Содержание

Вопросы:

1. Как по своему строению различают твёрдые тела?........................................................2

2. Что такое объемные дефекты?..........................................................................................3

3. Какие свойства имеют монокристаллы, и каковы условия их получения?..................5

4. Каковы отличия дендритной и зональной ликваций; факторы, влияющие на их величину?............................................................................................................................................6

5. С какой целью в технике может использоваться наклеп, и какова природа его образования?.......................................................................................................................................7

6. Что такое первичная и собирательная рекристаллизация?............................................8

7. Как легирующие элементы влияют на структуру сталей?.............................................9

8. Перечислите основные виды термообработки, их назначение и режимы………......10

9. Объясните суть старения и его отличие от отпуска………………………………......12

10 Как влияют примеси в сталях на их свойства?.............................................................14

11.Какие легирующие элементы способствуют повышению прокаливаемости сталей?...............................................................................................................................................15

12. Сопоставьте свойства углеродистых и легированных инструментальных сталей..16

13. Назовите основные легирующие элементы, обеспечивающие сталям высокие антикоррозионные свойства………………………………………………………………………17

14. Какие структуры стали обеспечивают её немагнитные свойства?............................18

15. В каком виде может присутствовать графит в чугунах?............................................19

16. Какие свойства можно получить за счет легирования и термообработки чугунов?.............................................................................................................................................20

17. Как называются основные группы сплавов меди?......................................................21

18. Перечислите деформируемые титановые сплавы и их основные характеристики..22

19. Благодаря каким фазам подвергаются химической обработке высокопрочные магниевые сплавы?...........................................................................................................................24

20. Какова особенность применения бериллия и его сплавов?........................................25

21.Каков механизм дополнительного упрочняющего действия в дисперсно-упрочненных композиционных материалах?................................................................................26

22. Каковы различия между термореактивными и термопластичными материалами?.27

23. Библиографический список…………………………………………………………...28

1 Как по своему строению различают твёрдые тела?

Всякое вещество состоит из очень большого числа мельчайших частичек — молекул. Каждая молекула, в свою очередь, состоит из сравнительно небольшого числа атомов. По взаимному расположению атомов или молекул твердые тела подразделяются на кристаллические и аморфные.

Кристаллическими называются тела, в которых атомы и молекулы расположены в правильном геометрическом порядке, а аморфными (стеклообразными), — в которых атомы и молекулы расположены беспорядочно. Различие в строении кристаллических и аморфных веществ определяет и различия в их свойствах. Так, аморфные вещества химически более активны, чем кристаллические такого же химического состава. Поэтому в качестве активных минеральных добавок к цементам применяют горные породы, имеющие аморфное строение, — диатомиты, трепелы, пемзы, туфы.

В зависимости от строения различают волокнистые, зернистые, слоистые материалы. Если материал состоит из частиц различных веществ, прочно соединенных одна с другой, то говорят, что он имеет конгломератное строение. Примером искусственного конгломерата может служить бетон. В бетоне зерна щебня и песка прочно соединены в монолит цементным камнем.

Волокнистые или слоистые материалы, у которых волокна (слои) расположены параллельно одно другому, обладают различными свойствами в различных направлениях. Это явление называется анизотропией, а материалы, обладающие такими свойствами, — анизотропными. Пример анизотропного материала — древесина, имеющая волокнистое строение. Древесина набухает поперек волокон в 10...15 раз больше, чем вдоль, а прочность древесины по разным направлениям совершенно различна.

2 Что такое объемные дефекты?

К объёмным, или трехмерным дефектам кристаллической решетки относятся трещины и поры. Наличие трещин резко снижает прочность как материалов на металлической основе, так и неметаллических материалов. Это связано с тем, что острые края трещин являются концентраторами напряжений. Важно отметить, что при одинаковой геометрии трещин пластичность металлических материалов остается выше, чем неметаллических. Природа этого различия состоит в том, что в металлических материалах в области концентрации напряжений облегчается генерация дислокаций, и пластическая деформация материала приводит к затуплению трещин. В неметаллических материалах кристаллическая решетка упакована неплотно, подвижность дислокаций невелика, следовательно, затупление острых краев трещин за счет пластической деформации невозможно.

Присутствие в материале пор также снижает прочность металлических материалов, поскольку уменьшается истинное сечение деталей. В неметаллических материалах влияние пор на свойства материала не столь однозначно. Крупные поры снижают прочность материала, поскольку уменьшается сечение изделий. В то же время мелкие поры могут повышать прочность материалов. Это связано с тем, что при возникновении пор появляется свободная поверхность. У атомов, находящихся на свободной поверхности, количество соседей резко отлично от количества соседей атомов в глубинных слоях материала, следовательно, энергия атомов на поверхности материала повышена. Первая производная поверхностной энергии по расстоянию является поверхностным натяжением. Таким образом, на атомы, находящиеся на поверхности пор, действуют сжимающие напряжения. Неметаллические материалы с ионной или ковалентной связью между атомами хорошо сопротивляются действию сжимающих и плохо противостоят действию растягивающих напряжений. При всех реальных схемах нагружения (например, изгиб) в материале возникают как растягивающие, так и сжимающие напряжения. При наличии пор сжимающие напряжения на их поверхности компенсируют внешние растягивающие напряжения. Поэтому присутствие мелких пор ведет к росту прочности неметаллических материалов.

