задачи по выбору разно-образных материалов		5	14-я неделя
РК 2	Контроль-ная	По выбору материалов конкретного назначения		10	15-я
Итоговый контроль	Экзамен			40	

1.7Список литературы

Основная литература:

1. Основы научных исследований. Под ред. Крутова В.И., Попова В.В. М.: Высшая школа, 1989. - 400с.

2.Геллер Ю.А., Рахштадт А.Г. Материаловедение. Методы анализа, лабораторные работы и задачи. - М.: Металлургия, 1989. 456с.

3. Материаловедение: Учебник для высших технических учебных заведений. Под общей ред. Лрзамасова Б.Н. М.: Машиностроение, 1986. 384с.

4.Ржевская СВ. Материаловедение; Учебник для вузов. Издательство Московского государственного горного университета. 2003г., 456с.

5.Справочник металлста. В 5-и томах. Том 2. Под ред. А.Г. Рахштадта, В.А. Брострема -М.: Машиностроение, 1976. - 718с.

Дополнительная литература:

6. И.Г. Герасимов Научное исследование М.; Мысль. 1972

7.Шамельханова Н.А. Основы научных исследований. Методические указания к проведению практических занятий. Для бакалавриата специальности 050710. Алматы: КазНТУ, 2005г. - 27с.

8.Калинчев В.А., Буланов И.М. Прогрессивные материалы в машиностроении - Москва: Высшая школа, 1988,72с.

9.Травин О.В., Травина Н.Т. Материаловедение. Учебник для вузов. - М.: Металлургия, 1989,384с.

1.8 Контроль и оценка знаний

Распределение рейтинговых баллов по видам контроля Таблица 3

Вид итогового контроля	Виды контроля	Баллы
экзамен	Итоговый контроль	40
	Рубежный контроль	20
	Текущий контроль	40

Календарный график сдачи всех видов контроля

Таблица 4

Недели	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Виды контроля	П1	П2	СР1	Р	П3	П4	СР2	РК1	П5	П6	СР3	Р	П7	Кл	РК2
Балл	2	2	3	2	4	4	3	10	3	3	3	4	3	4	10

П-практическое занятие; СР-самостоятельная работа; Кл-коллоквиум; РК-рубежный контроль; Р-рефераты.

Оценка знаний студентов

Таблица 5

Оценка	Буквенный эквивалент	В процентах (%)	В баллах
Отлично	А	95-100	4
	А -	90-94	3,67
Хорошо	В+	85-89	3,33
	В	80-84	3,0
	В-	75-79	2,67
Удовлетворительно	С+	70-74	2,33
	С	65-69	2,0
	С-	60-64	1,67
	Д+	55-50	1,33
	Д	50-54	1,0
Неудовлетворительно	Ф	0-49	0

Вопросы для проведения контроля по 1 модулю

1. Как классифицируют научные исследования?
2. К какому типу научных исследований относятся задачи по выбору материалов?
3. Какие вопросы материаловедения относятся к разделу металловедения?
4. Какие вопросы материаловедения изучаются в разделе «Неметаллические материалы»?
5. Что дают методологические знания?
6. Чем отличаются методические знания от методологических?
7. Какие знания входят в состав методологии технических наук?
8. Как классифицируют методы научного познания?
9. Какие методы исследования используют для теоретических задач?
10. Какие проблемы материаловедения относят к методологическим?
11. Какими принципами руководствуются при выборе материалов?
12. Какова общая схема решения задач по выбору материалов конкретного назначения?

Вопросы для проведения контроля по 2 модулю

1. Какие связи являются основными при изучении материалов?
2. В чем состоит главная закономерность материаловедения?
3. Какие основные четыре превращения протекают в сплавах при нагреве и охлаждении?
4. Как меняется структура деформированного состояния?
5. По какому принципу классифицируют методы исследований в материаловедении?
6. Какие методы применяют в материаловедении для исследования внутреннего строения материалов?
7. Какие методы существуют для определения свойств материалов?
8. Какими способами улучшают прочностные свойства материала, готового изделия и как при этом изменяется структура, от чего зависит эффективность упрочнения?
9. Какую термообработку следует назначить для конических зубчатых колес из углеродистой стали диаметром 50мм, работающих в условиях динамических нагрузок и повышенного износа?
10. Какую марку стали, и оптимальный режим термической обработки можно предложить для измерительных инструментов (калибры, измерительные плитки)?
11. Какой цветной сплав, стойкий против коррозии, можно предложить для работы в условиях пресной воды и пара под давлением для арматуры котлов, трубок и корпусов приборов?
12. По каким основаниям осуществляют классификацию материалов?

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

1. К какому типу научных исследований относятся задачи по выбору материалов?

2. Какие вопросы материаловедения относятся к разделу металловедения?
3. Какие вопросы материаловедения изучаются в разделе «Неметаллические материалы»
4. Что дают методологические знания?
5. Чем отличаются методические знания от методологических?
6. Какие знания входят в состав методологии технических наук?
7. Какие проблемы материаловедения относят к методологическим?
8. Какими принципами руководствуются при выборе материалов?
9. В чем состоит принцип выявления условий работы изделия, детали?
10. Какова общая схема решения задач по выбору материалов конкретного назначения?
11. На каких правилах основывается комплексная методика выбора материалов?
12. Какие связи являются основными при изучении материалов?
13. Какие методы применяют в материаловедении для исследования внутреннего строения материалов?
14. Какова общая схема решения задач по выбору материалов конкретного назначения?
15. По каким основаниям осуществляют классификацию материалов?
16. Как классифицируют конструкционные материалы?
17. Как классифицируют инструментальные материалы?
18. Как классифицируют материалы с особыми свойствами?
19. Как классифицируют пластмассы?
20. Где применяют керамические материалы?
21. Как классифицируют резиновые материалы?
22. Каковы преимущества применения древесины?
23. По каким критериям проводят количественную и качественную оценку качества материалов?
24. Для чего нужна стандартизация?
25. Что является объектом стандартизации в материаловедении?

1.9 Политика и процедура

Посещение лекционных занятий студентами обязательно. На каждое занятие студент должен приходиться ознакомленным с предстоящей темой изучения, используя для подготовки учебно-методические материалы. Это необходимо для того, чтобы проводить лекционные занятия в режиме диалога и обсуждения. Каждое практическое занятие завершается письменным ответом на вопросы, которые должны сдаваться преподавателю в виде отчета. Студенты, не сдавшие отчеты по практическому занятию, не набирают необходимые баллы и не допускаются к сдаче итогового контроля. Кроме того, для допуска к экзамену студенты должны сдать коллоквиум и контрольную работу (рубежный контроль 1 и рубежный контроль 2).

2.2 Конспекты лекционных занятий

Тема лекции №1,2: Виды научного исследования, процедуры и этапы

научного поиска.

Для осуществления научно обоснованного выбора материала конкретного назначения необходимо иметь, прежде всего, определенный объем теоретических знаний и практических навыков. Однако и этого бывает недостаточно, если не иметь системного представления о путях научного поиска - т.е. методологии научного исследования. Поэтому изучение данной дисциплины начинается с ознакомления основ научного исследования в целом.

Цель научного исследования всестороннее, достоверное изучение объекта, процесса или явления; их структуры, связей и отношений на основе разработанных в науке принципов и методов познания, а также получение и внедрение в производство (практику) полезных результатов.

Любое научное исследование имеет свой объект и предмет. *Объектом* научного исследования является материальная или идеальная система. *Предметом* исследования - является структура системы, закономерности взаимодействия элементов внутри системы и вне ее, закономерности развития, различные свойства, качества и т.д.

Научные исследования *классифицируются*:

- по видам связи с общественным производством: работы, направленные на создание новых технологических процессов, машин, конструкций, повышение эффективности производства. улучшение условий труда, развитие личности человека и т.п.;
- по степени важности для экономики: работы, выполняемые по постановлениям правительства, государственным программам, планам отраслевых комитетов, фирм, организаций и т.п.;
- по целевому назначению: *фундаментальные, прикладные и разработки*;
- по источникам финансирования: госбюджетные - финансируемые из средств государственного бюджета; хоздоговорные - финансируемые организациями-заказчиками на основе хозяйственных договоров; нефинансируемые исследования выполняются по договорам о сотрудничестве.

Целью *фундаментального* научного исследования является расширение научного знания общества, установление того, как можно использовать полученные научные знания в практической деятельности человека. Они направлены на открытие и изучение новых явлений и законов природы, на создание новых принципов исследования. Эти исследования ведутся на границе известного и неизвестного, обладают наибольшей степенью неопределенности.

В результате *прикладных* исследований на основе научных понятий создаются технические понятия. Они направлены на нахождение способов использования законов природы для создания новых и совершенствования существующих средств и способов человеческой деятельности. Цель прикладных исследований - установление того, как можно использовать научные знания, полученные в результате фундаментальных исследований, в практической деятельности человека. Прикладные исследования, в свою

очередь, подразделяются на *поисковые, научно-исследовательские* и *опытно-конструкторские* работы. Поисковые исследования направлены на установление факторов, влияющих на объект, отыскание путей создания новых технологий и техники на основе знаний, предложенных в результате фундаментальных научных исследований. В результате научно-исследовательских работ создаются новые технологии, опытные установки, приборы и т.п. Целью опытно-конструкторских работ является подбор конструктивных характеристик, определяющих логическую основу конструкции.

И фундаментальные, и прикладные исследования формируют новую научную и научно-техническую информацию. Целенаправленный процесс преобразования такой информации в форму, пригодную для освоения в промышленности, обычно называют *разработкой*. Она направлена на создание новой техники, материалов, технологии или совершенствование существующих. Конечной целью разработки является подготовка к внедрению. В этой связи решение задач по выбору материалов конкретного назначения следует отнести к исследованиям прикладного характера или, еще точнее, к разработкам.

Для любого научного исследования (фундаментального, прикладного, разработки) необходимы: представление о *цели* исследования; осознание решаемой *проблемы*; опора на *гипотезы*; определение *предмета исследования*, на которое направлены действия исследователя; формулировка *конкретных задач*, которые требуют обращения к *методам исследования*.

В процессе научного исследования выделяются следующие этапы:

- возникновение идей и постановка проблемы;
- формирование понятий, суждений;
- выдвижение гипотез;
- обобщение научных фактов;
- доказательство правильности гипотез и суждений.

Основные вопросы науки материаловедение

Выбору материала должно предшествовать изучение теоретических основ науки материаловедение.

Материаловедение - это прикладная наука о связи состава, строения и свойств материалов, применяемых в технике. Материаловедение относится к *техническим наукам*, которые представляют специфическую систему знания о целенаправленном преобразовании природных тел и процессов в технические объекты, о методах конструктивно-технической деятельности, а также о способах функционирования технических объектов в системе общественного производства.

Так как материаловедение имеет дело с получением, обработкой, выбором и применением материалов, то круг проблем, которые изучает, материаловедение, охватывает обширные вопросы внутреннего строения материалов, изменения их свойств под воздействием разнообразных факторов и дальнейшего их применения. Содержание всего курса дисциплины обычно разделяют на две части:

- металловедение (первоначально наука материаловедение занималась изучением только металлических материалов);
- неметаллические материалы.

Каждый раздел материаловедения содержит свои проблемы, решение которых, в конечном счете, способствует решению задачи эффективного применения того или иного материала в конкретной области техники. Выделим основные научные вопросы, которые изучает материаловедение:

1. Строение материалов:

- типы связей в твердых телах;
- атомно-кристаллическое строение металлических материалов;
- анизотропия кристаллов, полиморфизм, магнитные превращения;
- термодинамика фазовых превращений;
- процесс кристаллизации;
- реальное строение кристаллов, строение дефектов.

2. Теория сплавов:

- понятие «фаза» и основные фазы в твердом состоянии металлических материалов;
- диаграммы состояния, их построение, правило фаз и правило отрезков;
- закономерные связи между составом, строением и свойствами.

3. Пластическая деформация и механические свойства металлов:

- механизм пластической деформации металлов и сплавов; влияние пластической деформации на структуру и свойства;
- методы испытания для определения механических свойств.

4. Влияние нагрева на структуру и свойства деформируемого металла:

- процесс рекристаллизации;
- отжиг деформированного металла.

5. Железо и его сплавы:

- диаграмма состояния $Fe - Fe_3C$;
- структура и свойства железных сплавов;
- влияние примесей на свойства стали.

6. Теория термической обработки:

- виды термообработки, их назначение и физическая сущность процессов отжига, закалки, отпуска, старения;
- основные превращения при нагреве и охлаждении;
- кинетика аустенитного превращения;
- влияние легирующих элементов на процессы термообработки.

7. Технология термической обработки:

- характеристика технологических процессов термической обработки;
- закаливаемость и прокаливаемость сталей;
- способы термического упрочнения (поверхностное упрочнение, ТМО);
- оборудование, используемое для термической обработки.

8. Химико-термическая обработка стали:

- принципы ХТО;
- технология видов ХТО (цементации, азотирования, цианирования и нитроцементации, диффузионной металлизации и др.).

9. Конструкционные стали:

- требования, предъявляемые к конструкционным материалам, маркировка;
- влияние легирующих элементов на структуру и свойства стали;
- способы классификации;
- термическая обработка конструкционных сталей;
- цементуемые, улучшаемые, высокопрочные, строительные, арматурные, пружинные, шарикоподшипниковые.

10. Инструментальные стали:

- маркировка и классификация инструментальных сталей;
- применение и особенности термической обработки сталей для режущего, штампового и измерительного инструмента.

11. Стали и сплавы с особыми свойствами:

- стали и сплавы с особыми физическими свойствами (устойчивые к температурам и средам, магнитные, с высоким электросопротивлением, с особыми упругими свойствами);
- сплавы на основе титана, никеля, кобальта, тугоплавких металлов.

12. Алюминий, магний, бериллий и их сплавы:

- классификация алюминиевых сплавов, их термообработка и способы упрочнения;
- сплавы магния и бериллия.

13. Медь и ее сплавы:

- классификация медных сплавов, их маркировка;
- структура, свойства и применение латуней;
- бронзы, особенности их структуры, свойства, области применения.

14. Цинк, свинец, олово и их сплавы:

- строение сплавов на основе цинка, свинца, олова (антифрикционных сплавов);
- области применения.

15. Полимерные материалы:

- строение и свойства полимеров;
- классификация полимерных материалов;
- группы пластмасс (термопласты, термореакты, пенопласты, пленочные материалы), их свойства, области применения.

16. Резиновые материалы:

- состав, классификация, способы получения и влияние различных добавок на свойства резины.

17. Керамические материалы, стекла, ситаллы:

- строение и свойства неорганического стекла, ситаллов;
- строение и свойства керамики и области применения.

18. Древесные материалы:

- строение древесины, ее достоинства и недостатки как конструкционного материала.
- методы повышения.
- качества древесины и способы получения древесного материала.

19. Композиционные материалы:

-особенности строения композитов, их свойства в зависимости от вида матрицы и формы, размеров и расположения наполнителя;
-возможности использования композитов.

20. Новые материалы:

-наноматериалы, особенности их строения и области применения.

Соединение знаний указанных вопросов материаловедения с методологическими подходами научного поиска существенно упрощает методику выбора нужного материала для конкретного применения.

Основная литература: 1 [79-84, 85-87]; 3 [8-37, 46-80, 80-123, 139-353, 361-374]

Дополнительная литература: 6 [50-58]; 9 [15-382].

Контрольные вопросы:

1. Как классифицируют научные исследования?
2. К какому типу научных исследований относятся задачи по выбору материалов?
3. Что изучает наука материаловедение?
4. Какие вопросы материаловедения относятся к разделу металловедения?
5. Какие вопросы материаловедения изучаются в разделе «Неметаллические материалы»?

Тема лекции №3-4: Методологические проблемы развития науки.

Элементы теории и методологии научного исследования, методы познания и анализа научных систем познания.

Современная наука является сложным видом трудовой деятельности человека, которая требует огромного напряжения умственных, психических и физических сил. Наука требует больших информационных знаний, навыков. Основой плодотворной деятельности на научном поприще является знание основ методологии научной работы.

Методология учение о методах познания и преобразования действительности, применение принципов мировоззрения к процессу познания. Движение мысли от незнания к знанию руководствуется методологией. В методологии выявляются две взаимосвязанные функции:

- 1) обоснование правил применения мировоззрения к процессу познания и преобразования мира;
- 2) определение подхода к явлениям действительности.

Первая функция - общая, вторая частная. Общая функция базируется на обобщении системы взглядов человека на мир в целом, на место отдельных явлений в мире и на свое собственное место в нем.

Современная методология включает в себя систему знаний объективных законов развития природы и систему соответствующих качеств самого исследователя. Методологическое знание характеризует логический путь к познанию объекта и выражается в исследовательских принципах, общих подходах к сложному объекту, предмету, проблеме. Перед современным исследователем стоит задача определить наиболее правильный подход к решению той или иной научной проблемы. Стихийный поиск такого подхода

требует много времени и сил, причем это часто не приводит к правильному решению. Необходимо правильно сформулировать вопрос, определить характер ответа на него, а также знать и предвидеть результаты практического использования результатов научного труда. Результативность научного труда в значительной мере зависит от знания и умения применять методологию научного труда.

Существует три уровня научной методологии: *философский; общенаучный; конкретно-научный*. Какой либо резкой границы между ними не существует, они плавно переходят друг в друга и взаимно дополняются.

Философия как методология вооружает исследователя знанием наиболее общих законов развития природы, общества, мышления, позволяет охватить мир в его целостности, определить место и связи изучаемой проблемы среди множества других. Само по себе знание философских истин обогащает интеллект. Философия пронизывает нашу жизнь, так как человек, чем бы он ни занимался, неизбежно опирается на некие наиболее общие понятия, принципы, выработанные им самим, заимствованным из окружения или же усвоенные из опыта предыдущих поколений. Пренебрежение знаниями основных законов философии в конечном итоге может привести исследователя в болото псевдонаучных теорий, все непонятные вопросы начнут объясняться действием различных духов и т.п. Научные истины начнут подменяться шарлатанскими выводами и теориями, которые не имеют ничего общего с настоящей научной деятельностью.

