МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Материаловедение и технологии металлов»

**Механические и физические свойства материалов**

Задания, методические указания по выполнению курсовой работы,

опорные вопросы для подготовки к экзамену

Для студентов 3-го курса очной и заочной формы обучения

направления 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

профиль подготовки «Материаловедение и технологии материалов в приборостроении и медицинской технике»

Составил:

доктор технических наук, профессор

кафедры «Материаловедение и технологии металлов»

Домбровский Ю.М.

г. Ростов-на-Дону, 2023

**ЗАДАНИЯ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ**

**"Выбор материалов с заданными механическими и особыми физическими свойствами"**

**по дисциплине "Механические и физические свойства материалов"**

**РАЗДЕЛ: МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ**

1.Приведите классификацию механических испытаний по способу нагружения и характеру изменения нагрузки во времени. Какие, из перечисленных прочностных характеристик определяют­ся при статических испытаниях: 1) предел прочности на растяжение σВ; 2) пре­дел прочности на изгиб σИЗГ; 3) предел прочности на кручение σКР; 4) твердость; 5) предел текучести σТ?

На рисунке 1 показан образец, под воздействием рас­тягивающей нагрузки *Р.* Какие напряжения действуют в плоскостях *F* и *FK* образца? Рассчитайте напряжения в этих плоскостях.

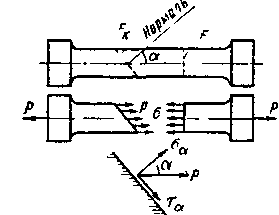


Рисунок 1

2. Что называется коэффициентом мягкости нагружения? Что он характеризует и как рассчитывается?

Какой из перечисленных способов нагружения является наименее мягким и почему?

а) растяжением. б) изгибом; в) кручением; г) ударным изгибом.

Какие из перечисленных напряжений чаще всего вызывают хрупкое разрушение материала?

а) нормальные; б) касательные; в) нор­мальные и касательные.

Для оценки прочностных характеристик, какие методы целесообразно использовать при испытании: 1. вяз­ких, 2. хрупких материалов? Дайте ответ с точки зрения мягкости схемы нагружения.

В каких условиях нагружения лучше работают хрупкие материалы типа серого чугуна (при напряжениях: а) растяжения; б) сжатия; в) изгиба?

3. Перечислите стандартные показатели прочностных и пластических свойств материала, определяемые при испытаниях на растяжение?

Что позволяют определить конструктору, выбирающему материал, показатели пластичности:

а) какова пластическая деформация детали до его разрушения; б) при какой пластической деформации деталь может работать в конструкции; в) способность материала к перераспределению напряжений в случае их концентрации.

Дайте подробное объяснение Вашему выбору.

4. Два материала имеют равные пределы прочности σВ, но различные значения относительного удлинения *δ*. Какому из них следует отдать предпочтение при изготовлении детали и почему?

Дайте определение истинных и условных напряжений. Приведите пример, когда они близки по значению.

При испытании на растяжение определяют предел прочности σВ материала. Означает ли это, что σВ во всех случаях характеризует действительную прочность материала? В чем физический смысл этой величины?

5. На рисунке 2 (а,б,в) приведены кривые растяжения в ко­ординатах нагрузка *Р* - удлинение Δ*l*. Для каких мате­риалов σВ близко к истинному пределу прочности sK?

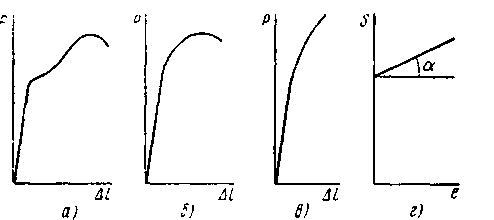


Рисунок 2

Что характеризует *tgα* на рисунке 2,***г*** истинной диаграммы растяжения?

С каким значением *tgα* (рисунок 2,***г***) материалы являются наилучшими для изготовления изделий методом холодной вытяжки?

Каков физический смысл *tgα* (рисунок 2,***г***)?