Поскольку энергия атомов на поверхности объёмных дефектов повышена, то они являются источником вакансий. При нагреве трещины и поры как бы "испаряются", превращаясь в вакансии. При охлаждении вакансии вновь "конденсируются". При "конденсации" вакансионного "пара" система стремится к минимуму энергии, а следовательно, к минимуму поверхностной энергии. Таким образом, при нагреве и последующем охлаждении острые трещины превращаются в сферические поры, то есть за счет чередования нагрева с охлаждением можно превращать опасные трещины в менее опасные поры.

Уменьшение сечения материала при наличии пор и трещин, а также искажение кристаллической решетки вблизи их поверхности приводит к повышению удельного электросопротивления металлических материалов. В неметаллических материалах наличие объёмных дефектов снижает удельное электросопротивление вследствие повышения подвижности ионов по вакансиям в материалах с ионной связью и облегчения выхода электронов в материалах с ковалентной связью.

3 Какие свойства имеют монокристаллы, и каковы условия их получения?

Получение монокристаллов позволяет изучать свойства металлов, исключив влияние границ зерен. Существует несколько методов получения монокристаллов, важнейшими из них являются методы Бриджмена и Чохральского.

*Метод Бриджмена* состоит в следующем: металл, помещенный в тигель с коническим дном*,* нагревается в вертикальной трубчатой печидо температуры на 50 — 100 грС выше температуры его плавления. Затем тигель с расплавленным металлом медленно удаляется из печи. Охлаждение наступает в первую очередь в вершине конуса, где и появляются первые центры кристаллизации. Монокристаллвырастает из того зародыша, у которого направление преимущественного роста совпадает с направлением перемещения тигля. При этом рост других зародышей подавляется. Для непрерывного роста монокристалла необходимо выдвигать тигель из печи со скоростью, не превышающей скорость кристаллизации данного металла.

В *методе Чохральского* монокристаллы медленно вытягивается из расплава. Скорость вытягивания 1—20 мм/ч. Метод позволяет получать монокристаллы заданной кристаллографической ориентации. Метод Чохральского применяется при выращивании монокристалла иттриево-алюминиевого граната, ниобата лития и полупроводниковых монокристаллов. А. В. Степанов создал на основе этого метода способ для выращивания монокристалла с сечением заданной формы, который используется для производства полупроводниковых монокристаллов.

Монокристаллы ценны как материал, обладающий особыми физическими свойствами. Например, алмаз и боразон предельно тверды, Флюорит прозрачен для широкого диапазона длин волн, Кварц — пьезоэлектрик. Монокристаллы способны менять свои свойства под влиянием внешних воздействий (света, механических напряжений, электрических и магнитного полей, радиации, температуры, давления). Поэтому изделия и элементы, изготовленные из монокристаллов, применяются в качестве различных преобразователей в радиоэлектронике, квантовой электронике, акустике, вычислительной технике и др. Первоначально в технике использовались природные монокристаллы, однако их запасы ограничены, а качество не всегда достаточно высоко. В то же время многие ценные свойства были найдены только у синтетических кристаллов. Поэтому появилась необходимость искусственного выращивания монокристалла. Исходное вещество для его выращивания может быть в твёрдом (в частности, в порошкообразном), жидком (расплавы и растворы) и газообразном состояниях.

4 Каковы отличия дендритной и зональной ликваций; факторы, влияющие на их величину?

Ликвация (от лат. liquatio – разжижение, плавление) – неоднородность химического состава сплавов, возникающая при их кристаллизации.

Различают дендритную ликвацию, которая проявляется в микрообъёмах сплава, близких к размеру зёрен, и зональную ликвацию, наблюдаемую во всём объёме слитка. Дендритная ликвация выражается в том, что оси дендритных кристаллов отличаются по химическому составу от межосных пространств. Этот вид ликвации может быть в значительной степени устранён при длительном отжиге металла (так называемая гомогенизация) в результате диффузии примесей.

Зональная ликвация выражается в наличии в слитке нескольких зон с различным химическим составом, которые в зависимости от характера отклонений от среднего состава сплава называются зонами положительной или отрицательной ликвации. Различают осевую и внеосевую ликвацию. Для уменьшения зональной ликвации ограничивают размеры слитков, а также применяют специальные металлургические процессы: непрерывную разливку, переплав в водоохлаждаемом кристаллизаторе (электрошлаковый или вакуумный) и т. п.