Общенаучная методология (гносеология, мировоззренческое предпосылочное знание, общенаучные методы) позволяет овладеть некоторыми общими законам и принципами исследования, эффективными в различных областях знания, например, в естествознании, технике и т.д.

Конкретно-научная методология отражает сумму закономерностей, приемов, принципов, эффективных для исследования узкой области конкретной научной дисциплины, например химии, математики и т.д. Главная часть научной методологии - это знание конкретной области исследований, то есть профессиональные знания. Основное требование научной методологии является постоянное и планомерное повышение уровня профессиональных знаний. Следует отметить, что узкая специализация современного исследователя это и вынужденное явление, имеющее свои положительные и отрицательные стороны. Она позволяет достичь определенных результатов в разработке отдельных, частных вопросов и нередко затрудняет общее глобальное движение науки, создание обобщающих, основополагающих теорий. Узкая специализация в конечном итоге может привести к творческому тупику, так как ученый исчерпывает проблему, либо утопает в ней. Отрицательные явления специализации в значительной степени снимаются общим развитием исследователя, постоянным самосовершенствованием, самообразованием.

В состав методологического знания технической науки входят знания истории и места определенной инженерной науки. Условные обозначения, определения, базовые теоретические положения и знания по практическому

применению, математические расчеты и навыки проектирования, исследовательские методы и принципы изучения тех или иных явлений, знания приборов и оборудования, аппаратуры и инструментария, технических средств и конкретных технологий, а также навыки и умения по их использованию.

Вооружившись методологическими знаниями можно осуществлять системный научный поиск и максимально полно обосновывать правильный выбор материала конкретного назначения. Системный подход к определению общих путей движения исследовательской мысли самым непосредственным образом влияет на получение значимого результата. Системное исследование технического объекта требует рассмотрения среды, надсистемы (в которую входит среда) и ее элементов (подсистем) на разных иерархических уровнях, а также связей, структуры и организации системы (управления, цели). Членение системы на подсистемы определяется внутренними свойствами системы.

Методологическое знание имеет свое продолжение и конкретизацию в методическом знании, которое проявляется в конкретных способах, приемах, формах, средствах, рекомендациях по исследованию и изучению данного объекта, предмета, проблемы в конкретной ситуации. *Метод* - это способ достижения цели и является программой построения практического применения теории.

Разнообразные методы научного познания условно разделяются на *всеобщие* (метатеоретический уровень) действующие во всех областях науки и на всех этапах исследования; *общенаучные* методы (эмпирический, экспериментально-теоретический и теоретический уровни) - т.е. для всех наук; *частные* т.е. для определенных наук; *специальные* - для данной науки.

К всеобщим методам относят диалектический метод и метод системного анализа. С помощью этих методов исследуются сами теории и разрабатываются пути их построения, изучается система положений и понятий данной теории, устанавливаются границы ее применения, способы введения новых понятий, обосновываются пути синтезирования нескольких теорий. Центральной задачей данного уровня исследований является познание условий формализации научных теорий и выработка формализованных языков, именуемых метаязыками.

К общенаучным методам эмпирического уровня относят: наблюдение, сравнение, счет, измерение, анкетный опрос, собеседование, тесты, метод проб и ошибок, и др. Методы этой группы конкретно связаны с изучаемыми явлениями и используются на этапе формирования научной гипотезы.

Методы экспериментально-теоретического уровня: эксперимент, анализ и синтез, индукция и дедукция, моделирование, гипотетический, исторический и логический методы. Эти методы помогают исследователю обнаружить те или иные достоверные факты, объективные проявления в протекании исследуемых процессов. С помощью этих методов производится накопление фактов, их перекрестная проверка. Следует при этом подчеркнуть, что факты имеют научно-познавательную ценность только в тех случаях, когда они

систематизированы, когда между ними вскрыты неслучайные зависимости, определены причины следствия. Таким образом, задача выявления истины требует не только сбора фактов, но и правильной их теоретической обработки. Первоначальная систематизация фактов и их анализ проводятся уже в процессе наблюдения, бесед, экспериментов, ибо эти методы включают в себя не только акты чувственного восприятия предметов и явлений, но и их отбор, классификацию, осмысливание воспринятого материала, его фиксирование. При решении задач по выбору широкое распространение получил, например, морфологический анализ, или метод морфологического ящика, состоящий в систематическом исследовании всех мыслимых вариантов, вытекающих из закономерностей строения (т.е. морфологии) выбираемой системы. Этот метод предусматривает: формулировку задачи; составление списка характерных параметров (признаков) объекта; предъявляемые требования к параметрам. Наиболее целесообразно использовать морфологический анализ при решении технических задач общего плана, поиске схемных решений.

Методы теоретического уровня:

- абстрагирование;
- идеализация;
- формализация;
- анализ и синтез;
- индукция и дедукция;
- аксиоматика;
- обобщение и т.д.

На теоретическом уровне производится логическое исследование собранных фактов, выработка понятий, суждений, делаются умозаключения. В процессе этой работы соотносятся ранние научные представления с возникшими новыми. На теоретическом уровне научное мышление освобождается от эмпирической описательности, создает теоретические обобщения. Таким образом, новое теоретическое содержание знаний, надстраивается над эмпирическими знаниями. На теоретическом уровне познания широко используются логические методы сходства, различия, сопутствующих изменений, разрабатываются новые системы знаний, решаются задачи дальнейшего согласования теоретически разработанных систем с накопленным новым экспериментальным материалом.

Приведенные элементы теории познания являются основными методологическими средствами научно-технического поиска, которым относится задача выбора новых материалов.

Методологические проблемы материаловедения

Решение важнейших технических проблем, связанных с экономией материалов, уменьшением массы машин и приборов, повышением точности, надежности и работоспособности механизмов и приборов во многом зависит от правильного выбора материала. Поэтому появляется необходимость определить базовые теоретические принципы, практические условия и исследовательские методики, способствующие осуществлению научно

обоснованного выбора нужного материала для конкретного применения. В этой связи проблема оптимального выбора материала выступает как важнейшая методологическая проблема науки материаловедения, которая требует как специальных знаний, так и общенаучных подходов научного поиска.

Правильный выбор материала не только придает конкретному изделию определенные свойства, но и открывает возможности использования новых технологических процессов. Внедрение новых технологий в производство создают возможности повышения качества продукции, а также открывают дополнительные пути получения материалов с еще лучшими свойствами. Отсюда следует, что проблему материалов необходимо рассматривать комплексно, в диалектической цепи «технология материал - новая технология», так как материалы - это важнейшие составляющие технологии, ее фундаментальное звено. Поэтому изучение свойств материалов с целью их правильного выбора для конкретного применения, предполагает обязательное изучение технологических вопросов их получения и обработки как методологически важных предпосылок для решения насущных проблем материаловедения.

Непрерывный процесс создания новых материалов для современной техники (полупроводниковые материалы и жидкие кристаллы в электронике, композиционные материалы в авиации и ракетостроении, сверхпроводники и аморфные сплавы в радиотехнике и электронике) обогащает науку о материалах, которая стимулирует появление новых технических идей. Однако для разработки и претворения научной идеи необходимо знание путей движения от замысла к цели, то есть методологическая грамотность исследователя, основанная на знании проблем материаловедения и методико-методологических вопросов.

Постоянно происходящие изменения в науке о материалах сопровождаются расширением и уточнением ее понятийно-терминологического аппарата. Новые методы исследования приводящие к новым данным о структуре и свойствах материалов, а также создание новых материалов, принципиально отличающихся по строению от известных, и представляющих собой сложные структуры, привнесли в науку новые термины и понятия. В то же время научное описание новых материалов и процессов, происходящих в материале под воздействием разных факторов, потребовали введения новых формулировок, условных обозначений и специальных символов. Систематизация существующих понятий и соотнесение с ними новых является также одной из методологических проблем материаловедения.

Поскольку методология науки связана с исследовательскими методиками, то умение их эффективно использовать определяет развитие любой науки, в том числе и науки о материалах. Поэтому еще одной важной методологической проблемой материаловедения является эффективное применение методов исследования структуры и свойств материалов, на основе овладения специальными техническими средствами (приборы

и аппараты, оборудование и технологии).

Основная литература: 1 [54-64]

Дополнительная литература: 6 [50-58]

Контрольные вопросы:

1. Что дают методологические знания?
2. Чем отличаются методические знания от методологических?
3. Какие знания входят в состав методологии технических наук?
4. Как классифицируют методы научного познания?
5. Какие проблемы материаловедения относят к методологическим?

Тема лекции №5-6: Принципы выбора материалов конкретного назначения. Схема решения задач по выбору материалов.

Существующее многообразие технических материалов, получаемых в настоящее время, а также значительная зависимость их качества от условий обработки и эксплуатации, требует разработки исходных принципов, опора на которые позволит осуществить целенаправленный, эффективный научный выбор. Под принципами в науке понимают основные, исходные положения теории, учения, концепции, т.е. это базовая структурная единица для научного построения.

Оптимальный выбор материала, обеспечивающий эффективное применение в конкретных изделиях, основывается на научном знании, привязанном к опыту практики. В контексте поставленной задачи необходимо так сфокусировать усвоенные научные знания, чтобы ставить конкретные вопросы и оценивать именно то, что подлежит оценке. В данном случае необходимо уметь оперировать имеющимися научными знаниями в области материаловедения, которые, в свою очередь, регулируются методологическими знаниями. Так как методологическим отражением познанных закономерностей науки являются принципы, то в этой связи необходимо руководствоваться определенными принципами научного исследования (которые следует определить, исходя из знания основных вопросов материаловедения). В результате появляются ориентиры в сложном процессе поиска нужных материалов с учетом их закономерностей и особенностей поведения, свойств, обработки и применения.

Основными принципами, определяющими процесс научно обоснованного выбора материалов и отражающими поэтапный поиск, адекватный теоретическим закономерностям и практическому опыту, являются принципы:

- выявления условий работы изделия, детали и др.;
- определения класса материалов, применяемых для работы в данных условиях;
- изучения требуемых свойств и необходимого строения;
- описания технологии получения и обработки материала;
- выяснения особенностей применения;
- рассмотрения возможных вариантов с дальнейшей оптимизацией выбора;
- оценки качества, экономической целесообразности.

Через названные принципы как концентрированные выражения процесса научного выбора материалов для практических целей раскрывается содержание данной дисциплины. Эти принципы являются отправными точками научного поиска, но их число можно может быть увеличено или уменьшено, в зависимости от сложности поставленной задачи. В любом случае, руководствуясь предварительно разработанными принципами выбора материалов конкретного назначения можно целенаправленно осуществлять научный поиск, основываясь на логическом использовании теоретического содержания дисциплины материаловедение и разумно интерпретируя практический опыт. Кроме того, выделенные принципы определяют непосредственно подход к организации научно обоснованного выбора.

Принцип *выявления условий работы изделия, детали и т.д.* задает направление на всех этапах выбора, так как подразумевает те обстоятельства работы, которые испытывает материал, из которого изготавливается та или иная деталь. Именно условия, в которых будет работать деталь, изделие, обуславливают окончательный выбор материала. Поэтому важно иметь точное описание этих условий, с указанием параметров среды (температуры, давления и т.п.); характера действующих нагрузок и возникающего при этом напряженного состояния; возможных конструктивных изменений, допускающих последующую обработку; а также разного рода случайных факторов, приводящих к поломкам и авариям.

Принцип, связанный с *определением класса материалов, применяемых для работы в данных условия*, ориентирует процесс поиска, очерчивая его внешние границы. Здесь важно иметь представление о данном типе материалов, его строении и свойствах, особенностях поведения под воздействием разных факторов, чтобы в дальнейшем пользоваться этими знаниями как источниками информации.

Из принципа *изучения требуемых свойств и необходимого строения* вытекает необходимость концентрации работы по выбору материала вокруг главных вопросов материаловедения с использованием специальных методов исследования. Цель такой работы - выбрать нужный материал для конкретного случая применения - может быть достигнута при нахождении взаимосвязи оптимальных составов и структур материала с требуемыми свойствами. Это выражается и в следующем принципе *разработки технологических вопросов получения и обработки данного материала*, обеспечивающих необходимое строение и адекватный уровень свойств материалов.

В соответствии с соблюдением принципа - *выяснение особенностей применения* достигается учет динамично изменяющихся условий развития современной техники, науки, производства. Применение этого принципа в задачах по выбору материала повышает эффективность их решения.

Принцип *рассмотрения возможных вариантов с дальнейшей оптимизацией выбора* означает обобщение полученных данных с целью их сравнения за счет системного подхода к проблеме и возможное использование математических методов анализа для оптимального выбора.

Принцип *оценки качества, экономической целесообразности* приобретает актуальность в современных условиях рыночной экономики. Общество всегда стремилось к тому, чтобы, с одной стороны, получить как можно больше нужных материалов, а с другой стороны - чтобы эти материалы обладали определенными свойствами, необходимыми в данный период времени. И если таких материалов не оказывалось, то проблема, например, повышения надежности машин решалась увеличением толщины стенок деталей, что приводило к повышению материалоемкости всей конструкции и значительному дополнительному расходу материалов. Этот путь, естественно не удовлетворяет требованиям интенсификации экономики, которая подразумевает не просто применение высококачественных, а одновременно и экономичных материалов, получаемых по рациональным технологическим схемам.

Опора на приведенные принципы при решении задач по выбору материалов позволяет представить *общую схему научного выбора материалов* в виде следующих этапов:

- анализ технических потребностей общества и выявление технических проблем и недостатков;
- анализ систем задач и выбор конкретной задачи;
- анализ и формулировка условий задачи по выбору материалов конкретного назначения;
- поиск идеи решения (принципа действий);
- обоснование выбора рекомендуемого материала.

Первый этап имеет большое значение, так как жизнеспособными оказываются именно те технические решения задач, которые соответствуют закономерностям развития техники. Поэтому важно правильно предвидеть направления и тенденции возможного изменения исходной технической системы и действовать в соответствии с этими закономерностями. Переход к следующему этапу осуществляется после осознания первого этапа работы и основывается на изучении типовых задач, возникавших до данного момента.

Непосредственный поиск решения востребует использования общенаучных методов исследования, обеспечивающих эффективность поиска. Так, на первом этапе могут использоваться, например, методы прогнозирования. Другим эффективным приемом анализа может стать идеализация конечного материала выбираемого материала (приближение к идеальному результату это необходимое стремление при решении задачи). На разных этапах процесса выбора материалов можно применить морфологический анализ.

Приведенные элементы системы научного поиска требуют творческого осмысления на каждом своем этапе.

Комплексная методика выбора материала и его обработки

Комплексная методика выбора материала и его обработки, в наибольшей степени обеспечивающая надежность работы деталей в условиях эксплуатации, предусматривает:

- формулировку задачи;
- составление списка характерных параметров (или свойств) объекта;
- предъявляемые требования к параметрам (требования должны быть существенными для любого решения, независимыми друг от друга, охватывать все аспекты задачи, достаточно немногочисленными, чтобы обеспечить быстрое изучение).

Как правило, формулировка задачи исходит из приведения наиболее типичных условий использования изделий в разных отраслях промышленности. Формулировка задачи должна одержать характерные свойства, которые должен иметь материал в соответствующем изделии.

Целесообразно составление списка частичных решений задачи для каждого параметра. По каждому признаку записывают возможные варианты. Следует указывать при этом отсутствие данного параметра для облегчения выхода к новым и иногда эффективным решениям. Удобно использовать морфологическую карту, т.е. составлять двухосную таблицу, где в каждой клетке оказывается один вариант. В результате выявляется функциональная ценность всех возможных сочетаний. Ниже, в качестве примера, приведена морфологическая таблица для конструкционной стали, представляющая ее характерные признаки.

А.структура , обеспечивающий высокую прочность	Монокристаллы	Фазовый состав	Дисперс. частицы	Дислокац. структура	Доля упрочняющ. фазы, волокон и нитей и т. п.
Б.свойства детали на поверхности	Износостойкость	Высокая твердость	Сопротив . усталост. разрушен.	Сопротив. коррозии	Защитные свойства покрытия
В.свойства сердцевины детали	Пластичность	Вязкость	Удовлет. прочност ь		
Г.вид обработки	ХТО	ТМО	Закалка	Ступенчат . закалка	
Д.условия работы	Усталостн . нагрузки	Статичес. нагрузки	Динамич. нагрузки	Высокие температ.	Низкие температуры
Е.особенн. применения	Для ответств.детал.	Для неотв.дет	В усл.раб. космоса	Труднозаменяемые	

После формулировки принципов решения задач по выбору материалов, а

также приведения схематической последовательности их выполнения целесообразно методически конкретизировать то, что изложено в вышеназванных принципах и этапах решения данных задач. Прежде всего, надо проанализировать условия работы изделий - деталей машин, инструментов и др. Для этого надо выяснить напряженное состояние, которое возникает в них в условиях службы, возможные виды разрушений и другие причины выхода из строя, так как от этого зависит выбор материала и способ его обработки. Далее надо определить класс или группу материалов (например, конструкционных сталей общего назначения, чугунов, жаропрочных сталей и сплавов, инструментальных сталей, полимерных материалов и т.п.), обладающих свойствами, близкими к требуемым. Для этой цели рекомендуется ознакомиться с классификацией, составом и назначением основных материалов, используемых в технике.

Составы, строение и свойства основных материалов содержатся в обширной справочной литературе, которой необходимо пользоваться при решении данных задач. Если при рассмотрении свойств намечаемых сплавов окажется, что они не удовлетворяют требованиям задачи, например, по прочности или по вязкости, то следует рассмотреть возможность их улучшения выбором термической или химико-термической обработки. При этом указывать их виды, режимы, получаемую структуру и свойства. Для этого можно использовать таблицу обобщенных параметров типовых методов упрочнения (см. ниже таблицу).

При выборе тех или иных материалов важно учитывать технологические свойства, чтобы использовать при изготовлении изделий более экономичные технологические процессы, позволяющие наряду с улучшением характеристик данных изделий, снизить их трудоемкость, себестоимость и расход материалов, например, в результате сокращения количества отходов. Необходимо ориентироваться на применение менее дорогих материалов, и в то же время обладающих более высоким уровнем требуемых свойств, что должно обеспечить более длительный срок службы деталей и конструкций.