6.Какие характеристики определяют при динами­ческих испытаниях материалов: работу разрушения или ударную вязкость?

Опишите смысл физического предела текучести при растяжении σТ и его отличие от условного предела текучести - σ0,2 .

Какие из испытаний являются более жёсткими статические или динамические и почему?

7**.** Из каких деформаций в общем случае складывается удлинение Δ*l* образца, определяемое при испытании на растяжение?

Какие разновидности относительного удлинения используются в практике испытаний на растяжение, как они определяются и какова их размерность?

Какая из характеристик пластичности относительное удлинение *δ* или относительное сужение ψ наиболее полно характеризует пластичность материала?

8.Какие напряжения вызывают пластическую деформацию образ­ца при растяжении нормальные, касательные, либо те и другие?

Растяжению подвергнуты образцы: а — из пластичного материала; б— из очень хрупкого материала; в *—* из материала средней пластичности. Можно ли по разрушившимся фрагментам образцов установить, какой из образцов сделан из этих материалов и как?

Опишите, каков вид имеет поверхность излома, если материал разрушается: а— хрупко, б— вязко? Что изучает фрактография?

9. Что характеризует твердость металла, определяемая методами вдавливания в испытуемое тело твердого индентора?

Можно ли, используя значение твёрдости по Роквеллу, произвести пересчёт в прочностные показатели материала? А по твёрдости, определённой другими методами? Аргументируйте ответ.

Перечислите известные Вам методы измерения твёрдости?

Какова размерность твердости, определяемой разными методами?

Чем объясняется отсутствие корреляции между твердостью НВ, HV или HR и пределом прочности σВ при растяжениихрупких материалов?

Если НВ иσВ пластичных материалов характе­ризуют сопротивление материала пластической деформации, то чем объяснить, что эти величины разные?

10.Материал в процессе работы подвергается цик­лическому нагружению. Какие механические характери­стики материала служат для оценки его прочности в та­ких условиях нагружения?

Какие координаты применяют для построения кривых усталости (выносливости)?

Из каких этапов складывается процесс усталостного разрушения? В чём опасность эксплуатации изделий в условиях циклических нагрузок?

11. На рисунке 2 а, б, в приведены диаграммы растяжения материалов различной пластичности. Какая из диаграмм соответствует наиболее хрупкому материалу? Приведите объяснение.

По какому сечению следует ожидать разрушение образцов (см. рисунок 1), изготовленных из: а) вязкого мате­риала; б) хрупкого материала?

12. Детали типа валов часто разрушаются от усталости. Имеют ли такие детали остаточную пластическую деформацию?

Материал в условиях циклического действия на­грузок разрушается хрупко. Значит ли это, что в таких условиях нагружения в металле вообще не протекает пластическая деформация?

Какие напряжения преимущественно вызывают рост усталостной трещины при циклическом нагружении?

13. При циклическом действии нагрузок детали разрушаются обычно в условиях, когда средние напряжения цикла гораздо ниже σТ материала. Как объяснить протекание пластической деформации в этих условиях в пределах отдельных зерен?

Опишите характерные особенности поверхности раз­рушения на усталостных изломах.

В каких участках детали обычно зарождается усталостная трещина и, какие факторы способствуют её возникновению?

14.В результате периодического контактного воздействия происходит выкрашивание металла (питтинг) в поверх­ностных слоях зубьев шестерен, дорожках колец подшипников качения и др. Какие напряжения вызывают питтинг?

Какие меры являются наиболее эффективными для борьбы с усталостью?

С какими стандартными показателями механических свойств материала коррелирует предел усталостной прочности?

15.Что называют ползучестью металла?

Какие механические характеристики служат для оценки жаропрочных свойств материала?

Как расшифровать выражение σ6000,1/500= 150 МПа?

Как расшифровать выражение σ8001000=100 МПа?

Что такое релаксация напряжений? Приведите пример конструкции изделия, в котором проявляется релаксация напряжений.

16. На рисунке 3 приведена кривая растяжения металла. Перечислите виды деформации, протекающие на участках ОА и АВ этой кривой?