5 С какой целью в технике может использоваться наклеп, и какова природа его образования?

Наклеп – изменение структуры и свойств металлического материала, вызванное пластической деформацией. Наклеп снижает пластичность и ударную вязкость, но увеличивает предел пропорциональность, предел текучести и твердость. Наклеп снижает сопротивление материала деформации противоположного знака. При поверхностном наклепе изменяется остаточное напряженное состояние в материале и повышается его усталостная прочность. Наклеп возникает при обработке металлов давлением (прокатка, волочение, ковка, штамповка), резанием, при обкатке роликами, при специальной обработке дробью.

Упрочнение металла в процессе пластической деформации (наклеп) объясняется увеличением числа дефектов кристаллического строения (дислокаций, вакансий, межузельных атомов). Повышение плотности дефектов кристаллического строения затрудняет движение отдельных новых дислокаций, а, следовательно, повышает сопротивление деформации и уменьшает пластичность. Наибольшее значение имеет увеличение плотности дислокаций, так как возникающее при этом между ними взаимодействие тормозит дальнейшее их перемещение.

Повышение долговечности деталей машин методом поверхностного пластического деформирования (ППД) или поверхностного наклепа широко используется в промышленности для повышения сопротивляемости малоцикловой и многоцикловой усталости деталей машин.

Поверхностное упрочнение достигается:

1) дробеструйным наклепом за счет кинетической энергии потока чугунной или стальной дроби; поток дроби на обрабатываемую поверхность направляется или скоростным потоком воздуха, или роторным дробеметом.

2) центробежно-шариковым наклепом за счет кинетической энергии стальных шариков (роликов), расположенных на периферии вращающегося диска; при вращении диска под действием центробежной силы шарики отбрасываются к периферии обода, взаимодействуют с обрабатываемой поверхностью и отбрасываются в глубь гнезда;

3) накатываем стальным шариком или роликом передача нагрузки на ролик может быть с жестким и упругим контактом между инструментом и обрабатываемой поверхностью;

4) алмазным выглаживанием оправкой с впаенным в рабочей части алмазом, оно позволяет получать блестящую поверхность с малой шероховатостью.

6 Что такое первичная и собирательная рекристаллизация?

*Рекристаллизация* — это процесс зарождения и роста новых зерен с меньшим количеством дефектов строения; в результате рекристаллизации образуются новые, чаще всего равноосные зерна.

В зависимости от температуры нагрева и выдержки различают три стадии рекристаллизации: первичная, собирательная и вторичная.

*Первичная рекристаллизация* начинается с образования зародышей новых зерен и заканчивается полным замещением наклепанного металла новой поликристаллической структурой.

На стадии первичной рекристаллизации зарождение и рост новых зерен происходят одновременно. Зерна растут путем движения болынеугловых границ через наклепанный металл. В таком зерне плотность дислокаций и других дефектов минимальна, в наклепанном металле — максимальна.

Первичная рекристаллизация заканчивается при полном замещении новыми зернами всего объема деформированного металла.

Первичная рекристаллизация полностью снимет наклеп, созданный при пластическом деформировании, металл приобретает равновесную структуру с минимальным количеством дефектов кристаллического строения. Свойства металла после рекристаллизации близки к свойствам отожженного металла.

*Собирательная рекристаллизация* представляет самопроизвольный процесс укрупнения зерен, образовавшихся на стадии первичной рекристаллизации. Чем крупнее зерна, тем меньше суммарная поверхность границ зерен и тем меньше запас избыточной поверхностной энергии (по сравнению с объемом зерен).

Рост зерен происходит в результате перехода атомов от одного зерна к соседнему через границу раздела; одни зерна при этом постепенно уменьшаются в размерах и затем совсем исчезают, другие — становятся более крупными, поглощая соседние зерна. С повышением температуры рост зерен ускоряется.

Собирательная рекристаллизация тормозится, когда зерна становятся многогранниками с плоскими гранями, а углы между соседними гранями составляют 120°.

7 Как легирующие элементы влияют на структуру сталей?

Влияние легирующих элементов. Легирующие элементы вводят в сталь для повышения ее конструкционной прочности. Основной структурной составляющей в конструкционной стали является феррит, занимающий в структуре не менее 90% по объему. Растворяясь в феррите, легирующие элементы упрочняют его.

*Хром* оказывает благоприятное влияние на механические свойства конструкционной стали. Его вводят в сталь в количестве до 2%; он растворяется в феррите и цементите.

*Никель —* наиболее ценный легирующий элемент. Его вводят в сталь в количестве от 1 до 5%.