В снижении материалоемкости деталей машин и конструкций важная роль принадлежит пластическим массам, поскольку при ценных, а иногда уникальных, физико-механических свойствах они обладают малой плотностью (обычно $1-2\text{т/м}^3$; у пенопластов $< 1\text{т/м}^3$), а принятые для изготовления изделий методы прессования (а иногда и литья) характеризуются очень высоким коэффициентом использования исходных материалов. Кроме того, пластмассы характеризуются ценными технологическими свойствами, что позволяет снизить и трудоемкость изготовления изделий.

В заключении необходимо обосновать наиболее приемлемое решение. Целесообразно предложить всегда выбирать два и больше варианта решения.

Метод упрочнения	Дополнительные требования к методу упрочнения	Эффективность метода упрочнения	Типовые изделия, подвергаемые виду упрочнения
------------------	---	---------------------------------	---

Закалка объемная Отпуск средний Твердость по всему сечению 40-45 HRC	Необходимость обеспечения требуемой прокаливаемости по сечению при мелком зерне (балл >5-7)	Повышение сопротивления хрупкому разрушению	Рессоры, пружины и другие упругие элементы
Закалка объемная отпуск высокий твердость по всему сечению 25-40 HRC		Повышение предела выносливости на 30-40 %, долговечности в 2-5 раз, контактной выносливости на 20-50%, сопротивление фреттинг корроз. в 2-5 раз	Валы, оси, шатуны, детали ходовой части автомобилей, тракторов, сельхоз. машин
Поверхностная закалка стали ТВЧ (глубина 2-5 мм), низкий отпуск, твердость закаленного слоя 56-60 HRC, твердость серд. 20-25 HRC	Расстояние между окончанием закаленной зоны и концентратом напряжений должно быть не более 5 мм или же зона их концентрации должна быть упрочнена закалкой ТВЧ или поверх. наклепом	Повышение предела выносливости на 40-60 %, долговечности в 2-5 раз, предела контактной выносливости на 50-70%, сопротивления фреттинг коррозии в 2-5 раз	Коленчатые валы, полуоси, распредел. валы, зубчатые колеса, карданные валы
Цементация (глубина слоя 0,5-2,0 мм) или нитроцементации (гл. 0,4-1,0 мм), закалка, низкий отпуск, твердость поверх-го слоя 58-62 HRC, твердость серд. 28-40 HRC	Отсутствие немартенс. структур в периферийной зоне на расстоянии свыше 0,015 мм от поверхности вследствие внутреннего окисления цементованного слоя, отсутствие темной составляющей в структуре нитроцементованного слоя	Повышение предела выносливости на 50-80 %, долговечности в 5-10 раз, предела контактной выносливости на 60-100%, сопротивления фреттинг коррозии в 2-5 раз, износостойкости в 3-10 раз	зубчатые колеса автомобилей, тракторов, крупные подшипники качения
Наклеп поверхности (глубина слоя 0,1-0,2 мм)	Контроль интенсивности наклепа с использованием специальных пластинок-калибров	Повышение предела выносливости на 30-50 %, долговечности в 3-10 раз, сопротивления фреттинг коррозии в 2-5 раз	Рессоры, пружины, торсионные валы, полуоси, коленчатые валы, поворотные кулаки, зубчатые колеса
Прерванная закалка с самоотпуском		Повышение предела прочности в 1,5-2 раза	Массовые виды проката

Таким образом, при выборе материала следуют некоторым правилам, основанным на закономерностях строения и свойств материалов:

- учитывают требования, предъявляемых к данному классу материалов;
- в то же время следует учесть, что выбранные материалы должны обладать более высоким уровнем требуемых свойств, обеспечивающим более длительный срок службы деталей и конструкций (это позволяет снизить материалоемкость изделий);
- рассматривают возможность использования наиболее дешевых или менее

дорогих материалов из числа применяемых в данной области;

- при выборе стали или сплава необходимо учитывать технологические свойства, важные при изготовлении изделий для повышения характеристик, снижения трудоемкости и расхода материалов;
- если свойства выбираемых материалов полностью не удовлетворяют требованиям задачи, то следует рассматривать возможность их улучшения выбором того или иного вида обработки (например, термической, химико-термической или термомеханической обработки).
- необходимо указывать виды и режимы рекомендуемой термической обработки, химико-термической, термомеханической обработки, а также получаемую микроструктуру и свойства;
- при выборе режимов обработки необходимо стремиться к указанию наиболее экономичных и производительных способов, особенно для деталей изготавливаемых в условиях массового или крупносерийного производства;
- дорогие легированные стали, особенно содержащие *Ni, W, Mo, Nb, Co, Zr* или цветные сплавы следует рекомендовать в тех случаях, когда выбор более дешевых материалов не может обеспечить требований, указанных в задаче;
- сделанный выбор материала надо обосновать.

Основная литература: 1 [79-84 85-87]; 2 [356-358]

Дополнительная литература: б[59-83]

Контрольные вопросы:

1. Какими принципами руководствуются при выборе материалов?
2. В чем состоит принцип выявления условий работы изделия, детали?
3. Какова общая схема решения задач по выбору материалов конкретного назначения?
4. Что представляет собой морфологическая карта и как проводят морфологический анализ?
5. На каких правилах основывается комплексная методика выбора материалов?

Тема лекции №7,8: Теоретические основы формирования структуры материалов.

Теоретическое содержание материаловедения может быть разбито по темам. При этом стержнем дисциплины, вокруг которого разворачивается ее содержание, являются следующие основные связи;

- состав ↔ строение
- обработка ↔ строение
- строение ↔ свойства.

Понимание основных связей материаловедения основывается на знании закономерностей строения. Поэтому, так важно рассмотрение в каждом разделе вопросов кристаллического строения металлических материалов, элементов дислокационного строения реальных кристаллов, особенностей строения неметаллических материалов. Дадим краткие положения структурной теории в наиболее общем виде.

1. Существуют четыре типа связи в твердых телах: металлическая, ионная,

ковалентная и связь Ван-дер-Ваальса. В металлах и сплавах определяющее значение имеет металлический тип связи, когда положительные ионы в узлах решетки взаимодействуют с коллективизированными электронами. Электронное строение определяет свойства металлов. Электроны, находящиеся на внешних оболочках (электроны проводимости) способны ускоряться в электрическом поле, что определяет электропроводность металлов.

Для неметаллов характерна ионная или ковалентная связь, обусловленные электростатическим притяжением двух разнородно заряженных ионов.

В зависимости от температуры и давления меняются значения свободной энергии F тела и происходит переход состояний вещества (твердое, жидкое и газообразное). Для начала процесса перехода из жидкого состояния в твердое (кристаллизации) необходимо, чтобы процесс был термодинамически выгоден и сопровождался уменьшением свободной энергии системы F . Механизм процесса кристаллизации заключается в зарождении центров кристаллизации и последующем их росте.

Твердые тела, в отличие от аморфных и жидких, характеризуются кристаллической решеткой в расположении атомов. Наиболее распространенными среди металлов являются гексагональная плотноупакованная решетка (Mg , Zn , Hf и др.); гранецентрированная кубическая (Cu , Al , Pt и др.); объемноцентрированная кубическая (Na , V , Nb и др.).

Металл состоит из зерен (кристаллов). Кристаллы содержат дефекты (точечные, линейные и поверхностные). Наиболее важные дефекты это линейные (дислокации). От их количества и расположения зависит поведение металлов при механической нагрузке.

2. Сплав имеет сложное строение и характеризуется наличием фаз, образуемых при взаимодействии его компонентов. Основными фазами металлических сплавов являются; механическая смесь, химическое соединение, твердый раствор.

Графически сплав может быть изображен с помощью диаграмм состояния в координатах температура - концентрация. Вид диаграммы определяется характером взаимодействий, которые возникают между компонентами в жидком и твердом состояниях. Диаграммы состояния строятся экспериментальным путем с использованием термического анализа сплавов. Между типом диаграммы состояния и свойствами сплава существует закономерная связь, установленная Н.С. Курнаковым.

3. Диаграммы состояния позволяют получить полное представление о структуре и структурных превращениях сплавов в интервале концентраций от чистого компонента (металла, неметалла) до соединений. Особенно важными являются диаграммы состояния железоуглеродистых сплавов как наиболее применяемых материалов в технике. Следует учесть, что технические железоуглеродистые сплавы состоят не только из железа и углерода, но обязательно содержат постоянные примеси, попадающие в сплав в результате выплавки. Постоянные примеси влияют на строение и свойства чугунов. Легирующие элементы влияют на критические точки железа и стали

с получением легированных ферритного, перлитного, аустенитного и ледебуритного классов.

4. Вследствие металлического типа связи характерного для металлических материалов, они способны к пластической деформации и самоупрочнению при холодной механической обработке (наклепу). Механизмами пластической деформации являются сдвиги путем скольжения и двойникования кристаллов. Изначальный толчок механизмам пластической деформации дают перемещения дислокаций. Если в металле отсутствуют дислокации, то сдвиг возможен только за счет одновременного смещения всей части кристалла. Это обуславливает прочность металла близкую к теоретической. Прочность, пластичность, ударная вязкость, твердость, упругость, трещиностойкость характеризуют механические свойства металлов. Для каждого вида механической нагрузки (статической, циклической, динамической) существуют определенные виды механических испытаний, позволяющие измерить значения тех или иных механических свойств.

5. Даже небольшой нагрев (для железа 300-400°C) приводит к структурным изменениям металла, сопровождающие процессы возврата (или отдыха), полигонизации, рекристаллизации. Под возвратом понимают структурные изменения, связанные со значительным снижением плотности дислокаций, их перегруппировкой. В результате перегруппировки дислокаций образуются сузерна т.н. процесс полигонизации. Рекристаллизацией называется процесс зарождения новых зерен в объеме деформированного материала и их последующий рост. Если возврат понижает твердость и прочность, примерно на 20-30%, повышая пластичность, то рекристаллизационные процессы на разных стадиях развития существенно влияют на изменение механических свойств металла.

6. Для изменения свойств сплавов применяют термическую обработку. Различают следующие виды термической обработки: отжиг первого рода, отжиг второго рода, закалка, отпуск, старение, химико-термическая обработка, термомеханическая обработка. В их основе лежат четыре вида фазовых превращений в стали:

- превращение перлита в аустенит, происходящее при нагреве стали;
- превращение аустенита в перлит, при охлаждении;
- превращение аустенита в мартенсит при быстром охлаждении;
- превращение мартенсита при отпуске закаленной стали.

Превращения аустенита при различных температурах охлаждения описываются кинетическими кривыми, по которым строят диаграмму изотермического распада аустенита (С-образные кривые). На практике температура термообработки определяется положением критических точек, а время нагрева складывается из времени нагрева до заданной температуры и времени выдержки при этой температуре. В процессе нагрева при высокой температуре происходит химическое взаимодействие поверхности металла с окружающей средой (обезуглероживание, окисление). Скорость охлаждения регулируется закалочными средами. Скорость охлаждения определяет

окончательную структуру и свойства стали при отжиге, нормализации, закалке, обработке холодом. Технологические процессы термической обработки обуславливаются разновидностями режимов. При закалке скорость охлаждения распределяется по сечению неравномерно (явление прокаливаемости). На прокаливаемость влияет ряд факторов: состав аустенита, нерастворенные частицы, неоднородный аустенит, размер зерна аустенита. Возникающие в процессе термической обработки термические и фазовые напряжения, становятся причинами брака. Термическая обработка осуществляется в специальных термических печах, но при массовом производстве могут использоваться современные автоматические и полуавтоматические агрегаты, включенные в технологические линии машиностроительных заводов.

Основными способами термического упрочнения являются термомеханическая обработка и поверхностная закалка стали. При химико-термической обработке деталь помещают в среду, богатую элементом, который диффундирует в металл. В случае газовой среды происходят следующие процессы: диссоциация, абсорбция и диффузия. При цементации (разновидности ХТО) поверхность стали насыщается углеродом, а сердцевина остается мягкой и вязкой. *Азотированием* называют процесс насыщения стали азотом. Азотированный слой без последующей термической обработки, в отличие от цементации, приобретает высокую твердость, а размеры изделий после азотирования изменяются мало. Процесс одновременного насыщения стали углеродом и азотом называют цианированием. Это как бы комбинированный процесс цементации и азотирования: при высокой температуре больше приближается к цементации, а при низкой — к азотированию. Диффузионная металлизация - процесс диффузионного насыщения поверхностных слоев стали различными металлами. При насыщении хромом этот процесс называется хромированием, алюминием - алитированием, кремнием - силицированием и т.д.

Основная литература: 3 [8 -79]; 4 [26-189]

Дополнительная литература: 9 [10-156]

Контрольные вопросы:

1. Какие связи являются основными при изучении материалов?
2. В чем состоит главная закономерность материаловедения?
3. Какие структурные связи существуют в твердых телах?
4. Какие основные четыре превращения протекают в сплавах при нагреве и охлаждении?
5. Как меняется структура деформированного состояния?

Тема лекции №9,10: Методы исследования в материаловедении

В реализации целей научного исследования существенная роль принадлежит методам исследований как системе познавательных действий или операций, позволяющих контролируемым путем получать специфические результаты.

Материаловедение изучает явления, которые лежат в основе различных процессов, происходящих в материалах под воздействием разнообразных факторов. При этом развитие науки о материалах в основном происходит экспериментальным путем.

Для реализации задач материаловедения применяют специальные методы исследований структуры и свойств материалов с использованием соответствующей аппаратуры, а разработка новых методов исследования строения и физико-механических свойств материалов способствует дальнейшему развитию материаловедения.

подавляющее большинство существующих методов основано на физических принципах и разделяется на следующие группы:

1) методы, с помощью которых определяют строение металла и протекающие в нем превращения. При этом различают:

а) методы структурные, использование которых позволяет непосредственно наблюдать или определять строение металлов и б) методы, основанные на существовании связи между строением и свойствами металлов. Они позволяют косвенно, но достаточно надежно судить о превращениях, протекающих в металлах при их обработке по изменению физических, некоторых химических и механических свойств.

2) методы, которые позволяют непосредственно определять свойства металлических материалов в тех или иных условиях эксплуатации, прежде всего, механические, а также физические и химические.

К структурным методам изучения металлов относят: металлографический, рентгенографический, метод просвечивающей электронной микроскопии и др. Эти методы позволяют изучать элементы кристаллической структуры, ее дефекты и закономерности превращений под воздействием внешних факторов (температура, давление и др.). С помощью таких методов как нейтронография, электронография, микрорентгеноспектральный анализ, растровая электронная микроскопия, методы локального анализа состава вещества, а также новые методы резонансного исследования превращений в металлах и сплавах - получают основные данные, необходимые для построения диаграмм состояния металлических сплавов, без которых нельзя характеризовать их фазовый состав и строение.

Физические и химические методы, позволяющие судить о превращениях, протекающих в тех или иных металлических сплавах, существенно дополняют данные структурного исследования. Испытания для определения физико-химических и механических свойств в конкретных условиях эксплуатации предназначены для получения количественных оценок. Изучение физических (плотность, электропроводимость, теплопроводимость, магнитная проницаемость и др.), механических (прочность, пластичность, твердость, модуль упругости и др.), технологических (жидкотекучесть, ковкость, обрабатываемость резанием и др.), эксплуатационных свойств (сопротивление коррозии, изнашиванию и усталости, жаропрочность, хладостойкость и др.) позволяет определить области рационального использования различных материалов с учетом экономических требований.

Рассмотрим лишь принципиальные особенности основных методов исследования и испытания металлов, не касаясь подробно лабораторного оборудования и методик проведения, изучаемых в специальных курсах дисциплин.

Макроанализ. Макроструктурный анализ заключается в определении строения металлов при небольших увеличениях до 30 раз. В этом случае можно судить о качестве поверхности заготовки (детали) и его излома, определять условия предшествующей обработки, влияющие на сплошность металла и особенности строения после затвердевания при литье (химическая неоднородность, дендритное строение, зона транскристаллизации), а также характер и качество обработки (волокистость структуры), применявшееся для придания детали окончательных формы и свойств.

Микроанализ. Микроструктурный анализ заключается в исследовании структуры металлов при увеличениях от 50 до 1500 раз, получаемых в металлографических микроскопах. Использование микроскопа требует знания техники приготовления шлифов. При таком увеличении можно обнаружить отдельно элементы структуры размером не менее 0,2 мкм. Для изучения более тонких деталей структуры применяют методы электронной микроскопии, основанные на взаимодействии электронов с твердым телом (методы просвечивающей электронной микроскопии, растровой электронной микроскопии, рентгеноструктурные).

Таким образом, в микроскопах, в зависимости от требуемого увеличения присутствующих фаз. их количества, формы и распределения, используют:

- белый свет и обычные оптические системы, являющиеся комбинацией стеклянных линз и призм (оптическая микроскопия);
- электронные лучи (поток электронов) для создания оптических систем, для которых необходимо применять электромагнитные или электростатические линзы (электронная микроскопия).

Применение различного излучения и микроскопов разных конструкций (оптических и электронных) требует различной специальной подготовки объектов и особых методов расшифровки наблюдаемых изображений.

Определение температур превращений металлов. Для этой цели определяют изменение теплофизических свойств -- теплосодержания (энтальпии), температуры и теплоемкости (термический и калориметрический анализы) и теплового расширения (дилатометрический анализ). Изменение энтальпии вызывает любое изменение состояния металлов и сплавов (фазовое, внутрифазовое или структурное превращения), сопровождающееся выделением или поглощением тепла. Измерения теплоемкости также позволяют регистрировать тепловой эффект превращения, так как при выделении тепла теплоемкость падает, а при поглощении тепла резко возрастает.

Термический анализ как наиболее простой используют для исследования (и определения их температуры) превращений, протекающих в сплавах разного состава при изменении агрегатного состояния (при кристаллизации из жидкого состояния), при полиморфных, эвтектоидных и других

превращениях. При термическом анализе строится по экспериментальным данным графическая зависимость - изменение температуры во времени в процессе нагрева (охлаждения) с постоянной скоростью. Построение кривых охлаждения и выявление критических точек. С помощью метода термического анализа построение диаграммы состояния для сплавов данной системы.