Чему равна остаточная деформация *δ* металла при напряжениях σ1 и σ2 на рисунке 3?

Опишите физическую картину возникновения упругой деформации в материале?

Если бы металл был абсолютно непластичен, к чему бы привело непрерывное увеличение действующих напряжений. Отражен ли этот случай на рисунке 3?

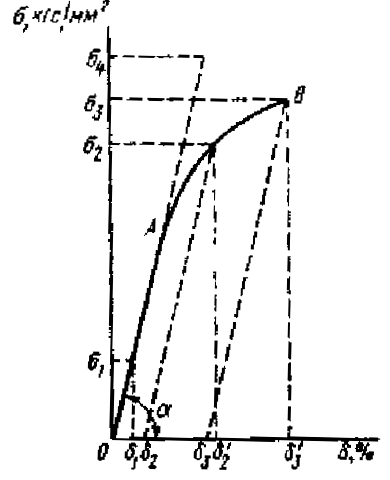
****

Рисунок 3

17. Какие показатели характеризуют упругие свой­ства материала?

Чему равен модуль упругости *Е* в соответствии с рис.3?

Какие металлы имеют наиболее высокие модули упругости? Влияет ли структура материала на этот показатель?

Существует ли анизотропия модуля упругости и какова она в поликристаллическом состоянии металла?

18. При упругой деформации кристаллических тел происходит изменение межплоскостных расстояний в кри­сталлической решетке. Должно ли это отразиться на рентгенограмме, снятой с такого материала?

Какие Вам известны упругие константы металлических материалов?

Перечислите известные Вам разновидности модуля упругости. В чём их различие? Как они связаны между собой?

19. Что вызывает пла­стическое течение в реальных металлических кристал­лах, наступающее при напряжениях, примерно в 1000 раз меньших расчётных для идеального металла? Приведите необходимые рассуждения и иллюстрации.

На рисунке 4 изображена отрицательная кра­евая дислокация. Что будет про­исходить с дислокацией, если на кристалл действует на­пряжение *τ*, равное или выше предела текучести?

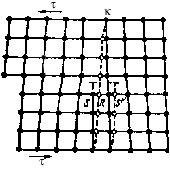
****

Рисунок 4

Каков будет результат пробега дислокации через весь кристалл и выхода на его поверхность?

20. При пластической деформации на один период решетки дислокация пересекает кри­сталл и выходит из него на поверхность. Так, как дислокация S на рисунке 4 образуется краем экстраплоскости TS, то зна­чит ли это, что и экстраплоскость TS при деформации перемещается из одного места в другое и оказывается в кристалле справа? Если это так, то как можно представить пере­мещение экстраплоскости TS, если перед ней находится стена из массы других атомных плоскостей?

Как изменяется плотность дислокаций при боль­ших степенях деформации? Если изменяется, то объясните причины этого явления.

Чем объясняется упрочнение металла при плас­тической деформации?

21. Как образуются зародышевые трещины при разрушении металла, и каковы механизмы зарождения трещин?

Чем отличается механизм хрупкого разрушения от вязкого разрушения?

При каких условиях нагружения (температура и скорость деформации) следует ожидать возникновения хрупкого разрушения?

С каким типом кристаллической решетки металлы обладают наименьшей склонностью к хрупко­му разрушению?

22. Правильным ли является разделение металлов на хрупкие и пластичные? Приведите объяснение?

Перечислите факторы, способствующие хрупкому разрушению металла?

В какое время года наблюдается большинство аварий механизмов, работающих в полевых условиях?

Перечислите способы борьбы с хладноломкостью.

23.Перечислите факторы, влияющие на конструкционную прочность деталей?

Какие из стандартных прочностных показателей в наибольшей степени характеризуют конструкционную прочность изделий?

Приведите рациональные приёмы, используемые для повышения конструкционной прочности метал­лов?

24. Что ограничивает использование упрочняющих видов обработки металлов, преследующих цель повышения плотности дислокаций и затруднения их движения (торможения)?

Какую опасность в конструкции создают высокопрочные материалы, имеющие высокий предел текучести σТ?