*Марганец* вводят в сталь до 1,5%. Он распределяется между ферритом и цементитом. Марганец заметно повышает предел текучести стали, но делает сталь чувствительной к перегреву. В связи с этим, для измельчения зерна одновременно с марганцем в сталь вводят карбидообразующие элементы.

*Кремний* является не карбидообразующим элементом, и его количество в стали ограничивают до 2%. Он значительно повышает предел текучести стали и при содержании более 1% снижает вязкость и повышает порог хладноломкости.

*Молибден и вольфрам* являются карбидообразующими элементами, которые большей частью растворяются в цементите. Молибден в количестве 0,2-0,4% и вольфрам в количестве 0,8-1,2% в комплексно-легированных сталях способствуют измельчению зерна, увеличивают прокаливаемость и улучшают некоторые другие свойства стали.

*Ванадий и титан —* сильные карбидообразующие элементы, которые вводят в небольшом количестве (до 0,3% V и 0,1% Ti) в стали, содержащие хром, марганец, никель, для измельчения зерна. Повышенное содержание ванадия, молибдена и вольфрама в конструкционных сталях недопустимо из-за образования специальных трудно растворимых при нагреве карбидов. Избыточные карбиды, располагаясь по границам зерен, способствуют хрупкому разрушению и снижают прокаливаемость стали.

*Бор* вводят для увеличения прокаливаемости в очень небольших количествах (0,002-0,005%).

8 Перечислите основные виды термообработки, их назначение и режимы

Термической обработкой называется технологический процесс, состоящий из совокупности операций нагрева, выдержки и охлаждения изделий из металлов и сплавов, целью которого является изменение их структуры и свойств в заданном направлении.

Термическая обработка, заключающаяся в нагреве металла, находящегося в результате каких-либо предшествующих воздействий в неравновесном состоянии, и приводящая его в более равновесное состояние, называется [отжигом](http://www.metalloobrabotka.su/otjig.html). Охлаждение после отжига производится вместе с печью. Нагрев при отжиге может производиться ниже и выше температур фазовых превращений в зависимости от целей отжига. Отжиг, при котором нагрев и выдержка металла производится с целью приведения его в однородное (равновесное) состояние за счет уменьшения (устранения) химической неоднородности, снятия внутренних напряжений и рекристаллизации называется отжигом первого рода. Его проведение не связано с прохождением фазовых превращений. Он возможен для любых металлов и сплавов. В зависимости от того, какие отклонения от равновесного состояния устраняются существуют следующие разновидности отжига 1-го рода: гомогенизационный, рекристаллизационный и уменьшающий напряжения отжиг.

Гомогенизационный (диффузионный) отжиг — это термическая обработка, при которой главным процессом является устранение последствий дендритной ликвации (химической неоднородности).

Рекристаллизационный отжиг — это термическая обработка деформированного металла, при которой главным процессом является рекристаллизация металла.

Отжиг, уменьшающий напряжения — это термическая обработка, при которой главным процессом является полная или частичная релаксация остаточных напряжений.

Отжиг, при котором нагрев производится выше температур фазовых превращений с последующим медленным охлаждением для получения структурно равновесного состояния, называется отжигом второго рода или перекристаллизацией.

Если после нагрева выше температур фазовых превращений охлаждение ведется не в печи, а на воздухе, то такой отжиг называется нормализацией, которая является переходной ступенью от отжига к [закалке](http://www.metalloobrabotka.su/zakalka.html). Существуют два вида закалки: закалка без полиморфного превращения и закалка с полиморфным превращением. Закалка без полиморфного превращения заключается в нагреве металла или сплава до температур растворения избыточной фазы, выдержке при этой температуре с целью получения однородного пересыщенного твердого раствора, и в фиксации полученного пересыщенного твердого раствора за счет быстрого охлаждения в сильном охладителе (вода, масло и др.).

В результате этого сплав имеет структурно неустойчивое состояние. Этот вид закалки характерен для сплавов алюминия с медью — дуралюминов.

Термическая обработка, заключающаяся в нагреве металла выше температур фазовых превращений с последующим быстрым охлаждением для получения структурно неравновесного состояния, называется закалкой с полиморфным превращением. Этот вид закалки характерен для сплавов железа с углеродом (стали). После закалки в стали образуется структура пересыщенного твердого раствора углерода в a -железе, которая называется мартенситом. Состояние закаленного сплава характеризуется особой неустойчивостью. Процессы, приближающие его к равновесному состоянию, могут идти даже при комнатной температуре и резко ускоряются при нагрева.

Термическая обработка, представляющая собой нагрев закаленного сплава ниже температур фазовых превращений (ниже АС1) для приближения его структуры к более устойчивому состоянию, называется [отпуском](http://www.metalloobrabotka.su/otpusk.html). Отпуск является операцией, проводимой после закалки стали (закалки с полиморфным превращением). Между отпуском и отжигом 1-го рода много общего. Разница в том, что отпуск — всегда вторичная операция после закалки.