С помощью дилатометрического анализа изучают объемные эффекты, связанные с изменением размеров тел при нагреве и охлаждении, температурно-временных условий развития фазовых превращений. Его достоинство состоит в независимости от скорости охлаждения или нагрева.

Определение физических свойств. По изменению физических свойств судят об изменении фазового состава сплавов и о протекании структурных превращений. Из физических методов, применяемых для выявления фазового состава сплавов и кинетики его изменения, наиболее широко используют метод определения электрических и магнитных свойств, которые являются структурно-чувствительными. Структурно-нечувствительные физические свойства широко используют в металловедении при изучении кинетики фазовых превращений, так как они позволяют с высокой точностью фиксировать изменение состава фаз и количественного соотношения между ними.

Определение механических свойств. В зависимости от типа испытаний и задаваемых характера нагружения, скорости, температуры и состояния внешней среды, а также возникающих при этом в образце вида напряженного состояния, определяют механические свойства металлов данного состава и обработки. Для каждого вида нагружения проводят определенный вид испытаний: статические, динамические, циклические. К статическим испытаниям относят испытания на твердость, на растяжения и сжатие, изгиб, кручение, испытания на ползучесть. К динамическим испытаниям относят испытания на ударную вязкость, к циклическим испытаниям - усталостные испытания.

Для того, чтобы приблизить результаты испытаний к реальным условиям эксплуатации металла в конструкции и получить цифры, характеризующие конструктивную прочность, довольно широко стали применять испытания на растяжение с концентраторами (надрезами). В случае вязкого разрушения в результате значительной местной пластической деформации и местного сильного упрочнения прочность образца с концентратором всегда выше, чем гладкого. Поэтому при вязком разрушении получают завышенные значения прочности. В случае хрупкого разрушения надрезанный образец имеет значительно меньшую прочность. Поэтому значения прочности ненадежные и нестабильные. Для установления степени надежности металла определяют сопротивление разрыву: вязкость разрушения.

Основная литература: 2 [11-16, 26-86, 90-108, 1 18-134, 142-171, 171-187]

Дополнительная литература: 6 [7-11]

Контрольные вопросы:

1. По какому принципу классифицируют методы исследования в

материаловедении?

2. Какие методы применяют в материаловедении для исследования внутреннего строения материалов?
3. Какие методы существуют для определения свойств материалов?
4. Какую информацию извлекают из макроанализа?
5. Какие свойства определяют из методов Бринелля и Роквелла?

Тема лекции №11,12: Классификация технических материалов. Области применения технических материалов.

Основы классификации

Число материалов, применяемых в технике, исчисляется тысячами и постоянно возрастает в соответствии с возникающими новыми и разнообразными требованиями многих отраслей промышленности. Эти материалы по одному признаку, одинаковому для всех, характеризовать весьма сложно, так как их свойства и назначение различны.

Для наиболее широко применяемых металлических материалов обычно используют классификацию *по химическому составу*, указывая главный компонент сплава (*Fe, Cu, Al* и т.д.), чтобы распределить сплавы на небольшое число основных классов:

- стали;
- чугуны;
- медные сплавы;
- алюминиевые сплавы;
- магниевые сплавы;
- титановые сплавы;
- оловянистые и свинцовистые подшипниковые сплавы.

Указанные сплавы, в свою очередь, распределяют в группы и подгруппы. Распределение внутри групп или подгрупп сделано чаще всего *по признаку применения* сплава в технике, а в некоторых случаях - *по химическому составу* или *свойствам*.

Б.Н. Арзамасовым предложена классификация конструкционных материалов (как металлических, так и неметаллических) *по свойствам*, определяющим выбор материала для конкретных деталей конструкций. Каждая группа материалов оценивается соответствующими критериями, обеспечивающими работоспособность в эксплуатации. В соответствии с выбранным принципом классификации все конструкционные материалы подразделяются на следующие группы:

1. Материалы, обеспечивающие жесткость, статическую и циклическую прочность (стали).
2. Материалы с особыми технологическими свойствами.
3. Износостойкие материалы.
4. Материалы с высокими упругими свойствами.
5. Материалы с малой плотностью.
6. Материалы с высокой удельной прочностью.

7. Материалы, устойчивые к воздействию температуры и рабочей среды.

Учитывая существующее разделение дисциплины материаловедение на две части: металловедение и неметаллические материалы, рассмотрим принципы классификации отдельно для металлических и неметаллических материалов.

Стали, основы их классификации.

В зависимости от назначения стали объединяют в три большие группы: конструкционные, инструментальные и стали с особыми свойствами.

Конструкционные- стали применяют для изготовления деталей машин, строительных конструкций и сооружений. Их маркируют по химическому составу: содержание углерода соответствует в обозначении сотым долям процента. Комплекс механических свойств конструкционных сталей улучшается за счет совместного воздействия термообработки и легирующих элементов. Влияние легирующих элементов двояко: с одной стороны, они углубляют прокаливаемость и тем самым снижают порог хладноломкости, с другой стороны, они, растворяясь в феррите, повышают порог хладноломкости. Исключение составляет *Ni*, который понижает порог хладноломкости, хотя при вязком разрушении, т.е. выше порога хладноломкости. *Ni* как и другие элементы понижает пластичность.

Конструкционные стали классифицируют по следующим признакам.

По химическому составу:

- углеродистые;
- легированные-строительные (Ст3, Ст4, 14Г2, 14ХГС) -для сварных конструкций; высокопрочные (30ХГСНА, 40ХГСНЗВА) -для силовых сварных конструкций, деталей фюзеляжей, шасси; мартенситостареющие (03Н18К9М5Т, 03Н12К15М10) - для наиболее ответственных деталей в авиации, ракетной технике, судостроении, приборостроении; цементуемые (15Х, 20ХН3А, 18ХГТ) для зубчатых колес, кулачков; улучшаемые (40Х, 20ХГС, 30ХН2МФ) - для ответственных деталей, валов, штоков, шатунов; рессорно-пружинные (60С2, 50ХФА); шарикоподшипниковые (ШХ15, ШХ15ГС); для отливок (15Л, 20ГЛ, 35НГМЛ);

По качеству:

- обыкновенного качества с содержанием *S, P* до 0,055% - Ст1- Ст6, Ст2кп - поставляемые по механическим свойствам, БСт3кп поставляемые по химическому составу и в дальнейшем подвергаемые термообработке, ВСт3пс, ВСт4сп - поставляют по химическому составу и механическим свойствам. Применяют для ограждений, труб, заклепок, балок, листов для холодной штамповки, крюков, гаек, рычагов, деталей сельскохозяйственного машиностроения;
- качественные с содержанием вредных примесей $\leq 0,04\%$ - 08кп, 10кп, 30пс, 45, 60, 45Х и др. Применяют для штамповочных листов, осей, валов, втулок, шестерен;
- высококачественные с содержанием *S, P* до 0,025% - У10А;
- особо высококачественные с содержанием *S, P* до 0,015% - А40Г, А12, А20

(автоматные). Применяют для изготовления на автоматах винтов, болтов, гаек;

По степени раскисления (степени удаления из жидкого металла кислорода с помощью *Mn, Si, Al*):

- спокойные (сп);
- полуспокойные (пс);
- кипящие (кп) - низкоуглеродистые, раскисленные только *Mn*, с повышенным содержанием газов, дешевые;

По структуре в отожженном состоянии:

- доэвтектоидные (с избыточным ферритом) - углеродистые;
- эвтектоидные (со структурой перлита) - углеродистые;
- аустенитные - легированные;
- ферритные-легированные;

По прочности:

- стали нормальной или средней прочности (до 1000МПа);
- повышенной прочности (до 1500МПа);
- высокопрочные (больше 1500МПа).

Инструментальные стали используются для обработки материалов давлением. Их классифицируют также по разным признакам.

По химическому составу инструментальные стали являются преимущественно легированными. Часть углеродистых сталей качественные. *По применению* инструментальные разделяют на стали для режущего, штампового и измерительного инструментов. Часто классифицируют инструментальные стали *по теплостойкости* как свойству, определяющему их основные особенности, химический состав и область назначения. По этому признаку различают: нетеплостойкие, полутеплостойкие и теплостойкие. Внутри каждой группы инструментальные стали дополнительно различают по техническим свойствам: стали высокой твердости и стали повышенной вязкости.

Стали для режущих инструментов:

- углеродистые инструментальные стали У7, У8, У8А применяют для инструментов ударного действия - пуансоны, керны, зубила, кузнечные штампы; У9, У13 - применяют для сверл, разверток, фрез, плашек, напильников;
- легированные инструментальные стали Х5, 7ХФ, 9ХС, 6ХВГ, 9ХС для ударного и режущего инструмента; ХВ5 - алмазная сталь для разверток, резцов, граверного инструмента;
- быстрорежущие стали - Р18, Р9, Р12Ф3, Р9М4К8 - работают при больших скоростях резания.

Стали для измерительного инструмента (калибров, шаблонов, линеек):

- высокоуглеродистые - У12;
- хромистые - Х9, Х12Ф1

Стали для штампового инструмента:

- стали для штампов холодного деформирования У10, У12 для небольших размеров до 25мм, 9ХС, Х12М - с хорошей прокаливаемостью;

ХС4, 5ХНМ, 5ХГМ - с большой вязкостью;

- стали для штампов горячего деформирования 5ХНМ, 5ХНВ, 5ХНТ для больших ударных нагрузок, 4ХВ2С - термостойкие.

В особую группу инструментальных материалов входят твердые сплавы на основе карбидов тугоплавких металлов, связанных кобальтом, легированной сталью или же жаропрочным сплавом на основе никеля. Их применяют для инструмента, работающего на особо высоких скоростях резания.

Стали (и сплавы) с особыми свойствами:

- коррозионностойкие - 12Х13, 30Х13, 12Х18Н9Т, 10Х14АП5 и др. Основным легирующим элементом против коррозии в окислительных средах является Cr , который образует пленку Cr_2O_3 при содержании $Cr > 12,5\%$. Ni повышает коррозионную стойкость. C понижает эрозионную стойкость, при содержании $C < 0,02\%$ коррозии не наблюдается. Подвергаются закалке с 1000-1100°C. Применяют для изделий, работающих в агрессивных средах: хирургических инструментов, оборудовании химической, пищевой, легкой промышленности;

- жаростойкие - 15Х25Т (окалиностойкая до 1100-1150°C), 15Х28, 36Х18Н25С2 и др. Сопроотивляются газовой коррозии при высоких температурах в течение длительного времени. Жаростойкость повышается за счет легирующих элементов Cr , Al , Si , образующих на поверхности оксиды Cr_2O_3 , Al_2O_3 , SiO_2 - плотные тугоплавкие пленки, препятствующие проникновению O_2 в глубь изделия. Окалина - это оксид, который пропускает O_2 (например, FeO). Применяют для деталей нагревательных печей, работающих в окислительной газовой среде при 500-550°C.

- жаропрочные - способные сопротивляться пластической деформации и разрушению при высоких температурах. 15ХМФ, 12Х2М6, 40Х9С2 (котельные, перлитного и ферритного классов) - применяют при 350-500°C; 17Х18Н9, 12Х18Н12Т (аустенитного класса) - применяют при температурах > 500 С для паровых котлов, лопаток турбин, сопел; ХН60Ю, ХН78Т - на основе никеля применяют при температурах 700-900°C.

- сплавы с особыми магнитными свойствами (ферромагнетики) имеют определенные магнитные характеристики M_s , B_s , λ_s , K и θ , зависящие от химического состава, и характеристики μ , H_c , B_r , H зависящие еще и от вида термической обработки. Материалы, которые намагничиваются в слабых магнитных полях ($H \leq 5 \cdot 10^4$ А/м вследствие большой магнитной проницаемости (μ) и малых потерь на перемагничивание называют магнитно-мягкими (железо, нелегированные -- 10895, 20895, 10864, 20848 и легированные -1411, 1511, 2011, 2311, 3411 электротехнические стали). Их применяют для изготовления сердечников катушек, электромагнитов, трансформаторов, динамомашин. Магнитно-твердые материалы (Fe - Ni - Al , ферриты бария и кобальта, хромко, викаллой, кунико, кунифе, платинакс, стали -ЕХЗ, ЕХ5К5 и др.) используют для изготовления постоянных магнитов. Они намагничиваются в сильных полях, имеют большие потери при перемагничивании, остаточную индукцию (B_r) и коэрцитивную силу (H_c).

- по электрическим свойствам материалы подразделяются на проводники (чистые *Cu, Al, Fe*, биметаллический провод, припой на основе *Sn, Pb, Zn, Ag*), полупроводники (бор, углерод-алмаз, кремний, германий, олово, фосфор) и диэлектрики (керамик, пластмассы). Различаются они по величине удельного электрического сопротивления, по характеру зависимости его от температуры и по типу проводимости. Проводники имеют значения удельного электросопротивления в пределах от 10^{-8} - 10^{-5} Ом·м, которое с ростом температуры увеличивается. Их используют для проводников постоянного и переменного тока, резисторов, нагревательных элементов, контактов и т.п.

Чугуны

Чугун - наиболее распространенный материал для изготовления отливок благодаря хорошим технологическим свойствам, относительной дешевизне. Область его применения расширяется вследствие непрерывного повышения его прочностных и технологических свойств, а также разработки новых марок со специальными физическими и химическими свойствами. Обычно их делят *по структуре* на белые и серые. Серые чугуны *по химическому составу* разделяют на обычные и легированные (по аналогии со сталями). Классификация структур чугуновых отливок перлитно-ферритного класса по перлиту, графиту и фосфидной эвтектике регламентирована ГОСТами. Существуют ГОСТы на примерный химический состав, свойства и назначение отливок из серого чугуна с пластинчатым графитом; из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом; на состав, свойства и назначение жаропрочного, жаростойкого, коррозионностойких, антифрикционных чугунов.

Медные сплавы

Медные сплавы могут быть литейными и деформируемыми, термически упрочняемыми и неупрочняемыми.

По химическому составу их подразделяют на латуни и бронзы. Практическое применение имеют медные сплавы с содержанием цинка до 45%, которые называются *латунями*. В зависимости от структуры при комнатной температуре латуни разделяются на α -латуни (содержат меди не менее 61%) и $\alpha+\beta$ -латуни (содержат 55-61% *Cu*). Цинк повышает прочность и пластичность сплава. Максимальной пластичностью обладает сплав с 30% *Zn*. Латунь легко поддается пластической деформации.

Среди сплавов меди с другими элементами (*бронзы*), выделяют оловянистые, алюминиевые, кремнистые, бериллиевые, свинцовистые бронзы. Оловянистая бронза превосходит другие малой величиной усадки. Алюминиевая превосходит по механическим свойствам, химической стойкости. Кремнистая по жидкотекучести. Бериллиевая бронза отличается высокими твердостью и упругостью. Свинцовистая бронза, содержащая 30% *Pb* является высококачественным антифрикционным материалом.

Алюминиевые сплавы

Технические алюминиевые сплавы подразделяют на две группы: применяемые в деформированном виде (прессованном, катаном, кованом) и в

литом. Границу между сплавами этих групп определяет предел насыщения твердого раствора при эвтектической температуре. В соответствии с диаграммой состояния изменение технологических свойств показывает, что сплавы с содержанием компонента меньше предела растворимости при высокой температуре обладают наибольшей пластичностью и наименьшей прочностью при высокой температуре, следовательно, хорошо подвергаются горячей обработке. Наличие эвтектической структуры резко уменьшает пластичность. Металлы, кристаллизующиеся при постоянной температуре (чистые металлы, эвтектические сплавы) имеют наибольшую жидкотекучесть. От температурного интервала кристаллизации зависит общий объем литейных пор. Все литейные сплавы могут упрочняться с помощью термической обработки. Степень упрочнения будет зависеть от степени легирования, т.е. количества эвтектики. Деформируемые сплавы подразделяют на упрочняемые (дюралюмин) и не упрочняемые (сплавы систем $Al-Mn$, $Al-Mg$) термической обработкой. Термическая обработка дюралюминовых сплавов заключается в закалке примерно с $550^{\circ}C$ в воде с последующим естественным старением, т.е. с выдержкой при комнатной температуре в течение 5-7 суток.

Магниеые сплавы

Наименьшей плотностью обладает магний и его сплавы, что обуславливает его применение после легирования и термической обработки. В качестве легирующих добавок используют алюминий, цинк и марганец. Магниеые сплавы, как и алюминиевые, подразделяют на деформируемые и литейные. В магниеых сплавах эффект старения невелик, поэтому ограничиваются закалкой, при которой за счет гомогенизации и растворения пограничных выделений повышаются пластические свойства при одновременном повышении прочностных.

Титановые сплавы

Титановые сплавы классифицируют *по структуре*, которую они получают после охлаждения на воздухе, соответственно различают α -сплавы, $(\alpha+\beta)$ -сплавы и β -сплавы. Промышленные α -сплавы малопластичны, не охрупчиваются при термической обработке. К ним относят чистый титан и сплавы титана с алюминием. Сплавы $(\alpha+\beta)$ более прочны, хорошо куются и штампуются, поддаются термической обработке, охрупчиваются лишь при некоторых условия термообработки. Основной способ их упрочнения - легирование.

Подшипниковые сплавы (баббиты)

Сплавы системы $Pb-Sn$, $Sn-Sb$, $Pb-Sn-Sb$, а также сплавы на основе цинка применяют в качестве легкоплавких подшипниковых сплавов, называемых баббитами. Они обеспечивают меньший износ шейки вала, имеют минимальный коэффициент трения со сталью и хорошо удерживают смазку. Данный комплекс свойств обеспечивается мягкой основой твердого раствора, в которой распределены достаточно твердые частицы второй фазы.

Основная литература: 5 [73-274. 368-390. 407-558]

Дополнительная литература: 8[40-69]

Контрольные вопросы:

1. По каким основаниям осуществляют классификацию материалов?
2. На какие большие группы делят материалы в зависимости от их применения?
3. Как классифицируют конструкционные материалы?
4. Как классифицируют инструментальные материалы?
5. Как классифицируют материалы с особыми свойствами?

Тема лекции №13,14: Классификация неметаллических материалов. Области применения.