Укажите стандартную характеристику механических свойств материала, косвенно определяющую его склонность к хрупкому разру­шению?

25. Какие физические явления в металле ответственны за деформационное упрочнение (наклеп)?

Какие изменения претерпевает структура холоднодеформированного металла при последующем нагреве?

Опишите процессы, происходящие в структуре, при нагреве наклепанного металла, в случае, если температура нагрева выше тем­пературного порога рекристаллизации?

26. Какие процессы происходят при возврате металла?

Что происходит при полигонизации и как она влияет на плотность дислокаций в металле?

От чего зависит размер зерна рекристаллизованного металла?

Как рассчитывается температурный порог рекристаллизации тех­нически чистых металлов?

27.После больших степеней деформации при холод­ном волочении проволока разрушается. Какие нужно приме­нить методы обработки проволоки для достижения необходимой степени деформации проволоки?

Возможен ли наклеп металла, если деформация осуществляется при температурах выше температуры рекристаллизации? Как называется такая деформация и, что происходит в структуре металла при её протекании?

28. Для устранения наклепа после холодной вытяжки со степенью деформации 5—8% листы железа были под­вергнуты рекристаллизационному отжигу. Однако после отжига листы показали пониженную пластичность, а поверхность штампованных заготовок оказалась негладкой. В чём причина наблюдаемых явлений?

Является ли деформирование железа при 500°С горячей деформацией? Обоснуйте вывод.

Всегда ли деформацию нагретого металла следует считать горячей? Иллюстрируёте ответ примерами.

**РАЗДЕЛ: ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ**

**Магнитные материалы**. Общая характеристика ферритных, ферро-, антиферро- и ферримагнитных материалов. Классификация магнитных материалов по эксплуатационному назначению.

**Магнитотвердые материалы** (литейные, деформируемые, металлокерамики).

1.Сплавы для постоянных магнитов

2.Сплавы для магнитной записи

3.Стали, закаливаемые на мартенсит

4. Магнитотвердые ферриты

**Магнитомягкие материалы.**

5. Технически чистое железо

6. Сталь электротехническая

7**.** Материалы с высокой индукцией насыщения

8. Материалы с высокой проницаемостью в слабых магнитных полях

9. Магнитомягкие ферриты

**Контактные материалы.** Общая характеристика и основные требования к материалам для контактов.

10. Материалы для неподвижных контактов

11.Благородные металлы для разрывных контактов

12. Неблагородные металлы для разрывных контактов

13. Тугоплавкие металлы для разрывных контактов

14. Металлокерамика и прочие материалы для разрывных контактов

15. Материалы для скользящих контактов

**Полупроводниковые материалы.** Общая характеристика материалов с полупроводниковыми свойствами.

16. Германий и кремний, как полупроводниковые материалы

17. Другие материалы с полупроводниковыми свойствами

**Проводниковые материалы.** Общая характеристика материалов с высокой проводимостью и высоким электрическим сопротивлением.

18. Проводниковая медь

19. Проводниковый алюминий

20. Сплавы для прецизионных сопротивлений

21. Сплавы для технических сопротивлений

22.Термоэлектродные материалы

23. Жаростойкие сплавы высокого электросопротивления

**Материалы и сплавы с особыми свойствами**

24.Сплавы с особыми свойствами теплового расширения

25. Сплавы с особыми упругими свойствами

26. Термобиметаллические материалы

27. Магнитострикционные материалы

28. Термомагнитные материалы

**Требования к оформлению и содержанию пояснительной записки курсовой работы "Выбор материалов с заданными механическими и особыми физическими свойствами"**

1.Курсовая работа выполняется в соответствии с правилами оформления и требованиями к содержанию курсовых проектов (работ) и ВКР, приведенными в «Правилах оформления письменных работ, обучающихся для технических направлений подготовки», утверждённых приказом Ректора ДГТУ от 16.12.20г. №242 и «Правилах применения шаблонов оформления письменных работ учащихся» ОД-2020 СМК ДГТУ

Вариант задания (всего вариантов 28) включает два вопроса: один по разделу "Механические свойства материалов", второй по разделу "Физические свойства материалов". Номер варианта совпадает с номерами вопросов упомянутых разделов (например, вариант №1 включает первые вопросы из обоих разделов, №2 - вторые и т.д.). Если преподаватель не указал номера варианта в период установочных лекций, то он выбирается по последней цифре зачетной книжки студента. В случае последней цифры «0» - номер варианта №10.