Самопроизвольный отпуск, происходящий после закалки без полиморфного превращения, в результате длительной выдержки при комнатной температуре, или отпуск при сравнительно небольшом подогреве, называется старением.

9 Объясните суть старения и его отличие от отпуска

**Старение** применимо к сплавам, которые были подвергнуты закалке без полиморфного превращения. Пересыщенный твёрдый раствор в таких сплавах термодинамически неустойчив и склонен к самопроизвольному распаду. Старение заключается в образовании путём диффузии внутри зерен твердого раствора участков, обогащенных растворённым элементом (зон Гинье — Престона) и (или) дисперсных частиц избыточных фаз, чаще всего химических соединений. Эти зоны и дисперсные частицы выделившихся фаз тормозят скольжение дислокаций, чем и обусловлено упрочнение при старении. Стареющие сплавы называют поэтому дисперсионно-твердеющими.

Основные параметры старения — температура и время выдержки. С повышением температуры ускоряются диффузионные процессы распада пересыщенного твёрдого раствора, и сплав быстрее упрочняется. Начиная с определённой выдержки, при достаточно высокой температуре происходит перестаривание — снижение прочности сплава. Причиной перестаривания является коагуляция дисперсных выделений из раствора, которая заключается в растворении более мелких и росте более крупных частиц выделившейся фазы. В результате коагуляции расстояние между этими частицами возрастает и торможение дислокаций в зёрнах твёрдого раствора уменьшается. Одни сплавы, например дуралюмины, после закалки сильно упрочняются уже во время выдержки при комнатной температуре (естественное старение).

Большинство сплавов после закалки нагревают, чтобы ускорить процессы распада пересыщенного твёрдого раствора (искусственное старение). Иногда проводят ступенчатое старение с выдержкой вначале при одной, а затем при другой температуре. Старение применяют главным образом для повышения прочности и твёрдости конструкционных материалов (алюминиевых, магниевых, медных, никелевых сплавов и некоторых легированных сталей), а также для повышения коэрцитивной силы магнитно-твёрдых материалов. Время выдержки для достижения заданных свойств в зависимости от состава сплава и температуры старения колеблется от десятков мин до нескольких сут.

**Отпуску** подвергают сплавы, главным образом стали, закалённые на мартенсит. Основные параметры процесса — температура нагрева и время выдержки, а в некоторых случаях и скорость охлаждения (для предотвращения отпускной хрупкости). В сталях мартенсит является пересыщенным раствором, и сущность структурных изменений при отпуске та же, что и при старении, — распад термодинамически неустойчивого пересыщенного раствора.

Отличие отпуска от старения связано прежде всего с особенностями субструктуры мартенсита, а также с поведением углерода в мартенсите закалённой стали.

Для мартенсита характерно большое число дефектов кристаллического строения (дислокаций и др.). Атомы углерода быстро диффундируют в решётке мартенсита и образуют на дислокациях сегрегации, а возможно и дисперсные частицы карбида сразу после закалки или даже в период закалочного охлаждения. В результате закалённая сталь оказывается в состоянии максимального дисперсного твердения или в близком к нему состоянии. Поэтому при выделении из мартенсита дисперсных частиц карбида во время отпуска прочность и твёрдость стали или вообще не повышаются, или достигается лишь незначительное упрочнение. Уменьшение же концентрации углерода в мартенсите при выделении из него карбида является причиной разупрочнения мартенсита. В итоге отпуск сталей, как правило, приводит к снижению твёрдости и прочности с одновременным ростом пластичности и ударной вязкости. Отпуск безуглеродистых железных сплавов, закалённых на мартенсит, может приводить к сильному дисперсионному твердению из-за выделения из пересыщенного раствора дисперсных частиц интерметаллических соединений. Причина упрочнения при этом та же, что и при старении. Термины «отпуск» и «старение» часто используют как синонимы.

10 Как влияют примеси в сталях на их свойства?

Полезные примеси - кремний и марганец. **Кремний**, если он содержится в стали в небольшом количестве, особого влияния на ее свойства не оказывает. При повышении содержания кремния значительно улучшаются упругие свойства, магнитопроницаемость, сопротивление коррозии и стойкость против окисления при высоких температурах.

**Марганец**, как и кремний, содержится в обыкновенной углеродистой стали в небольшом количестве и особого влияния на ее свойства также не оказывает. Однако марганец образует с железом твердый раствор и несколько повышает твердость и прочность стали, незначительно уменьшая ее пластичность. При высоком содержании марганца сталь приобретает исключительно большую твердость и сопротивление износу.