Полимерные материалы

В основе неметаллических материалов лежат полимеры. В состав полимеров входят различные добавки: наполнители, стабилизаторы, пластификаторы и др. Наполнители добавляют в количестве 40-70% для повышения механических свойств, снижения стоимости и изменения других параметров. К наполнителям относят древесную муку, порошки сажи, слюду, SiO_2 , тальк, TiO_2 , графит; хлопчатобумажные, стеклянные, асбестовые, полимерные волокна; листы бумаги, ткани из различных волокон, древесный шпон. Стабилизаторы (органические вещества) вводят в количестве нескольких процентов для сохранения структуры молекул и стабилизации свойств. Пластификаторы добавляют в количестве 10-12% для уменьшения хрупкости и улучшения формируемости. Специальные добавки - это смазочные материалы, красители, добавки для уменьшения статических зарядов и горючести, защиты от плесени, ускорители и замедлители отверждения. Они служат для изменения или усиления какого-либо свойства. Отвердители добавляют для отверждения. Основой классификации пластмасс служит *химический состав полимера*. Их разделяют на фенолформальдегидные (фенопласты), эпоксидные, полиамидные, полиуретановые, стирольные и др. Характерными особенностями пластмасс являются малая плотность, высокая химическая стойкость, хорошие электроизоляционные свойства, невысокая теплопроводность, значительное тепловое расширение. Значительная часть термопластичных полимеров перерабатывается в пленку, волокна и изделия из волокна. Термореактивные пластмассы (реактопласты) получают на основе эпоксидных, полиэфирных, полиуретановых, фенолформальдегидных и кремнийорганических полимеров. Их применяют в отвержденном виде; они при нагреве не плавятся, устойчивы против старения и не взаимодействуют с топливом и смазочными материалами.

Композиционные материалы

Композиционными материалами (КМ) называют материалы, в состав которых входят конструктивные элементы, разделенные выраженной границей, свойства которых резко отличаются от свойств матрицы. КМ это гетерогенная система, состоящая из матрицы, в качестве которой используют

полимеры, керамику или металл, высокопрочных и высокомодульных волокон или частиц. Свойства волокнистых КМ зависят от свойств и размеров волокон, их объемной доли и расположения, взаимодействий на границе между волокнами и матрицей. Эффект упрочнения КМ, в структуре которых присутствуют высокодисперсные частицы тугоплавких оксидов, нитридов или карбидов, не взаимодействующих химически с материалом матрицы, пропорционален объемной доле частиц, дисперсности. КМ отличаются самой высокой, по сравнению с другими материалами, удельной прочностью, что позволяет резко снизить массу и соответственно материалоемкость конструкций. Это качество важно для различных летательных аппаратов, автостроения и других транспортных средств, в гражданском строительстве.

Керамические материалы

В качестве конструкционного материала, а также для изготовления или футеровки емкостей химических веществ широко применяют керамику. Керамику из окиси алюминия успешно применяют для изготовления металлорежущих резцов, фильер. Традиционный и широко распространенный керамический материал – фарфор. При сплавлении различных комбинаций оксидов, которые подразделяются на стеклообразующие и модифицирующие, получают стекла. Химический состав стекол изменяют в относительно широком интервале, что позволяет обеспечивать необходимое сочетание свойств стекол. Стеклокристаллические материалы, получаемые путем направленной кристаллизации стекла называются ситаллами. Их классифицируют по применению и содержанию основной кристаллической фазы. В машиностроении и металлообработке наиболее перспективен класс, износоустойчивых и химически устойчивых ситаллов, которые содержат в качестве основной кристаллической фазы кордиерит и прироксен.

Резиновые материалы

Резина отличается от других материалов высокими эластическими свойствами, которые сохраняются в широком диапазоне температур. Резиновые материалы классифицируют:

- по виду сырья (натуральный каучук, синтетический каучук, бутадиентстирольный каучук, синтетический каучук изопреновый и т.д.);
- наполнителя (порошкообразные и тканевые);
- по степени упорядочения макромолекул и пористости (мягкие, жесткие эбонитовые, пористые, пастообразные);
- по технологическим способам переработки (выдавливания, прессования, литья);
- по типам теплового старения (семь типов Т07, ..., Т25);
- по изменению объема после пребывания в нефтяной жидкости (семь классов К1.....К7);
- по назначению резины (общего и специального назначения). Резиновые изделия, применяемые в машиностроении, делят на: уплотнительные, вибро- и звукоизоляционные, противоударные, силовые, опоры

сколжения, гибкие компенсационные прокладки, противовоздушные, фрикционные и защитные. Основные потребители резины- шинная промышленность (свыше 50%) и промышленность резинотехнических изделий (более 22%).

Древесные материалы

Древесина является волокнистым материалом, поэтому для повышения прочности изделий комбинируют продольные слои с поперечными. Важной характеристикой древесины является ее плотность. Обрабатываемость древесины зависит от ее твердости. Листовой материал, получаемый склейкой листов древесного шпона называют фанерой. Прессованием нагретых в пресс-формах древесных заготовок получают прессованную древесину.

Основная литература: 3 [124-138]: 5 [584-673]

Дополнительная литература: 8 [5-401]

Контрольные вопросы:

1. Как классифицируют пластмассы?
2. Где применяют керамические материалы?
3. Как классифицируют резиновые материалы?
4. Каковы преимущества применения древесины?

Тема лекции №15: Управление качеством материала.

Управление качеством материалов, применяемых в технике, имеет большое значение с точки зрения роста производительности труда, экономии и эффективности. Накоплен огромный опыт по созданию систем управления и планирования качества продукции, по выработке принципов и критериев оценки качества многих видов изделий. Широкая информация о накопленном опыте сосредоточена в отраслевых документах и нормативах, а также в национальных и международных стандартах. Стандартизация в настоящее время является необходимым элементом управления экономикой, важным средством ускорения научно-технического прогресса, улучшения качества продукции, повышения эффективности производства, экономии и рационального использования всех видов ресурсов. Сведения по количественной и качественной оценке структуры и химического состава материалов, используемых в различных отраслях промышленности, на всех стадиях их изготовления -от входного контроля сырья до анализа готовой продукции являются явными при решении задач по выбору материалов и их обработки. Существующие стандарты предусматривают прогрессивные решения конструкций, способствующие экономии материала, энергии и других ресурсов. Чтобы постоянно улучшать качество продукции и не сдерживать творческие поиски по созданию более совершенных изделий, отвечающих последним достижениям науки и техники, стандарты периодически пересматривают.

Достижение цели в этих задачах неразрывно связано с развитием стандартизации, регламентирующей критерии качества материала и их нормы в нормативно-технических документах и государственных

стандартах. При этом вопросы стандартизации следует рассматривать комплексно - от исходных и сырьевых материалов до изделий из черных и цветных металлов и сплавов, а также особых материалов, применяемых в различных отраслях экономики. Основные вопросы, которые рассматривают при оценке качества технических материалов, приведены ниже.

Общие проблемы качества технических материалов:

- систематизация и анализ требований, предъявляемых к материалам в отраслях металлургического и машиностроительного производств;
- понятие качества, его критерии применительно к техническим материалам;
- направления работ по управлению качеством:
- стандартизация, создание эталонных образцов, регламентация, единые системы документации, рекомендации для международной стандартизации;

Черные металлы и сплавы:

- исходное сырье и сырьевые материалы (чугун, ферросплавы, шихтовые материалы, огнеупоры);
- стали и сплавы (классификация, ГОСТы по химическому составу);
- основной сортament проката и изделий из черных металлов и сплавов;
- ГОСТы на качество металлопроката, труб, железнодорожные рельсы, колеса и др.

Цветные металлы и сплавы:

- стандартизация цветных металлов;
- стандартизация сплавов на основе цветных металлов (алюминия, свинца, цинка, меди, никеля, магния, золото, серебра, платины);
- стандартизация полуфабрикатов из цветных металлов и сплавов.

Специальные материалы:

- стандартизация металлических порошков;
- твердые металлокерамические сплавы;

Методы определения качества:

- аналитические методы контроля (методы определения химического состава);
- определение механических свойств;
- определение металлографических свойств;
- определение технологических свойств;
- определение физических, физико-химических свойств и скрытых дефектов;
- неразрушающие методы контроля (радиографические, ультразвуковые, метод вихревых токов и др.);
- автоматизированный контроль технологий производства;
- статистические методы управления качеством.

Объектами стандартизации в материаловедении являются образцы веществ и материалов, марки металлов, методики исследований, виды испытаний, технологические процессы и др.

Для регистрации стандартных образцов, состава и свойств веществ и

материалов, типы которых признаны в качестве межгосударственных стандартных образцов (МСО) стран СНГ предназначают реестр МСО, созданный в рамках научно-технического сотрудничества государств — участников Соглашения о сотрудничестве по созданию и применению стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов. Данный документ использует ссылки на следующие документы:

- ГОСТ 8.315-97 Государственная система обеспечения единства измерений.
- Стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов.
- Основные положения ПМГ 16-96. Положение о межгосударственном стандартном образце.
- Реестр МСО является источником официальной информации о результатах создания и признания типов МСО.

В мире 20 тысяч стандартных образцов веществ и материалов. Компьютерный банк данных «Кодекс образцовых веществ» (COMAR) содержит информацию о 12 тысячах стандартных образцов веществ и материалов из 20 стран. В базе данных включены: название и общее описание вещества, название и адрес изготовителя, форма вещества, аттестованные свойства, их значения и области применения. Центры кодирования COMAR действуют в 14-и странах. Необходимую информацию можно получить на Web-сайте и в центральном секретариате COMAR.

Нормативно-техническое и метрологическое обеспечение качества также решаются государственной системой стандартизации по основным системам стандартов ГСС, СПК, ГСК, и др.

При выборе материалов конкретного назначения важным, если не определяющим, критерием является цена материала. В этой связи необходимо пользоваться сведениями о ценах на те или иные материалы, устанавливаемые на торговых биржах и иметь представление о колебаниях их стоимости на мировом рынке. Ниже приводятся ориентировочные цены на:

- сортовой стали и чугуна;
- цветных металлов и сплавов;
- пластмасс и стекла, взятые по результатам торгов на Российской и Лондонской биржах металлов в октябре 2006г. Это примерные данные, которые целесообразно проверять на данный момент времени из-за регулярных изменений положения на рынке.

Примерные цены на цветные металлы и сплавы

Металлы	Оптовая цена 1 т., доллары США	Сплавы	Оптовая цена 1 т. российский руб.
<i>Mg</i>	1650,00	На основе <i>Al</i> :	
<i>Al</i>	1815,00	Деформируемые	62000-80000
<i>Ti</i>	5,20-28,00**	Силумины	58000-112000
<i>Co</i>	12,10-12,30*	V95	64000
<i>Ni</i>	14705,00	На основе <i>Cu</i> :	
<i>Cu</i>	3595,00	Латуни	91000-114000
<i>Zn</i>	1196,00	Бронзы	

<i>Pb</i>	835,50	Оловянные	142000-380000
<i>Sn</i>	7070,00	Безоловянные	100200-112500
<i>V</i>	80,00-240,00*	На основе <i>Mg</i> :	
<i>Mo</i>	34,00*	Обычные	112000-112200
<i>Ta</i>	35,00*	С <i>Zr</i> и неодимом	400400
		На основе <i>Ni</i> :	
		ХН70Ю	1610000-1450700
		ХН78Т	800320-720000
		На основе <i>Sn</i> и <i>Pb</i> :	
		Б83	1980000
		Б16	380000
		БН	280200
		БК2	114200

** - указана цена за кг.

* - указана цена за фунт.

Примерные цены на пластмассы и стекло

Наименование	Оптовая цена 1 т. росс. руб.	Наименование	Оптовая цена 1 т. росс. руб.
Термопластичные пластмассы:		Асботекстилиты	6000-6500
Полиэтилен		Древеснослоистые Пластики	620-1860
Полистирол	790-950	Стеклотекстолит	6500-12000
Полиамиды:	1020-1070	Стеклопластик с полиэфирной связкой	5980-6500
Стеклонаполненные	2540-4800	Стеклопластик с ориентированным волокном и эпоксидной связкой (СВАМ-ЭР)	48000
Поливинилхлорид:	2540-10270	Стекло:	
Винипласт		Оконное за 1 м ²	
Пластикат	730-780	Акриловое стекло	160-600
Органическое стекло	1400-4200	Стекловолоконное и нити:	26-29*
Фторопласты	1500-30000	Моноволокно	980-1800
Полиимидная пленка	19000-23700		
Терморезистивные пластмассы:	720-800		
Фенолформальдегидные:			
Массы прессовочные (с порошковым наполнит.)	900-1700		
волокниты			
текстолиты	1800-4200		

* - указана цена в евро

Оптовые цены сортовой стали и чугуна

Материал	Оптовая цена 1 т.ст.	Материал	Оптовая цена 1 т.ст.
----------	----------------------	----------	----------------------

	проката с размерами 5- 300мм, росс. руб.		проката с размерами 5- 300мм, росс. руб.
Конструкционная сталь		Чугун	
Углеродистая обычно-го качества:		Литейный (в чушках)	10600-8600
кипящая Ст1кп-Ст4кп	14540-12520	Серый (в отливках)	
спокойная Ст1сп-Ст6сп	16560-15170	СЧ10-СЧ-45	69000-13000
углеродистая качествен. (10, 15, 20-75)	1818-14400	Высокопрочный (отливках)	
Автоматная		ВЧ38-17,ВЧ120-2	80000-15000
A12, A20, A30, A40Г	17500-14000	Ковкий (в отливках)	
A35E, A45E	19200-17500	КЧ30-6,КЧ63-2	72000-16300
Хромистая		Инструментальная ст.	
15Х, 20Х, 40Х, 50Х	18500-13200	Углеродистая У7-У13	18800-13200
12Х13, 40Х13,15Х28	58000-20100	Низколегированная	
Хромомарганцевая		Х, 9ХС, ХВГ,5ХГМ	19300-14200
18ХГТ,30ХГТ,20ХГР	19000-13100	Высоколегированная	
Хромомолибденовая и хромованнадиевая		Х12Ф1, Х12М1	58000-49000
15ХМ, 30ХМ, 40ХМФА	34800-16500	Быстрорежущая Р6М5	368000
Хромоникелевая		Р18	620700
20ХН, 12ХНЗА, 2ХНЗА	21200-17000	Р18К5Ф2	822400
Хромоникельмолибдено- вая20ХН2М,18Х2Н4МА	49500-19100		
40ХН2М	22200-16900		
Шарикоподшипниковая			
ШХ15	112600-90800		
Аустенитная	72320-21100		

Примечания: 1.Тонколистовая сталь примерно вдвое дороже сортовой стали круглого сечения. 2.Мелкие чугунные отливки дороже крупных.

Основной причиной устойчивой тенденции роста цен явился взлет стоимости нефти на мировом рынке; существенное влияние на повышение цен пластмасс оказали также определенное расширение потребления в индустриальных государствах, вслед за подъемом деловой активности в основных потребляющих отраслях, также как и сохранение высоких темпов прироста спроса в развивающихся регионах.

Основная литература: 4 [9-16]; 3 [374-377]

Дополнительная литература: 9 [260-383]

Контрольные вопросы:

1. По каким критериям проводят количественную и качественную оценку качества материалов?
2. Для чего нужна стандартизация?

3. Что является объектом стандартизации в материаловедении?
4. Что собой представляет система COMAR?
5. От чего зависит цена материала?

2.3 Планы практических занятий

Практические занятия № 1,2

Тема: Методология научного исследования в технических науках

Цель занятия: 1) обрести понимание основ методологии научного труда; 2) получить целостное представления о научных исследованиях в области технических наук; 3) научиться анализировать проблемы технических наук и использовать фактический материал в конкретных научных исследованиях на основе методологического знания.

Задания:

1. На примере своей области науки изучить, государственные документы, определяющие научно-техническую политику на современном этапе в данной области и назвать основные направления развития. Дать краткий анализ развития отрасли промышленности для обеспечения системного подхода при решении научно-технических проблем.
2. Составить таблицу основных параметров структуры металлов и сплавов с указанием их характеристик (признаков) и методов изучения каждого из них. Обосновать результативность методов исследования металлических систем для познания их природы.

А. Структурный компонент	Тип кристаллической решетки	Зерно	Дефекты кристаллического строения	Фазовый состав
Б. Характерные признаки	Параметры решетки	Размер зерна, состоян. пригр. зон	Тип, количество и распределение дефектов	Состав и структура фазовой составляющ.
В. Методы исследования				

3. Диалектическая методология опирается на конкретные законы развития. Путь к решению научно-технических задач материаловедения лежит через выявление все более глубоких противоречий развития явления, изучение количественных изменений, переходящих в новое качество, создание нового представления об изучаемом явлении. С позиции этих законов подойдите к объяснению некоторых явлений, фактов, обнаруженных в твердых телах.

Методические рекомендации:

- 1) перед выполнением каждого задания необходимо осознать, сущность методологического подхода к решениям научных проблем. Для этого следует

ознакомиться с теоретическим содержанием занятия, обратиться к лекционным материалам и предварительно обсудить каждое из заданий, проанализировав возможные варианты ответов;

2) при выполнении каждого задания давать полный и обоснованный ответ на поставленный вопрос с анализом используемых литературных источников и заключительным выводом в конце. Объем полного отчета по заданиям данного занятия должен составлять около 2-3 страниц.

Контрольные вопросы:

1. Что понимают под методологией научного исследования?
2. Чем отличается методологическое знание от методического?
3. Какие знания входят в состав методологического знания технических наук?
4. В чем состоит исследовательская деятельность инженера?

Основная литература. 1 [79-84.85-87]

Дополнительная литература. 7[4-7]

Практические занятия №3,4

Тема: Разработка научного аппарата исследования

Цель занятия: научиться представлять структурные компоненты исследовательского процесса: обосновывать проблему, формулировать цель, ставить задачу исследования, выделять этапы исследования.