2. Пояснительная записка должна содержать полный и содержательный ответ на все поставленные вопросы, необходимые для этого расчёты и иллюстрации. Причём ответы должны быть представлены доказательно, с подробным обсуждением вопроса, которого они касаются. Например, при ответе на вопросы из раздела "Физические свойства материалов" вначале должно быть дано описание общей характеристики, классификации и назначения класса материалов, к которому относится материал, указанный в задании. Затем следует перейти к описанию конкретного материала, номенклатуре серийно выпускаемых материалов в России и за рубежом, принципам и параметрам стандартизации таких материалов. Далее следует указать методику выбора материала с заданным комплексом свойств и привести конкретный пример такого выбора.

3. Защита курсовой работы проводится в зачетную сессию совместно с защитой отчетов по лабораторному практикуму.

По курсовой работе учебным планом предусмотрен дифференцированный зачет (с оценкой). Оценка определяется рейтинговым баллом (максимум 100). Студентам, получившим по курсовой работе рейтинговый балл 91 и выше, автоматически выставляется экзаменационная оценка «отлично».

Зачёт по курсовой работе является самостоятельным и определяет допуск к экзамену по курсу «Механические и физические свойства материалов».

4. При выполнении курсовой работы рекомендуется пользоваться лекциями, учебными пособиями, методическими указаниями к практическим занятиям по курсу "Механические и физические свойства материалов", консультациями преподавателя. Все учебно-методические разработки кафедры по данному курсу находятся на сайте: <http://skif.donstu.ru/> - Библиотека электронных ресурсов ДГТУ - факультет «Технология машиностроения» - кафедра «Материаловедение и технологии металлов» - очная и заочная форма обучения (см. позиции №7 и №15 Списка литературы, рекомендуемой для выполнения курсовой работы ).

5. Комплекс опорных вопросов, входящих в экзаменационные билеты по курсу «Механические и физические свойства материалов» приведены в данных методических указаниях.

**Литература, рекомендуемая для выполнения курсовой работы**

1. Материалы в приборостроении и автоматике. Справочник. Под ред. Ю.М Пятина, - М.: Машиностроение, 1982 - 528 с.
2. Прецизионные сплавы. Справочник. Под ред. Б.В. Молотилова. – М.: Металлургия, 1983. – 439 с.
3. Материаловедение. Под ред. Б.Н. Арзамасова. – М.: Машиностроение, 1986. – 384 с.
4. Пустовойт В.Н., Бровер А.В. Материалы для систем микроэлектроники и вычислительной техники: Учебное пособие. – Ростов-на-Дону: Издательский центр ДГТУ, 2001, – 70 с.
5. Солнцев Ю.П., Пряхин Е.М., Войткун Ф. Материаловедение: Учебник для вузов. Издание 2-е переработанное и дополненное. – СПб.: Химиздат, 2002. – 696 с.
6. Пустовойт В.Н., Бровер Г.И. Материалы в приборостроении и автоматике: Текст лекций/ ДГТУ, - Ростов-на-Дону, 1994. – 63 с.
7. Домбровский Ю.М. Механические свойства материалов**:** физические и прикладные аспекты: Учебное пособие. 2023.- Электронный ресурс на сайте <http://skif.donstu.ru/>.
8. Тихонов Л.В., Кононенко В.А., Прокопенко Г.И., Рафаловский В.А. Структура и свойства металлов и сплавов. Механические свойства металлов и сплавов. Справочник. Киев: Наукова думка, 1987. – 582 с.
9. Шматко О.А., Усов Ю.В. Структура и свойства металлов и сплавов. Электрические и магнитные свойства металлов и сплавов. Справочник. – Киев: Наукова думка, 1987. – 582 с.
10. Золотаревский В.С. Механические свойства металлов. – М.: МИСИС,1998. – 400 с.
11. Золотаревский В.С. Механические испытания и свойства металлов. – М.: Металлургия, 1983. – 350 с.
12. Бернштейн М.Л., Займовский В.А. Структура и механические свойства металлов. – М.: Металлургия, 1979. – 495 с.
13. Бернштейн М.Л. Прочность стали. - М.: Металлургия, 1974. - 200 с.
14. Фридман Я.Б. Механические свойства металлов. Т. 1,2 – М.: Металлургия, 1974. – 840 с.
15. Домбровский Ю.М. Физические свойства металлов и сплавов: Учебное пособие. 2023.- Электронный ресурс на сайте <http://skif.donstu.ru/>
16. Конструкционные материалы: Справочник / Б.Н. Арзамасов, В.А. Брострем, Н.А. Буше и др., - М.: Машиностроение, 1990. - 688с.