Постоянные примеси, от которых зависит качество стали, - **сера** и **фосфор. Сера** является вредной примесью. Она находится в стали главным образом в виде FeS. Это соединение сообщает стали хрупкость при высоких температурах, например при ковке, - свойство, которое называется красноломкостью. Сера увеличивает истираемость стали, понижает сопротивление усталости и уменьшает коррозионную стойкость. В углеродистой стали допускается серы не более 0,06-0,07%. Увеличение хрупкости стали при повышенном содержании серы используется иногда для улучшения обрабатываемости на станках, благодаря чему повышается производительность при обработке.

**Фосфор** также является вредной примесью. Он образует с железом соединение Fe3P, которое растворяется в железе. Кристаллы этого химического соединения очень хрупки. Обычно они располагаются по границам зерен стали, резко ослабляя связь между ними, вследствие чего сталь приобретает очень высокую хрупкость в холодном состоянии (хладноломкость). Особенно сказывается отрицательное влияние фосфора при высоком содержании углерода. Обрабатываемость стали фосфор несколько улучшает, так как способствует отделению стружки.

Газы, присутствующие в стали, образуют химические соединения, в свободном состоянии находятся в порах или в виде твердых растворов — в феррите.

Кислород и азот дают хрупкие неметаллические включения, снижают вязкость и пластичность стали.

Водород находится в твердом растворе и значительно увеличивает хрупкость стали, способствует образованию внутренних трещин в хромистых и хромоникелевых сталях (флокены).

11 Какие легирующие элементы способствуют повышению прокаливаемости сталей?

Ведущая роль легирующих элементов в сталях заключается и в существенном повышении их [прокаливаемости](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B2%D0%B0%D0%B5%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C&action=edit&redlink=1). Основными легирующими элементами этой группы сталей являются [хром](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D1%80%D0%BE%D0%BC) (Cr), марганец (Mn), [никель](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B8%D0%BA%D0%B5%D0%BB%D1%8C) (Ni), [молибден](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D0%B1%D0%B4%D0%B5%D0%BD) (Mo), [ванадий](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%B9) (V) и [бор](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%BE%D1%80_(%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82)) (В). Содержание углерода (С) в легированных конструкционных сталях — в пределах 0.25-0.50 %.

Бор увеличивает прокаливаемость стали, делает сталь чувствительной к перегреву.

Хром повышает твердость, прочность и износоустойчивость. При содержании более 14% повышаются жаропрочность, жаростойкость и антикоррозионность. Вольфрам, ванадий и молибден измельчают зерно, резко повышают красностойкость быстрорежущей легированной стали.

Никель повышает прочность, вязкость, упругость и электросопротивление продукции и понижает коэффициент ее линейного расширения. В сочетании с хромом он является наиболее распространенным легирующим элементом.

Кремний способствует получению более однородной и плотной структуры. При высоком содержании (15-20%) металл становится кислотоупорным, а при 2-4% - склонным к магнитным превращениям.Все названные выше элементы увеличивают прокаливаемость легированных сталей.

**Хромомарганцевые стали**. Совместное легирование хромом (0.9-1.2%) и марганцем (0.9-1.2%) позволяет получить стали с достаточно высокой прочностью и прокаливаемостью.

Хромоникелевые стали обладают высокой прокаливаемостью, хорошей прочностью и вязкостью. Они применяются для изготовления крупных изделий сложной конфигурации, работающих при динамических и вибрационных нагрузках.

12 Сопоставьте свойства углеродистых и легированных инструментальных сталей

К инструментальным сталям относятся стали, используемые для обработки материалов резанием и давлением. По химическому составу различают инструментальные углеродистые стали и инструментальные легированные стали.

Инструментальные углеродистые стали содержат от 0,7 до 1,3 процента углерода, обладают высокой твердостью, относительно невысокой стоимостью, но недостаточной износостойкостью и красностойкостью. В основном используются для ручного инструмента или для изготовления металлообрабатывающего инструмента, который во время работы не подвергается воздействию высоких температур.

Недостатком углеродистых инструментальных сталей является их низкая теплостойкость — способность сохранять большую твердость при высоких температурных нагревах. При нагреве выше 200°С инструмент из углеродистой стали теряет твердость.

Легированные инструментальные стали. Легирующие элементы, вводимые в инструментальные стали, увеличивают теплостойкость (вольфрам, молибден, кобальт, хром), закаливаемость (марганец), вязкость (никель), износостойкость (вольфрам), обеспечивают высокую твердость и красностойкость.

Недостатком легированных инструментальных сталей является высокая стоимость.

В сравнении с углеродистыми легированные инструментальные стали имеют следующие преимущества: хорошую прокаливаемость; большую пластичность в отожженном состоянии, значительную прочность в за­каленном состоянии, более высокие режущие свойства.