Задания:

1. Составить схему «Структура научного исследования», включающую все компоненты научного аппарата.
2. По одной из предложенных тем научных рефератов или на свой выбор, выполнить разработку научного аппарата возможного исследования

Методические рекомендации:

1) разработка научного аппарата исследования должна включать в себя в указанной последовательности все вышеперечисленные составные компоненты (их около 9). Между компонентами научного аппарата должна быть обеспечена логическая связь, т.е. разработка предшествующего элемента должна создавать предпосылки для успешной работы над последующим элементом;

2) оформление заданий в виде отчета объемом около 2-3-х страниц. Причем не следует раскрывать содержание каждого компонента в развернутом виде, а лишь одно-двумя фразами передать суть каждого элемента исследования.

Контрольные вопросы:

1. По каким критериям определяется актуальность темы исследования?
2. Что подразумевается под объектами исследования и в чем состоит разница между ними?
3. С каким исследовательским компонентом научного аппарата связана проблема исследования и что она отражает?
4. В чем смысл выдвижения научной гипотезы?
5. Какие методики исследования связаны с решением теоретических задач?

Основная литература: 1 [74-84. 85-87]

Дополнительная литература: 7[15-17]

Практические занятия №5,6

Тема: Методы исследований в материаловедении

Цель занятия: ориентироваться в основных методах исследований и испытаний для конкретного применения при решении задач материаловедения.

Задания:

1. Классифицировать методы исследований структуры и свойств материалов в зависимости от цели исследования.
2. Указать их особенности и преимущества, а также характеристики используемых аппаратуры и приборов.

Методические рекомендации:

- 1) перед выполнением заданий необходимо осознать роль метода в научных исследованиях и ознакомиться с основными из применяемых в материаловедении;
- 2) при выполнении заданий, требующих обоснования выбранного метода исследования, следует давать полную характеристику с указанием используемого оборудования и приборов;
- 3) задания должны быть оформлены в виде отчета.

Контрольные вопросы:

1. Какие методы в научном исследовании являются общенаучными методами познания и анализа?
2. С какими элементами научного исследования связаны научные методы познания?
3. По какому принципу можно классифицировать методы исследований в материаловедении.
4. Какие методы применяют в материаловедении для исследования внутреннего строения материалов?
5. Какие методы существуют для определения свойств материалов?

Основная литература: 1 [79-84. 85-87]; 2[11-16, 26-86, 90-108, 118-134, 142-187]

Дополнительная литература 6[7-12]

Практические занятия № 7,8

Тема: Задачи по выбору конструкционных сталей, чугунов

Цель занятия: получить навыки в выборе материала и обосновании принимаемого решения

Задачи:

1. Станины станков изготавливают литьем. Временное сопротивление растяжению должно 200-250МПа. Выбрать марку сплава, пригодного для изготовления станины, имеющей неодинаковую толщину в разных сечениях, и указать режим термической обработки станины и структуру сплава.
2. Коленчатый вал двигателя легкового автомобиля экономично изготавливать из чугуна материала, мало чувствительного к надрезу и хорошо гасящего вибрации. Для этого назначения используют чугун повышенного качества.

Выбрать класс и марку чугуна с временным сопротивлением растяжению не ниже 400МПа и относительным удлинением 2-3%. Указать структуру выбранного чугуна и форму выделения графита.

Методические рекомендации:

- 1) при решении задач и указании структур и свойств выбранных материалов рекомендуется использовать ГОСТы и учебники, справочники и монографии;
- 2) для обоснования ответа следует опираться на принципы выбора материалов, комплексную методику и правила, рассмотренные на лекционных занятиях.
- 3) решение задачи должно быть оформлено как научный анализ с приведением используемых источников в конце отчета.

Контрольные вопросы:

1. Какую термическую обработку назначают, чтобы получить высокие характеристики прочности и высокую вязкость?
2. Какова прокаливаемость стали 45?
3. Для чего легируют сталь никелем и хромом?
4. Как устранить дефекты литой структуры в чугунах?
5. Как изменить форму графита в чугуне?

Основная литература: 2 [358-370, 397-403, 428-430]

Дополнительная литература: 9 [112-172]

Практические занятия №9,10

Тема Задачи по выбору сталей и сплавов специального назначения

Цель занятия: получить навыки в выборе материала и обосновании принимаемого решения

Задачи:

1. Рекомендовать состав (марку) стали и способ ее металлургического передела для шестерен ответственного назначения в механизмах, работающих при температурах от -60 до 160⁰С. Предел текучести должен быть не ниже 750-800МПа. Объяснить, какие факторы способствуют понижению порога хладноломкости, и указать режим термической обработки и механические свойства готового изделия.
2. Лопатки реактивных и турбореактивных двигателей работают в окислительной среде при высоких температурах (до 800-900⁰С). Сплавы, из которых изготавливают эти детали, должны обладать повышенной коррозионной стойкостью (окалиностойкостью), высоки сопротивлением ползучести, длительной прочностью при указанных температурах. Выбрать состав сплава, указать методы термической обработки и привести изменение структуры и свойств после основных операций этой обработки.

Методические рекомендации:

- 1) в задачах объяснить влияние отдельных элементов, присутствующих в стали;
- 2) при решении всех задач при указании структур и свойств выбранных материалов рекомендуется использовать ГОСТы и учебники, справочники и монографии;

3) для обоснования ответа следует опираться на принципы выбора материалов, комплексную методику и правила, рассмотренные на лекционных занятиях.

4) решение задачи должно быть оформлено как научный анализ с приведением используемых источников в конце отчета.

Контрольные вопросы:

1. При каких условиях эксплуатируются стали и сплавы специализированного назначения?

2. Каков состав и метод упрочнения мартенситостареющих сталей?

3. Какие условия работы пригодны для жаростойких сталей?

4. В каких условиях могут использоваться жаропрочные стали?

5. Какие стали применяют для работы при низких (криогенных) температурах?

Основная литература: 2 [370-375, 404-412]

Дополнительная литература: 9[112-172]

Практические занятия №11,12

Тема: Задачи по выбору инструментальных сталей и сплавов

Цель занятия: получить навыки в выборе материала и обосновании принимаемого решения

Задачи:

1. Стойкость сверл и фрез, изготовленных из быстрорежущей стали, умеренной теплостойкости марки Р6М5, пригодных для обработки конструкционных сталей твердостью 180-200НВ, была удовлетворительной. Однако стойкость этих сверл резко снизилась, при обработке жаропрочной аустенитной стали. Рекомендовать быстрорежущую сталь повышенной теплостойкости, пригодную для высокопроизводительного резания жаропрочных сталей, указать ее марку и химический состав, термическую обработку и микроструктуру в готовом инструменте. Сопоставить теплостойкость стали Р6М5 и выбранной стали.

2. Выбрать марку легированной инструментальной стали для изготовления круглых плашек, пригодных для обработки мягкой низкоуглеродистой стали. Указать режим термической обработки и способы защиты от обезуглероживания и окисления при нагреве для закалки. Сравнить химический состав, микроструктуру, основные свойства и область применения выбранной и быстрорежущей сталей.

Методические рекомендации.

1) при решении задач, указании структур и свойств выбранных материалов, рекомендуется использовать ГОСТы и учебники, справочники и монографии;

2) для обоснования ответа следует опираться на принципы выбора материалов, комплексную методику и правила, рассмотренные на лекционных занятиях.

3) решение задачи должно быть оформлено как научный анализ с приведением используемых источников в конце отчета.

Контрольные вопросы:

1. Какое из свойств инструментальных сталей является главным?
2. Какие стали относят к нетеплостойким?
3. Какие стали относят к полутеплостойким?
4. Какие стали относят к теплостойким?
5. Для каких условий работы предназначены инструментальные стали повышенной вязкости?

Основная литература: 2[375-381, 413-415]

Дополнительная литература: 9[112-172]

Практические занятия №13,14

Тема: Задачи по выбору цветных сплавов и композиционных материалов

Цель занятия: получить навыки в выборе материала и обосновании принимаемого решения

Задачи:

1. Для труб и других деталей, работающих в горячей азотной кислоте и в растворах хлористых солей. Необходимы металлические сплавы, имеющие значительно большую стойкость, чем нержавеющие стали. Выбрать марку сплава и охарактеризовать его стойкость против коррозии в сравнении со сталью 12Х18Н10Т.
2. С целью снижения массы автомобиля и, соответственно, уменьшения расхода горючего кабину (у грузовых автомобилей) и кузов (у легковых автомобилей) изготавливают уже не из стального листа, а из материалов, отличающихся высокими удельными значениями прочности, жесткости и хорошей коррозионной стойкостью, а также технологичностью при изготовлении изделий. Рекомендовать материал, обладающий указанными свойствами, назвать особенности его строения и технологический процесс изготовления из него изделия.

Методические рекомендации:

- 1) при решении задач и указании структур и свойств выбранных материалов рекомендуется пользоваться ГОСТы и учебники, справочники и монографии;
- 2) для обоснования ответа следует опираться на принципы выбора материалов, комплексную методику и правила, рассмотренные на лекционных занятиях.
- 3) решение задачи должно быть оформлено как научный анализ с приведением используемых источников в конце отчета.

Контрольные вопросы:

1. Как влияет фазовый состав латуней на свойства?
2. Почему возникает явление сезонного растрескивания?
3. Какие достоинства имеют титановые сплавы?
4. В чем уступают титановые сплавы сталям?
5. Какие преимущества у композитов с неметаллической матрицей по сравнению с композитами с металлической матрицей?

Основная литература: 2[358-370]

Дополнительная литература: 9[186-383]

Практическое занятие №15

Тема: Оформление результатов научной работы

Цели занятия:

- 1) научиться составлять план изложения научной работы;
- 2) научиться представлять данные (в табличном, графическом, текстовом вариантах);
- 3) научиться составлять и оформлять аннотации, рефераты, рецензии, заявки на изобретение.

Задача:

1. По одной из предлагаемых в Приложении А тем научных рефератов по выбору материалов конкретного назначения подготовить реферат по следующему плану:

- введение (состояние разработанности темы);
- теоретический анализ вопросов применения (работа с литературой);
- фактический материал (структура и свойства выбираемого материала, его место в ряду подобных);
- обобщение и синтез (формулировка выводов).

2. Представить материал научного реферата по этапам исследования, для этого заполнить таблицу, руководствуясь методологическими знаниями, полученными ранее.

Этапы исследования	Краткая характеристика материалов	Методы научного поиска	Обоснование выбора	Используемая литература
Вводный				
Теоретический				
Практический				
Обобщение				

3. Составить к научному реферату краткую аннотацию.

Методические рекомендации:

1) все задания связаны между собой одной темой реферата, поэтому в отчете должны быть включены текст (объемом примерно 2-3 страницы), написанный в соответствии с приведенным планом. В отчет должны быть включены заполненная таблица и краткая аннотация.

2) отчет должен быть оформлен в соответствии с требованиями, предъявляемыми к оформлению научных рефератов: обязательны титульный лист, список литературы, приложения с вспомогательным материалом в конце отчета. Весь объем отчета должен составить примерно 3-4 страницы.

Контрольные вопросы:

1. Какие требования предъявляются к содержанию научной рукописи?
2. Какие требования предъявляются к написанию аннотаций?
3. Какие требования предъявляются к оформлению заявки на изобретение?

4. По каким правилам приводится ссылка на литературный источник?
5. Как оформляется графический материал?
Основная литература: 1 [318-331]
Дополнительная литература: 6 [17-20]

2.4 Планы занятий в рамках самостоятельной работы студентов под руководством преподавателя (СРСИ)

Тема 1. Характеристика направлений научных исследований, проводимых в области материаловедения.

Задание: на примере РК охарактеризовать современные направления научных исследований, проводимых в этой области.

Формы проведения: обсуждение, диалог.

Методические рекомендации: используя знания, полученные на лекциях, а также проанализировав литературные источники, определить характер научных задач, в том числе из области материаловедения.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: 1[70-84, 85-87]; 3[8-37, 46-80, 80-123, 139-353, 361-374]

Дополнительная литература: 6 [50-58]; 9 [15-382],

Тема 2. Проблемы современного материаловедения

Задание: сформулировать проблемы, стоящие на современном этапе развития науки материаловедение.

Формы проведения: обсуждение, диалог.

Методические рекомендации: используя знания, полученные на лекциях, а также проанализировав литературные источники, обозначить проблемы, которые стоят на данном этапе перед отечественной и мировой наукой.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: 1[54-64]

Дополнительная литература: 6[50-58]

Тема 3. Выявление противоречий развития явлений в материаловедении. Объяснение некоторых явлений, фактов, обнаруженных в твердых телах, с позиции этих противоречий.

Задание: диалектическая методология опирается на конкретные законы развития. Путь к решению научно-технических задач материаловедения лежит через выявление все более глубоких противоречий развития явления, изучение количественных изменений, переходящих в новое качество, создание нового представления об изучаемом явлении. С позиции этих законов подойдите к объяснению некоторых явлений, фактов, обнаруженных в твердых телах.

Формы проведения: обсуждение и опрос.

Методические рекомендации: разобравшись в сути методологических знаниях, определить методологические проблемы материаловедения.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: 1[54-64]

Дополнительная литература: 6[50-58]

Тема 4. Применение теории, законов, принципов, понятий в области материаловедения как методологических средств решения научно-технических проблем.

Задание: обосновать применение определенных теорий, законов, принципов, понятий в области материаловедения как методологических средств решения многих научно-технических проблем. Например: Закон Курнакова: закономерности поведения металлических материалов в зависимости от распределения дислокаций; теория фазовых вращений и др.

Формы проведения: опрос и обсуждение.

Методические рекомендации: зная теоретические основы формирования структуры материалов выделить основные закономерные связи в материаловедении, лежащие в основе выбора материала и обработки материала детали, изделия, конструкции.

Рекомендуемая литература:

Основная литература. 3[8-79]

Дополнительная литература: 9[10-156]

Тема 5. Методы исследования механических свойств материалов как основные предпосылки их выбора.

Задание: выбрать способ испытания для определения склонности металла к хрупкому разрушению. Привести характеристики испытательного оборудования и используемых образцов. Раскрыть полнее возможности данного вида испытания.

Формы проведения: тренинг

Методические рекомендации: осознать роль метода в научных исследованиях и проанализировать значимость основных методов исследования, применяемых в материаловедении.

Рекомендуемая литература:

Основная литература 4 [26-189]

Дополнительная литература: 9[10-156]

Тема 6. Методы исследования различных свойств материалов как основные предпосылки их выбора.

Задание: дать классификацию методов исследований различных свойств материалов. Раскрыть их цели и содержание, а также привести характеристики используемого оборудования.

Формы проведения: тренинг

Методические рекомендации: осознать роль метода в научных исследованиях и проанализировать значимость основных методов

исследования, применяемых в материаловедении.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: 4 [26-1X9]

Дополнительная литература: 9[10-156]

Тема 7. Систематизация конструкционных сталей

Задание: дать систематизацию конструкционным сталям с указанием структуры, свойств и режимов обработки

Формы проведения: экспресс-опрос

Методические рекомендации: представлять по каким критериям классифицируют материалы, применяемые в технике, уметь расшифровывать марки, указывать особенности структуры, назначать режимы обработки, обеспечивающий нужный комплекс свойств.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: 5 [73-274, 368-390]

Дополнительная литература: 8[40-69]

Тема 8. Выбор марки стали (с назначением вида ее обработки) для деталей, работающих в определенных условиях.

Задание: заводу нужно изготовить вал диаметром 70мм для работы с большими нагрузками. Сталь должна иметь предел текучести не ниже 750МПа, предел выносливости не ниже 400МПа и ударную вязкость не ниже 900кДж/м². Завод имеет сталь трех марок: Ст.4, 45 и 20ХНЗА. Какую из этих сталей следует применить для изготовления вала? Дать характеристику микроструктуры, механические свойства после термической обработки.

Формы проведения: анализ решения задачи по выбору материалов в форме диалога.

Методические рекомендации:

Используя методологические подходы и опираясь на принципы выбора материалов конкретного назначения, уметь обосновать осуществляемый выбор в специальных задачах.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: 2 [358-361]

Дополнительная литература: 9 [59-83]

Тема 9. Выбор марки стали (с назначением вида ее обработки) для деталей, работающих в определенных условиях.

Задание: многие детали установок расщепления нефти, в частности трубы печей, подвержены действию высоких температур. Выбрать состав стали для труб, не испытывающих больших нагрузок, но нагреваемых в работе до 450-500 и 600⁰ С. Указать режим термической обработки и микроструктуру стали, а также объяснить роль легирующих элементов, позволяющих использовать эти стали для длительной работы при высоких температурах.

Формы проведения: опрос и обсуждение.

Методические рекомендации: используя методологические подходы и опираясь на принципы выбора материалов конкретного назначения, уметь обосновать осуществляемый выбор в специальных задачах.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: 3 [269-299]

Дополнительная литература: 9[59-831]

Тема 10. Материалы с особыми физическими свойствами

Задание: дать характеристику материалов с особыми магнитными свойствами.

Формы проведения: экспресс-опрос

Методические рекомендации: объяснить на какие виды делятся материалы, в зависимости от знака и величины магнитной восприимчивости. Привести характеристику этих видов. Описать магнитные материалы, применяемые для изготовления конкретных деталей.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: 3 [303-325]

Дополнительная литература: 9 [59-83]

Тема 11. Стали и сплавы специализированного назначения

Задание: выбрать марку стали для изготовления болтов, если их обрабатывают на быстроходных станках-автоматах, на которых надо обеспечить максимальную производительность резания и получить высокую чистоту обрабатываемой поверхности: болты не воспринимают в конструкции значительных нагрузок. Указать марку, химический состав, механические свойства и назначение стали этого типа.

Формы проведения: опрос и обсуждение.

Методические рекомендации: используя методологические подходы и опираясь на принципы выбора материалов конкретного назначения, уметь обосновать осуществляемый выбор в специальных задачах.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: 3 [165-167]

Дополнительная литература: 9[59-83]

Тема 12. Типовые изделия, подвергаемые упрочнению

Задание: выбрать и обосновать метод упрочнения для рессор, пружин и других упругих элементов.

Формы проведения: опрос и обсуждение

Методические рекомендации: для выполнения задания необходимо пользоваться справочной литературой, где содержатся основные сведения по составам, строению и свойствам основных материалов из которых изготавливаются указанные изделия. Можно использовать таблицу обобщенных параметров типовых методов упрочнения (см. лекции).