17. Новые материалы. Под научной редакцией Ю.С. Карабасова. - М: "МИСИС". - 2002.- 736с.

18. Богородицкий Н.П. и др. Электротехнические материалы: Учебнк для электротехн. и энерг. спец. вузов/ Богородицкий Н.П. и др. - 7-е изд. перераб. и доп. - Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд - ние, 1985. - 304с.

19. Справочник по электротехническим материалам: в 3-х т./Под ред. Ю.В. Корецкого и др. - 3-е изд. перераб. - М.: Энергоатомиздат, 1986 - 1988. - 1560с.

20. Готман П.Е. и др. Электротехнические материалы. Справочник. 2-е изд. доп. И перераб. М.: Энергия, 1969. - 544с.

21. Алиев И.И., Калганова С.Г. Электротехнические материалы и изделия. Справочник. - М.: ИП РадиоСофт, 2003. - 352с.

22. Бровер Г.И. Электротехнические материалы: Текст лекций. – Ростов-на-Дону: Издательский центр ДГТУ, 1993, – 45 с.

**Контрольные вопросы к экзамену по курсу "Механические и физические свойства материалов"**

**Механические свойства.**

1. Нормальные и касательные напряжения. Понятие условных и истинных напряжений.
2. Схемы напряжённого состояния при механических испытаниях. Коэффициент "мягкости" схемы напряжённого состояния.
3. Классификация механических испытаний. Условия подобия механических испытаний.
4. Упругая деформация. Физический смысл, основные понятия и характеристики. Модуль упругости.
5. Неполная упругость и внутреннее трение. Эффект Баушингера.
6. Пластическая деформация. Деформация скольжением и двойникованием. Понятие пластической деформации в идеальных и реальных металлических материалах.
7. Анизотропия механических свойств кристаллов. Система скольжения. Квазиизотропия.
8. Физическая картина пластической деформации монокристаллов. Линии и полосы скольжения. Диаграмма деформации.
9. Основные стадии пластической деформации металлов и особенности строения следов скольжения на каждой из них. Деформационное упрочнение и текстура деформации.
10. Влияние различных факторов на пластическую деформацию скольжением (энергии дефекта упаковки, схемы напряжённого состояния, температуры испытаний и скорости деформации).
11. Пластическая деформация твёрдых растворов и двухфазных систем. Основные механизмы упрочнения при легировании.
12. Разрушение. Этапы развития и типы разрушения. Различия между вязким и хрупким разрушением.
13. Механизмы зарождения трещин. Вязкое разрушение. Особенности строения вязкого излома.
14. Хрупкое разрушение. Критерий Гриффитса и его физическое толкование. Особенности строения хрупкого излома.
15. Низкотемпературное охрупчивание материалов. Способы борьбы с хладноломкостью.
16. Статические испытания. Испытание на растяжение (оборудование; методика испытаний; стандартные показатели результатов испытаний и их физический смысл).
17. Статические испытания. Испытание на сжатие (оборудование; методика испытаний; стандартные показатели результатов испытаний и их физический смысл).
18. Статические испытания. Испытание на изгиб (оборудование; методика испытаний; стандартные показатели результатов испытаний и их физический смысл).
19. Статические испытания. Испытание на кручение (оборудование; методика испытаний; стандартные показатели результатов испытаний и их физический смысл).
20. Влияние концентрации напряжений на результаты механических испытаний. Испытания образцов с надрезом.
21. Испытания на вязкость разрушения (трещиностойкость). Оборудование; методика испытаний; стандартные показатели результатов испытаний и их физический смысл.
22. Динамические испытания. Особенности процессов пластической деформации при динамическом нагружении. Работа деформации и ударная вязкость.
23. Испытания на твёрдость. Виды и способы испытаний твёрдости.
24. Длительные испытания и свойства при повышенных температурах. Явление ползучести. Испытания на ползучесть и длительную прочность.
25. Усталостные испытания. Этапы усталостного разрушения. Испытания на усталостную долговечность.
26. Изнашивание. Виды износа и испытаний на износостойкость.
27. Технологические испытания. Цели, разновидности.
28. Изменение структуры и свойств металлических материалов в результате пластической деформации. Рекристаллизация и дорекристаллизационные процессы. "Холодная" и "горячая" пластическая деформация.