13 Назовите основные легирующие элементы, обеспечивающие сталям высокие антикоррозионные свойства

Коррозионностойкие стали**.** Коррозионностойкой (или нержавеющей) называют сталь, обладающую высокой химической стойкостью в агрессивных средах. Коррозионностойкие стали получают легированием низко- и среднеуглеродистых сталей хромом, никелем, титаном, алюминием, марганцем. Антикоррозионные свойства сталям придают введением в них большого количества хрома или хрома и никеля. Наибольшее распространение получили хромистые и хромоникелевые стали.

*Хромистые стали* более дешевые, однако хромоникелевые обладают большей коррозионной стойкостью. Содержание хрома в нержавеющей стали должно быть не менее 12%*.* При меньшем количестве хрома сталь не способна сопротивляться коррозии, так как ее электрохимический потенциал становится отрицательным.

Межкристаллитная коррозия — особый, очень опасный вид коррозионного разрушения металла по границам аустенитных зерен, когда электрохимический потенциал пограничных участков аустенитных зерен понижается вследствие обеднения хромом. Для предотвращения этого вида коррозии применяют сталь, легированную титаном.

*Хромоникелевые стали* содержат большое количество хрома и никеля, мало углерода и относятся к аустенитному классу. Для получения однофазной структуры аустенита сталь закаливают в воде при температуре 1100-1150°С; при этом достигается наиболее высокая коррозионная стойкость при сравнительно невысокой прочности. Для повышения прочности сталь подвергают холодной пластической деформации и применяют в виде холоднокатаного листа или ленты для изготовления различных деталей.

Хромоникелевые нержавеющие стали аустенитного класса имеют большую коррозийную стойкость, чем хромистые стали, их широко применяют в химической, нефтяной и пищевой промышленности, в автомобилестроении, транспортном машиностроении, в строительстве.

Для экономии дорогостоящего никеля его частично заменяют марганцем.

Разработаны марки высоколегированных сталей на основе сложной системы Fe—Cr—Ni—Mo—Сu—С. Коррозийная стойкость хромоникель-молибденомеднистых сталей в некоторых агрессивных средах очень велика. Например, в 80%-ных растворах серной кислоты.

14 Какие структуры стали обеспечивают её немагнитные свойства?

Наибольшее распространение, благодаря высоким механическим свойствам, износостойкости и долговечности, получили металлические немагнитные материалы, главным образом немагнитные стали и чугуны, а также сплавы меди и алюминия. Немагнитность сталей и чугунов обеспечивается созданием в них структуры [Аустенит](http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/66027/%D0%90%D1%83%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%82)а, что достигается соответствующим [легирование](http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/102615/%D0%9B%D0%B5%D0%B3%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5)м. **Аустенитная сталь** является наиболее широко распространенным типом нержавеющей стали. Содержание никеля в такой стали - не менее 7%, что придает ей пластичность, широкий спектр режимов термостойкости, немагнитные свойства и хорошую пригодность к сварке.

Лучшими технологическими свойствами обладают хромоникелевые немагнитные стали, выпускаемые в виде листов, проволоки и лент. Типичный состав и свойства немагнитной стали с высокой коррозионной стойкостью: до 0,12% С, до 0,8% Si, 1—2% Mn, 17—19% Cr, 11—13% Ni; μ = 1,05—1,2; предел прочности при растяжении 500—600 Мн/м2 (50—60 кгс/мм2); относительное удлинение при разрыве 40—5

Немагнитная сталь применяется в приборах, где ферромагнитные материалы могут повлиять на точность показаний

15 В каком виде может присутствовать графит в чугунах?

Составляющая структуры чугуна, формированного при кристаллизации или термической обработке, имеет ту же гексагенновую, кристаллическую решетку слоистого типа, что и природный графит

В зависимости от формы включений различают: пластинчатый, вермикулярный — червеобразный, хлопьевидный и шаровидный графит. Эти формы свободного графита определяют основные типы чугунов: серый чугун (СЧ), чугун с вермикулярным графитом (ЧВГ), ковкий чугун (КЧ), высокопрочный чугун с шаровидным графитом.

Борированный графит - получен из смеси карбонизов углеродных материалов и бора; имеет более совершенную структуру, повышает электропроводность и прочность, т.к. бор, кроме образования карбидной фазы, замешает атомы углерода в слое и является легированной примесью акцепторного типа;

Вермикулярный графит - графит, мелкие округлые частицы которого, образуют червеобразные скопления; структурная составляющая высокопрочных чугунов;

Доменный графит – кристаллический графит, выделяющийся при медленном охлаждении больших масс чугуна, например в чугуновозных ковшах, миксерах и др.;

Карбидный графит — кристаллический, выделяющийся при термическом разложении карбидов;

Компактный графит – графит, частицы которого имеют форму дендритов; структурная составляющая ковких чугунов;

Пластинчатый графит - графит с частицами в форме изогнутых пластин; структурная составляющая серых чугунов;

Хлопьевидный графит - графит, образующийся при отжиге белого чугуна с частицами компактной, почти равновесной, но не округлой формы; структурная составляющая ковкого чугуна. Xлопьевидный графит часто называют углеродом отжига;

Шаровидный графит — графит со сферическими частицами. Его часто называют глобулярным. Структурная составляющая высокопрочных чугунов.