Рекомендуемая литература

Основная литература: 1[79-84 85-87]; 2 [356-358]

Дополнительная литература 6[59-83]

Тема 13. Классификация композиционных материалов

Задание: дать классификацию композитов. Охарактеризовать основания, по которым производят классификацию, а также особенности их строения и основные свойства.

Формы проведения: экспресс-опрос.

Методические рекомендации: используя ГОСТы и учебники, справочники и монографии описать классы неметаллических материалов по признакам классификации.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: 5 [407-558]

Дополнительная литература: 8[40-69]

Тема 14. Полимерные материалы

Задание: дать классификацию пластмасс. Описать состав и свойства пластмасс, области их применения.

Формы проведения: опрос и обсуждение

Методические рекомендации: изучив литературные источники, показать владение основными сведениями о полимерных материалах, умение различать их разновидности, устанавливать зависимости свойств от разного рода воздействий и определять разными методами механические, физические и тепловые свойства.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: 3 [33-37]

Дополнительная литература: 9 [207-258]

Тема 15. Анализ динамики цен на цветные сплавы на мировом рынке

Задание: проанализировать динамику цен на цветные сплавы на мировом рынке. Обратит внимание на области их применения.

Формы проведения: обсуждение.

Методические рекомендации: сравнивая разные материалы, оценить их преимущества и недостатки, соответствие качества стандарту, экономическую целесообразность применения.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: 4 [9-16]; 3 [374-377]

Дополнительная литература: 9 [260-383]

2.5 Планы занятий в рамках самостоятельной работы студентов (СРС)

Тема 1. Краткий анализ направлений развития науки материаловедения

Задание: дать краткий анализ направлений развития науки материаловедения.

Методические рекомендации: ознакомиться с научными направлениями работ, проводимых в РК в области материаловедения по библиотечным источникам.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: 1 [79-84, 85-87]; 3 [8-37, 46-80, 80-123, 139-353, 361-374]

Дополнительная литература: 6 [50-58]; 9 [15-382].

Тема 2. Примеры задач на совершенствование понятийно-терминологического аппарата

Задание: дать примеры задач на совершенствование понятийно-терминологического аппарата.

Методические рекомендации: выбрать отдельные вопросы из теории формирования структуры материалов и на примере одного-двух понятий проследить связь между изменениями в терминологии и развитием науки.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: 1 [54-64]

Дополнительная литература: 6 [50-58]

Тема 3. Основные вопросы материаловедения

Задание: выделить основные вопросы материаловедения и сгруппировать их по разделам, относящимся к теории структурообразования, способам обработки материалов и типам материалов различного применения.

Методические рекомендации: опираясь на материалы лекции 1, а также на литературные источники проанализировать основные вопросы, изучаемые в материаловедении. Дать краткую характеристику.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: 1 [79-84, 85-87]; 3 [8-37, 46-80, 80-123, 139-353, 361-374]

Дополнительная литература: 6 [50-58]; 9 [15-382]

Тема 4. Морфологический анализ строения металлических материалов

Задание: составить, таблицу основных параметров структуры металлов и сплавов с указанием их характеристик (признаков) и методов изучения каждого из них. Обосновать результативность методов исследования металлических систем для познания их природы.

Методические рекомендации: зная как осуществляется морфологический анализ и опираясь на теоретические основы формирования структуры материалов составить морфологическую карту.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: 3 [8-37, 46-80, 80-123, 139-353, 361-374]

Дополнительная литература: 9 [15-382]

Тема 5. Методы исследования структуры материалов как основные предпосылки их выбора.

Задание: дать классификацию методов исследований структуры материалов. Раскрыть их цели и содержание, а также привести характеристики используемого оборудования.

Методические рекомендации: осознать роль метода в научных исследованиях и проанализировать значимость основных методов исследования, применяемых в материаловедении.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: 4 [26-189]

Дополнительная литература: 9[10-156]

Тема 6. Методы исследования структуры материалов как основные предпосылки их выбора

Задание: выбрать метод исследования фазового состава металлического сплава и описать его возможности.

Методические рекомендации: осознать роль метода в научных исследованиях и проанализировать значимость основных методов исследования, применяемых в материаловедении.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: 4 [26- 189]

Дополнительная литература: 9 [10-156]

Тема 7. Выбор цветного сплава для деталей конкретного назначения

Задание: многие изделия изготавливают из латуни вытяжкой из листа в холодном состоянии. Иногда в изделиях обнаруживаются трещины, возникающие без приложения внешних нагрузок. Объяснить сущность этого явления и указать способы его предупреждения. Подобрать марку латуни, не подверженной сезонному растрескиванию.

Методические рекомендации: использовать знания по цветным сплавам и объяснить сущность явления растрескивания, обосновать предложенный выбор марки латуни.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: 2[358-370]

Дополнительная литература 9[186-383]

Тема 8. Систематизация инструментальных сталей

Задание: дать систематизацию инструментальным сталям с указанием структуры, свойств и режимов обработки.

Методические рекомендации: зная основы классификации, описать как распределяют группы инструментальных сталей в зависимости от химического состава, структуры и применения.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: 5 [73-274, 368-390]

Дополнительная литература: 8[40-69]

Тема 9. Инструментальные стали

Задание: штампы сложной формы, особенно имеющие внутреннее отверстие, сильно формируются при закалке. Рекомендовать температуру закалки штампов из высокохромистой стали Х12, при выполнении

которой значительно уменьшается деформация. Указать структуру стали после закалки и объяснить причины, способствующие повышению деформации.

Методические рекомендации: используя методологические подходы и опираясь на принципы выбора материалов конкретного назначения, уметь обосновать осуществляемый выбор в специальных задачах.

Рекомендуемая литература

Основная литература 3 [370-374]

Дополнительная литература:

Тема 10. Типовые изделия, подвергаемые упрочнению

Задание: выбрать и обосновать метод упрочнения для валов, осей, шатунов, деталей ходовой части автомобилей, тракторов, сельскохозяйственных машин.

Методические рекомендации: для выполнения задания необходимо пользоваться справочной литературой, где содержатся основные сведения по составам, строению и свойствам основных материалов из которых изготавливаются указанные изделия. Можно использовать таблицу обобщенных параметров типовых методов упрочнения (см. лекцию 3).

Рекомендуемая литература:

Основная литература: 1 [79-84, 85-87]; 2[356-358]

Дополнительная литература: 6[59-83]

Тема 11. Области применения неметаллических материалов.

Задание: для изготовления подшипников скольжения, какие неметаллические материалы пригодны. Дать их характеристику.

Методические рекомендации: используя справочную литературу найти виды неметаллических материалов для указанных деталей.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: 5 [407-558], 3 [197-199]

Дополнительная литература: 8[40-69]

Тема 12. Материалы, применяемые в приборостроении

Задание: для магнитов большого размера используют материалы с невысокой стоимостью и технологичными в отношении горячей обработки давлением и резанием. Подобрать конкретные сплавы для данного назначения и описать их структуру, состав и свойства.

Методические рекомендации: используя справочную литературу подобрать конкретный материал указанного назначения.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: 3[324-325]

Дополнительная литература: 9[112-172]

Тема 13. Композиционные материалы

Задание: выбрать материал, относящийся к дисперсно-упрочненным композитам на металлической основе, для работы деталей при температуре

300-350⁰C (поршневые штоки, лопасти компрессоров, лопасти вентиляторов и турбин в химической и нефтяной промышленности, конденсаторы, обмотки трансформаторов в электротехнике).

Методические рекомендации: используя справочную литературу, подобрать материал с указанием его особенностей строения и необходимыми механическими свойствами.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: 3 [250-253]

Дополнительная литература: 8[40 69]

Тема 14: Оценка качества материалов

Задание: укажите основные вопросы, которые рассматривают при оценке качества технических материалов.

Методические рекомендации: используя материалы лекции 8, а также литературные источники привести основные вопросы, рассматриваемые при оценке качества технических материалов.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: 1 [9-16]; 3 [374-377]

Дополнительная литература: 9 [260-383]

Тема 15: Анализ динамики цен на пластмассы на мировом рынке

Задание: проанализировать динамику цен на пластмассы на мировом рынке. Обратит внимание на области их применения.

Методические рекомендации: сравнивая разные виды пластмасс, оценить их преимущества и недостатки, экономическую целесообразность применения.

Рекомендуемая литература.

Основная литература: 4 [9-16]; 3[374-377]

Дополнительная литература: 9 [260-383]

2.6 Тестовые задания для самоконтроля

1. Научные исследования классифицируют по:
 - А) структуре
 - В) целевому назначению;
 - С) результату, который надо получить;
 - Д) объему теоретических исследований;
 - Е) элементам научного исследования.
2. На каком из этапов научного исследования происходит обработка данных:
 - А) возникновение идеи и постановка проблемы;
 - В) формирование понятий, суждений;
 - С) выдвижение гипотез;
 - Д) обобщение научных фактов;
 - Е) доказательство правильности гипотез и суждений.
3. Материаловедение наука, изучающая:
 - А) строение технических материалов;
 - В) свойства технических материалов;
 - С) связь между строением и свойствами технических материалов;

- Д) материалы, применяемые в технике;
Е) состав и применение технических материалов.
4. К вопросам строения материалов не относится:
А) типы связей в твердых телах;
В) атомно-кристаллическое строение металлических материалов;
С) термодинамика фазовых превращений;
Д) анизотропия кристаллов, полиморфизм, магнитные превращения;
Е) методы исследования.
5. К вопросам теории термической обработки не относятся;
А) физическая сущность процессов отжига, закалки, отпуска, старения;
В) основные превращения при нагреве и охлаждении;
С) реальное строение кристаллов, строение дефектов;
Д) кинетика аустенитного превращения;
Г) влияние легирующих элементов на процессы термообработки.
6. Какое из определений методологии неверно?
А) методика исследования;
В) применение принципов мировоззрения к процессу познания;
С) наука о познании неизвестного;
Д) движение мысли от незнания к знанию;
Е) учение о методах познания.
7. К общенаучным методам познания не относится:
А) анализ и синтез;
В) обобщение;
С) сравнение;
Д) электронная микроскопия;
Е) моделирование.
8. Какая проблема материаловедения не относится к методологическим?
А) разработка оптимальных режимов обработки конкретного материала;
В) эффективное применение методов исследования структуры и свойств материалов;
С) совершенствование понятийно-терминологического аппарата;
Д) технологические проблемы получения и обработки;
Е) проблема оптимального выбора материала.
9. Какой из приведенных принципов не определяет научный выбор материалов?
А) оценки качества, экономической целесообразности;
В) определения класса материалов, применяемых для работы в данных условиях;
С) изучения требуемых свойств и необходимого строения;
Д) определения метода исследования;
Е) выявления условий работы изделия, детали и др.
10. Проанализировать условия работы изделия не значит:
А) выяснить напряженное состояние;
В) предвидеть возможные виды разрушений;

- С) описать характер действующих нагрузок;
Д) привести структуру и свойства материала изделия;
Е) привести описание узла, конструкции, где находится данная деталь.
11. Какое из правил при выборе материала является необязательным?
А) учитывать требования, предъявляемых к данному классу материалов;
В) выбранные материалы должны обладать более высоким уровнем требуемых свойств;
С) возможность использования наиболее дешевых или менее дорогих материалов из числа применяемых в данной области;
Д) учитывать технологические свойства;
Е) ограничиться при выборе лишь одним классом материала.
12. Правило Курнакова рассматривает связь:
А) состав ↔ строение;
В) обработка ↔ строение;
С) строение ↔ свойства;
Д) свойства ↔ применение;
Е) плотность дислокаций ↔ прочность.
13. Какое из фазовых превращений в стали невозможно?
А) П → А;
В) А → П;
С) А → М;
Д) М → А;
Е) М → П;
14. Какой из методов исследования применяют для определения механических свойств материала?
А) метод деформирований;
В) метод крутого осаждения;
С) дилатометрический метод;
Д) метод просвечивающем электронной микроскопии;
Е) метод Роквелла.
15. Сталь марки 30ХГСНА применяют для:
А) ограждений, труб, заклепок, балок;
В) силовых сварных конструкций, деталей фюзеляжей, шасси;
С) зубчатых колес, кулачков;
Д) валов, штоков, шатунов;
Е) отливок.
16. Сталь марки Х12Ф1 применяют для:
А) калибров, шаблонов, линеек;
В) разверток, резцов, граверного инструмента;
С) пуансоны, керны, зубила;
Д) штампов холодного деформирования;
Е) штампов горячего деформирования.
17. Сталь марки 12Х13 применяют для:
А) проводников постоянного и переменного тока, резисторов;
В) сердечников катушек, электромагнитов, трансформаторов;

- С) паровых котлов, лопаток турбин, сопел;
 - Д) деталей нагревательных печей;
 - Е) хирургических инструментов, оборудования химической, пищевой.
18. Маркировка чугуна отражает:
- А) химический состав;
 - В) структурные компоненты;
 - С) механические свойства;
 - Д) физические свойства;
 - Е) номер завода-изготовителя.
19. Чугун марки ВЧ 80-2 предназначен для:
- А) станин станков;
 - В) тормозных барабанов, цилиндров шестерен;
 - С) фланцев, муфт;
 - Д) цилиндров, поршней;
 - Е) задних мостов.
20. Сплав ЛА 77-2 применяют для:
- А) труб в морском и общем машиностроении;
 - В) радиаторных трубок, листов, лент;
 - С) мембран, пружин, деталей работающих на трение;
 - Д) шестерен, втулок, подшипников;
 - Е) лент, полос, пружин.
21. Сплав АЛ2 применяют для:
- А) труб, прутков, заклепок;
 - В) лонжерон самолета, лопастей;
 - С) диски и кольца турбореактивных двигателей;
 - Д) трубопроводов и деталей, изготавливаемых вытяжкой;
 - Е) деталей колес, агрегатов малой нагруженности.
22. Подшипниковый сплав Б83 применяют для:
- А) железнодорожного транспорта;
 - В) машин средней нагруженности;
 - С) автомобильных моторов;
 - Д) сильно нагруженных машин -турбин и др.;
 - Е) получения биметаллических подшипников.
23. Титановые сплавы по сравнению со сталью характеризуются лучшими значениями следующих свойств:
- А) удельная плотность;
 - В) коррозионная стойкость;
 - С) прочность;
 - Д) хладноломкость;
 - Е) жаропрочность.
24. Какое из свойств магниевых сплавов ограничивает их применение?
- А) демпфирующая способность;
 - В) удельная плотность;
 - С) модуль упругости;
 - Д) коррозионная стойкость;

- Е) литейные характеристики.
25. В состав полимеров не входят?
- А) наполнители;
 В) стабилизаторы;
 С) пластификаторы;
 Д) модификаторы;
 Е) специальные добавки.
26. Какое из свойств не характерно для пластмасс?
- А) малая плотность;
 В) высокая химическая стойкость;
 С) хорошие электроизоляционные свойства;
 Д) невысокая теплопроводность;
 Е) высокая жаропрочность.
27. Где применяют композиционные материалы с полимерной матрицей?
- А) подшипники;
 В) кузова автомобилей;
 С) зубчатые колеса;
 Д) трубопроводы;
 Е) штампов.
28. Какое свойство керамики ограничивает его применение?
- А) хрупкость;
 В) химическая стойкость;
 С) прочность;
 Д) теплопроводность;
 Е) красностойкость.
29. Классификация резиновых материалов не осуществляется по:
- А) виду сырья;
 В) свойствам;
 С) назначению;
 Д) степени упорядочения макромолекул;
 Е) технологическим способам переработки.
30. Объектом стандартизации в материаловедении не является:
- А) образцы веществ и материалов;
 В) марки металлов;
 С) структурные составляющие;
 Д) методики исследований;
 Е) технологические процессы.

Ключи правильных ответов

№ вопроса	Код ответа	№ вопроса	Код ответа	№ вопроса	Код ответа
1	В	11	Е	21	Е
2	Д	12	С	22	Д
3	С	13	Д	23	Е
4	Е	14	Е	24	С

5	С	15	В	25	Д
6	А	16	А	26	Е
7	Д	17	Е	27	В
8	А	18	С	28	А
9	Д	19	Д	29	В
10	Д	20	А	30	С

2.7 Перечень экзаменационных вопросов по пройденному курсу.

1. Как классифицируют научные исследования?
2. К какому типу научных исследований относятся задачи по выбору материалов?
3. Что изучает наука материаловедение?
4. Какие вопросы материаловедения относятся к разделу металловедения?
5. Какие вопросы материаловедения изучаются в разделе «Неметаллические материалы»?
6. Что дают методологические знания?
7. Чем отличаются методические знания от методологических?
8. Какие знания входят в состав методологии технических наук?
9. Как классифицируют методы научного познания?
10. Какие методы исследования используют для теоретических задач?
11. Какие требования предъявляют к написанию научных работ?
12. Какие проблемы материаловедения относят к методологическим?
13. Какими принципами руководствуются при выборе материалов?
14. В чем состоит принцип выявления условий работы изделия, детали?
15. Какова общая схема решения задач по выбору материалов конкретного назначения?
16. Что представляет собой морфологическая карта и как проводят морфологический анализ?
17. На каких правилах основывается комплексная методика выбора материалов?
18. Какие связи являются основными при изучении материалов?
19. В чем состоит главная закономерность материаловедения?
20. Какие структурные связи существуют в твердых телах?
21. Какие основные четыре превращения протекают в сплавах при нагреве и охлаждении?
22. Как меняется структура деформированного состояния?
23. По какому принципу классифицируют методы исследований в материаловедении?
24. Какие методы применяют в материаловедении для исследования внутреннего строения материалов?
25. Какие методы существуют для определения свойств материалов?
26. Какую информацию извлекают из макроанализа?
27. Какие свойства определяют из методов Бринелля и Роквелла?
28. Какими способами улучшают прочностные свойства материала готового

изделия и как при этом изменяется структура, от чего зависит эффективность упрочнения?

29. Какую термообработку следует назначить для конических зубчатых колес диаметром 50мм, работающих в условиях динамических нагрузок и повышенного износа из углеродистой стали?

30. Какую марку стали и оптимальный режим термической обработки можно предложить для измерительных инструментов (калибры, измерительные плитки)?