**Физические свойства.**

1. Общие представления о строении атомов и твёрдых тел. Энергетический спектр электрона в атоме и в кристалле.
2. Решёточная и электронная подсистемы. Понятие энергии Ферми.
3. Металлы, диэлектрики и полупроводники с позиций энергетического спектра электрона.
4. Тепловые колебания кристаллической решётки. Электронные свойства. Электронная теплоёмкость.
5. Электропроводность и теплопроводность металлов. Закон Видемана-Франца.
6. Сверхпроводимость, её основы. Сверхпроводники первого и второго рода. Применение сверхпроводимости в технике.
7. Явления выхода электронов из металлов. Электронная эмиссия, её разновидности и практическое использование.
8. Контактные явления в металлах. Физика и использование контактных явлений.
9. Оптические свойства металлов. Коэффициенты отражения и поглощения металлов в зависимости от частоты света.
10. Парамагнетизм и диамагнетизм металлов. Природа явлений. Методы измерения пара- и диамагнитной восприимчивости.
11. Ферромагнетизм и антиферромагнетизм. Спонтанный магнетизм. Обменное взаимодействие.
12. Теплоёмкость, физический смысл и единицы измерения. Решёточная и электронная составляющие теплоёмкости материалов.
13. Теплопроводность, физический смысл и единицы измерения. Ведущие механизмы теплопроводности в металлах.
14. Температуропроводность, тепловое расширение и явление анизотропии теплового расширения.
15. Теплоёмкость металлов, сплавов и соединений. Изменение теплоёмкости при фазовых и структурных превращениях.
16. Теплопроводность металлов, сплавов и соединений. Методы исследования теплопроводности.
17. Методы калориметрического и термического анализов при решении металловедческих задач.
18. Электрические свойства материалов, основные определения и методы измерения.
19. Электрическое сопротивление металлов, сплавов и соединений. Применение электрического анализа в металловедении.
20. Магнитные свойства, основные определения и единицы измерения. Техническое намагничивание, петля гистерезиса и её основные параметры.
21. Магнитные свойства металлов, сплавов и соединений. Методы измерения магнитных свойств материалов.
22. Магнитные методы исследования свойств и структурно-фазовых превращений в ферромагнитных материалах.
23. Плотность и термическое расширение. Дилатометрическое исследование при термической обработке.
24. Полупроводники. Физические основы полупроводниковых материалов, технология получения и примеры использования полупроводниковых устройств.
25. Магнитные материалы в технике. Магнитно-мягкие и магнитно-твёрдые материалы. Классификация, области применения.
26. Электротехнические материалы. Классификация, техническое применение.
27. Сплавы с особыми тепловыми свойствами. Материалы с регламентируемым коэффициентом линейного расширения (ТКЛР). Области применения.
28. Прецизионные сплавы с регламентируемым модулем упругости (ТКМУ). Физические основы создания и назначение.