31. Какой цветной сплав, стойкий против коррозии, можно предложить для работы в условиях пресной воды и пара под давлением для арматуры котлов, трубок и корпусов приборов?

32. Какие проводящие резиновые материалы можно предложить для электротехнических изделий?

33. По каким основаниям осуществляют классификацию материалов?

34. На какие большие группы делят технические материалы в зависимости от их применения?

35. Как классифицируют конструкционные материалы?

36. Как классифицируют инструментальные материалы?

37. Как классифицируют материалы с особыми свойствами?

38. Как классифицируют пластмассы?

39. Где применяют керамические материалы?

40. Как классифицируют резиновые материалы?

41. Каковы преимущества применения древесины?

42. Какие преимущества у композитов с неметаллической матрицей по сравнению с композитами с металлической матрицей?

43. В чем уступают титановые сплавы сталям, а в чем их преимущества?

44. Какая марка бронзы годится для изготовления мелких ответственных деталей (втулок, фланцев и т.п.)?

45. По каким критериям проводят количественную и качественную оценку качества материалов?

46. Какие факторы повлияют на трудоемкость, себестоимость и материалоемкость изделия?

47. Для чего нужна стандартизация?

48. Что является объектом стандартизации в материаловедении?

49. Что собой представляет система COMAR?

50. От чего зависит цена материала?

Глоссарий

Авиаль - сплав системы $Al-Mg-Si$. В этих сплавах фазой, которая при нагреве под закалку растворяется, а при старении выделяется и вызывает упрочнение, является соединение Mg_2Si .

Аксиома (постулат) - положение научной теории, которое берется в качестве исходного, без доказательств и из которого выводятся все остальные предложения и выводы теории по заранее фиксированным правилам.

Анализ рентгеноструктурный - метод изучения строения металлов и сплавов. В основе этого метода лежит рассеяние рентгеновских лучей электронами твердого тела.

Анализ спектральный. Метод определения среднего химического состава сложных сплавов.

Анализ фазовый - метод определения фазового состава. Для этого сплав подвергают растворению (электролизу) таким образом, чтобы интересующая фаза не растворилась а остальные растворились.

Алюминий - легкий металл, имеющий малую плотность ($\gamma=2,72/см^3$), низкую температуру плавления (660°). Характерные механические свойства алюминия - высокая пластичность и малая прочность. Широкое применение как конструкционный материал имеют сплавы алюминия.

Баббит - подшипниковый легкоплавкий сплав на основе свинца, олова, цинка или алюминия.

Бериллий - легкий металл ($\gamma=1,82/см^3$) с высоким модулем упругости и прочностью около 300МПа, с удлинением 1,2%. с хорошей коррозионной стойкостью в ряде сред. Применяют в атомной технике в металлическом виде и в виде соединений с кислородом, углеродом и водородом (оксиды, карбиды и гидриды бериллия).

Бор - эффективная легирующая добавка, тысячные доли процента этого элемента увеличивают прокаливаемость, так как весь бор, находясь в растворе, концентрируется в тонких пограничных слоях аустенита и уменьшает скорость зарождения центров кристаллизации перлита. При содержании бора больше 0,002-0,006% появляются избыточные бористые фазы (бориды), действующие как центры кристаллизации перлита, и прокаливаемость уменьшается.

Бронза - сплавы меди с алюминием, кремнием, бериллием и другими элементами.

Бронза алюминиевая - бронзы, содержащие 5-10%Al, обладающие ценными механическими и технологическими свойствами. Имеют высокую жидкотекучесть и концентрированную усадочную раковину. Применяют для изготовления различных втулок, направляющих седел, фланцев, шестерен и многих других, преимущественно мелких, но ответственных деталей.

Бронза бериллиевая - сплав меди с бериллием, например, БрБ2 (2%Be). Имеет высокую прочность и упругость при одновременной высокой химической стойкостью, хорошей свариваемости, обрабатываемости резанием. Подходящий материал для ответственных пружин, мембран, пружинящих контактов и т.д.

Бронза кремнистая - бронза, назначаемая как заменитель оловянистых бронз, например, бронза БрКЦ4-4 (4% Si; 4% Zn;). Уступая оловянистым бронзам по величине усадки, кремнистая бронза превосходит ее в отношении коррозионной стойкости, механических свойств и плотности отливки. При добавлении 20% никеля получают сплав нейзильбер.

Бронза оловянистая - сплав меди с оловом. Имеет высокие литейные свойства: малая усадка (<1%). Механические свойства зависят от

количества олова: при 5% пластичность падает. Бронза с 10% олова является лучшим антифрикционным материалом. Благодаря высоко химической стойкости бронз из них изготавливают арматуру (паровую, водяную и пр.).

Бронза свинцовистая - сплав меди со свинцом. Например, БрС30 (30% *Pb*), является высококачественным антифрикционным материалом, широко применяемым в машиностроении.

Бронза фосфористая - при добавлении в оловянистую бронзу фосфора как раскислителя около 1%, получают фосфористые бронзы. Фосфор устраняет хрупкие включения окиси олова.

Вещество-вид материала, совокупность дискретных (прерывных) образований (атомы, молекулы и то, что из них построено), обладающие массой покоя.

Виккерса метод - метод определения твердости тонких слоев материала при помощи вдавливания алмазной пирамиды и измерения диагонали отпечатка. Определяют значение твердости по Виккерсу (*HV*).

Волокниты - пластмассы, в которых наполнителем являются волокна. Отличаются повышенной прочностью, а главное ударной вязкостью.

Гадфильда сталь - аустенитная сталь, содержащая 1,2% *C* и 13% *Mn* (Г13). В условиях обычного трения, сопровождаемого большим удельным давлением (когда отсутствует чисто абразивный износ), при низкой твердости (200-250 *HV*) обладает высокой износоустойчивостью

Гипотеза - научное предположение о причине, которая вызывает данное следствие.

Динамические испытания - испытания при больших скоростях деформации, например, испытания на удар для определения ударной вязкости.

Добавки специальные - смазочные материалы, красители, добавки для уменьшения статических зарядов и горючести, для защиты от плесени, ускорители и замедлители отверждения и другие. Служат для изменения или усиления какого-либо свойства.

Дуралюмин - сплавы системы *Al-Cu-Mg*. В сплавах этой системы в зависимости от содержания меди и соотношения концентрации меди и магния могут образовываться или двойные соединения $CuAl_2$, или Al_3-Mg_2 (при малом содержании одного из элементов магния или меди), или тройные соединения $CuMgAl_2$ и $CuMg_5Al_5$. Эти соединения имеют переменную растворимость в алюминии. Наибольшее упрочнение даст растворение фазы $CuMgAl_2$.

Железо - черный металл, имеющий температуру плавления 1539°C. В твердом состоянии может находиться в двух модификациях- α (о.ц.к) и γ (г.ц.к.). α -железо существует в двух интервалах температур ниже 911°C и от 1392 до 1539°C. Механические свойства железа (сверхчистого, прямого восстановления и технического) следующие: σ_b -50, 200, 250МПа; $\sigma_{0,2}$ -25, 100, 125МПа; δ - 70, 60, 50%; φ -100, 90,85%; *HV*- 60,70, 80. При 768° железо становится немагнитным.

Закон - внутренняя сущностная связь явлений, обуславливающих их необходимое закономерное развитие.

Изделие (продукция)- конечный результат человеческого труда (обработки, переработки, исследования и т.п.).

Курнакова правило - устанавливает связь между структурой (диаграммой состояния) сплава и свойствами.

Латунь - сплав меди с цинком. Практическое применение имеют сплавы с содержанием цинка до 45%.

Материал - вещество, предназначенное для изготовления чего-нибудь.

Материалы вспомогательные-материалы, применяемые для производства, но не входящие в состав продукции.

Материалы основные -материалы, которые непосредственно расходуются на изготовление продукции и составляют ее главное вещественное содержание.

Медь- полудрагоценный металл, обладающий рядом ценных свойств: высокая пластичность, высокая электро- и теплопроводность, малая окисляемость.

Метод - это способ достижения цели и является программой построения практического применения теории.

Материаловедение - техническая наука, изучающая строение и свойства материалов применяемых в технике.

Наполнители - добавки к пластмассам в количестве 40-70% (по массе) для повышения механических свойств, снижения стоимости и изменения других параметров. Наполнители это органические и неорганические вещества в виде: порошков (древесная мука, сажа, слюда, SiO_2 , тальк, TiO_2 , графит); волокон (хлопчатобумажные, стеклянные, асбестовые, полимерные); листов (бумага, ткани из различных волокон, древесный шпон).

Научная идея -интуитивное объяснение явлений без промежуточной аргументации, без осознания совокупности связей, на основании которой делается вывод. Она базируется на уже имеющемся знании, но вскрывает ранее не замеченные закономерности.

Отвердители- добавки в количестве нескольких процентов к термореактивным пластмассам для отверждения. Обычно используют органические перекиси и другие вещества, серу (в резинах).

Пластмассы - материалы, изготовленные на основе полимеров. Состав композиций разнообразен: простые пластмассы это полимеры без добавок, сложные пластмассы это смеси полимеров с различными добавками (наполнители, стабилизаторы, пластификаторы и др.)

Пластификаторы- добавки к пластмассам в количестве 10-20% для уменьшения хрупкости и улучшения формуемости. Пластификаторами являются вещества, которые уменьшают межмолекулярное взаимодействие и хорошо совмещаются с полимерами.

Принципы - это самое абстрактное определение идеи, начальная форма систематизации знаний. Это правило, возникшее в результате субъективно осмысленного опыта людей.

Припой - сплав для пайки. Бывают: а) мягкие припои с низкой температурой плавления, обеспечивающие лишь герметичность спая и дающие низкие механические свойства спая (сплавы легкоплавких металлов свинца, олова, висмута, кадмия); б) твердые припои, имеющие высокую температуру плавления (сплавы меди и цинка, меди, цинка и серебра). Пайка этими припоями затруднительна, но спай обладает высокими механическими свойствами.

Реактопласты - терморезистивные пластмассы получаемые на основе эпоксидных, полиэфирных, полиуретановых, фенолоформальдегидных и кремнийорганических полимеров. Применяют в отвержденном виде. Они при нагреве не плавятся, устойчивы против старения и не взаимодействуют с топливом и смазочными материалами, нерастворимы. Важное преимущество - высокие удельная жесткость и удельная прочность.

Роквелла метод - метод измерения твердости материала с помощью твердомера, имеющего алмазный наконечник из закаленного шарика. Обозначается *HRC, HRB*.

Силумин - алюминиевый сплав с большим содержанием кремния. Наиболее распространенные литейные алюминиевые сплавы, широко применяемые в литом виде в авто и авиастроении.

Слоистые пластики - группа самых прочных и универсальных по применению конструкционных пластмасс. Листовые наполнители, уложенные слоями, придают материалам анизотропность (стеклоткани, гетинаксы, текстолиты).

Сплав — сложное вещество, состоящее из двух и более компонентов.

Сплав алюминиевый - характеризуется высокой удельной прочностью, способностью сопротивляться инерционным и динамическим нагрузкам, хорошей технологичностью. Большинство имеет хорошую коррозионную стойкость, высокие теплопроводность и электропроводимость. Основные легирующие элементы: *Cu, Mg, Si, Mn, Zn*.

Сплав алюминиевый гранулированный - сплав, полученный компактированием частиц (гранул), отлитых со сверхвысокой скоростью кристаллизации. Характеризуется сверхмелкозернистой структурой и минимальной легкоустраняемой ликвацией.

Сплав алюминиевый деформируемый – АМц, АМг неупрочняемые термообработкой. Отличаются высокой пластичностью, хорошей свариваемостью и высокой коррозионной стойкостью. Д1, Д16 упрочняемые термообработкой дуралюмины, относящиеся к системе *Al-Cu-Mg*. Характеризуются хорошим сочетанием прочности и пластичности.

Сплав алюминиевый литейный - АЛ4, АЛ7, АЛ19, силумины имеют высокую жидкотекучесть, малую усадку, отсутствует или низкая склонность к образованию горячих трещин и хорошая герметичность.

Сплав Вуда - сплав системы *Sn-Pb-Cd-Bi*, содержащий четыре эвтектики, т.е. наиболее легкоплавкий (температура плавления 68°C).

Сплав подшипниковый - сплав, из которого изготавливается вкладыш подшипников. Для этой цели применяют чугун, бронзу, легкоплавкие сплавы

на основе свинца, олова, цинка и алюминия, т.н. баббиты.

Сплав типографский - сплав для отливки шрифтов набора, имеющий низкую температуру плавления, высокую твердость и малый угар олова. Чаще всего применяют сплавы на основе свинца. Наиболее распространенные типографские металлы: МНИ, МШ2, МШ3, МЛ1, ЛН1 и др.

Стабилизаторы - различные органические вещества, которые вводят в количестве нескольких процентов для сохранения структуры молекул и стабилизации свойств. Добавки стабилизаторов замедляют старение пластмасс.

Сталь - сплав железа с углеродом, где углерода содержится до 2,14%

Сталь автоматная - сталь с увеличенным содержанием серы или дополнительно легированная серой (А11, А12, А35, А40Г), селеном (А35Е, А45Е), кальцием (АЦ20, АЦ30, АЦ4Х), свинцом (АС14, АС40, АС35Г2), фосфором. Используют для крепежных деталей, для малонагруженных деталей сложной формы и т.д.

Сталь быстрорежущая - высоколегированная сталь, предназначенная для изготовления инструментов высокой производительности. Основное свойство - высокая теплостойкость, обеспечиваемая большим количеством вольфрама совместно с другими элементами. Марки: Р6М5, Р18, Р9, Р10К5Ф5 и др.

Сталь для зубчатых колес - цементуемая (нитроцементуемая) низкоуглеродистая легированная сталь с высоким пределом контактной выносливости (поверхностной твердостью) и прочной и вязкой сердцевиной. Марки: 15Х, 2Х, 15ХФ, 20ХР, 12ХНЗА, 20ХНЗА, 18Х2Н4МА, 18ХГТ и др.

Сталь подшипниковая - хромистая сталь для изготовления шариков, роликов, колец подшипников. Содержит примерно 1%С. Повышение концентрации хрома увеличивает прокаливаемость. Сталь поставляют после сфероидизирующего отжига со структурой мелкозернистого перлита. Марки: ШХ4, ШХ15, ШХ20ГС и др.

Сталь рессорно-пружинная - углеродистая и легированная сталь с высоким модулем упругости, ограничивающим упругую деформацию, равную $\sigma_{0,002}/E$. Применяют для изготовления жестких (силовых) упругих элементов. Подвергают закалке и отпуску при температуре 420-520°C. Марки: 65, 70, 85, 65Г, 55С2, 70СЗА, 50ХФА, 60С2ХА и др.

Сталь хладостойкая - стали с ОЦК и ГЦК решетками. Используют для работы при температурах климатического холода. Температурная граница их применения ограничивается порогом хладноломкости. Основное применение получили низкоуглеродистые стали. Стали с никелем имеют лучшую хладноломкость (12ХНЗА, ОН6). Аустенитные стали (12Х18Н10Т, 03Х13АГ19, 10Х11Н20Т3Р). Инвар 36Ni (36% Ni, остальное железо).

Статические испытания - механические испытания с приложением медленно и плавно возрастающей нагрузки.

Стекловолокниты-композиционный материал, армированный стеклянными волокнами. Имеет самую высокую прочность и удельную прочность, обладают хладостойкостью (до - 196°C) и хорошей теплостойкостью, демпфирующий материал, недефицитный, имеет низкую стоимость. Недостаток - низкий модуль упругости.

Стекло металлическое - аморфное состояние, образующееся при быстром охлаждении расплава. Обладает специфическими физико-механическими свойствами.

Сырье - вещество, предназначенное для дальнейшей переработки.

Текстолит - слоистый пластик, используемый для разнообразных средненагруженных трущихся деталей, включая зубчатые колеса и кулачки. Достоинства: сопротивление износу, отсутствие схватывания со стальными деталями.

Теория (от лат. Theoreo- рассматриваю) - система обобщенного знания, объяснения тех или иных сторон действительности.

Термопласты - термопластичные пластмассы, имеющие широкое применение в виде пленки, волокна и изделия из волокна. Ведут себя под нагрузкой как вязкоупругие вещества. Не взаимодействуют с водой (кроме полиамидов), нечувствительны к топливу и смазочным материалам, самозатухают после удаления из пламени (самый огнеопасный полистирол).

Титан - металл, имеющий малую плотность (4,5г/см³), высокую температуру плавления (1672°C), высокую прочность и хорошую коррозионную стойкость. Применяют в авиации, ракетостроении и других отраслях техники, где удельная прочность имеет важное значение.

Углеволокниты - группа композиционных материалов, армированных однотипными волокнами - углеродными.

Ферромагнетик- материал, характеризующийся большим значением магнитной восприимчивости ($\gg 1$), а также нелинейной зависимостью от напряженности поля и температуры. Например, железо, никель, кобальт и редкоземельный металл гадолиний широко используются в технике как ферромагнетики.

Ферримагнетики - материал, в котором магнитные моменты не скомпенсированы и возникает результирующий магнитный момент.

Хромаль - сплав на основе железа и никеля, используемый для элементов сопротивления и нагревательных элементов, рабочая температура которых менее 1200°C. Легирование хромом обеспечивает высокое сопротивление и жаростойкость. Маркировка Х23Ю5.

Хромко - деформируемый магнитно-твердый сплав с содержанием Fe (45%), Cr(30%), Co(25%). Их используют как магниты в виде тонких лент и проволоки.

Цирконий - металл, обладающий высокой температурой плавления и высокой коррозионной стойкостью. Механические свойства колеблются в зависимости от чистоты структурного состояния и других факторов в следующих пределах: $\sigma_B=200-400$ МПа, $\sigma_{0,2}=50-200$ МПа, $\delta=20-40\%$, $HB=30-$

60. Применяют для покрытия тепловыделяющих элементов и труб.
Цирконий находит также применение как поглотитель газов в медицине, в металлургии (легирующая присадка, раскислитель).
Чугун - сплав железа с углеродом, где углерода содержится свыше 2,14%.