16 Какие свойства можно получить за счет легирования и термообработки чугунов?

Для улучшения прочностных, эксплуатационных характеристик или придания чугуну особых свойств (износостойкости, жаропрочности, жаростойкости, коррозионностойкости, немагнитности и т.д.) в его состав вводят легирующие элементы (Ni, Cr, Cu, Al, Ti, W, V, Mo и др.).

Чугун с 5—7% Si (силал) применяется в качестве жаростойкого материала. Чугун с 12—18% Si (ферросилид) обладает высокой коррозионной стойкостью в растворах солей, кислот (кроме соляной) и щелочей. Такой чугун, легированный молибденом (антихлор), характеризуется высокой стойкостью в соляной кислоте. Чугун с 19—25% Al (чугаль) обладает наибольшей по сравнению с известными чугунами жаростойкостью в воздушной среде и средах, содержащих серу. В качестве износостойких наибольшее распространение получили чугуны, легированные Cr (до 2,5%) и Ni (до 6%) — нихарды. Аустенитные никелевые чугуны, легированные Mn, Cu, Cr (нирезисты), применяются как коррозионностойкие и жаропрочные.

Для повышения механических свойств чугуна применяют следующие виды термообработки: отжиг, нормализация, закалка и отжиг.

Низкотемпературный отжиг выполняют при температуре 950 – 1000°С с выдержкой в течение до четырех часов и охлаждением с печью. Применяется для повышения обрабатываемости чугуна, а при длительной выдержке – для получения ковкого чугуна.

Нормализация (нагрев до температуры 820 - 900°С с последующим охлаждением на воздухе) применяется для повышения износостойкости и прочности чугуна.

Закалка (нагрев до 830 - 900°С) применяется для повышения твердости, износостойкости, предела прочности и упругости. Закаленный чугун подвергается низкотемпературному (180 - 250°С) или высокотемпературному (400 - 600°С) отпуску для снятия внутренних напряжений, повышения пластичности и прочности.

17 Как называются основные группы сплавов меди?

Различают три группы медных сплавов: латуни, бронзы, сплавы меди с никелем.

Латуни. Латунями называют двойные или многокомпонентные сплавы на основе меди, в которых основным легирующим элементом является цинк.

В сравнении с медью латуни обладают большей прочностью коррозионной стойкостью и лучшей обрабатываемостью (резанием литьем давлением). Латуни содержат до 40-45% цинка. При большем содержании цинка снижается прочность латуни и увеличивается ее хрупкость Латуни широко применяют в общем и химическом машиностроении.

Бронзы**.** Сплавы меди с оловом, алюминием, кремнием, марганцем, свинцом, бериллием называют бронзами. В зависимости от введенного элемента бронзы называют оловянными, алюминиевыми и т.д.

Бронзы обладают высокой стойкостью против коррозии, хорошими литейными и высокими антифрикционными свойствами и обрабатываемостью резанием. Для повышения механических характеристик и придания особых свойств бронзы легируют железом, никелем, титаном, цинком, фосфором. Введение марганца способствует повышению коррозионной стойкости, никеля - пластичности, железа — прочности, цинка -улучшению литейных свойств, свинца — улучшению обрабатываемости

Сплавы меди с никелем**.** Медноникелевые сплавы — это сплавы на основе меди, в которых основным легирующим компонентом является никель:

*Куниалu* (медь -никель -алюминий) содержат 6—13% никеля, 1,5-3%

алюминия, остальное — медь. Куниали служат для изготовления деталей повы­шенной прочности, пружин и ряда электромеханических изделий.

*Нейзильберы* (медь - никель - цинк) содержат 15% никеля, 20% цинка, остальное - медь. Они хорошо сопротивляются атмосферной коррозии; применяют в приборостроении и производстве часов.

*Мельхиоры* (медь — никель и небольшие добавки железа и марганца до 1 %) обладают высокой коррозионной стойкостью, в частности в морской воде. Их применяют для изготовления теплообменных аппаратов, штампованных и чеканных изделий.

*Капель* (медь - никель 43% — марганец 0,5%) - специальный сплав с высоким удельным электросопротивлением, используемый в электротехнике для изготовления электронагревательных элементов.

*Константан* (медь — никель 40% — марганец 1,5%).

18 Перечислите деформируемые титановые сплавы и их основные характеристики

К деформируемым титановым сплавам относятся:

1) Титановые сплавы невысокой прочности и повышенной пластичности. Эти сплавы отличаются высокой пластичностью как в горячем, так и в холодном состоянии, что позволяет получать все виды полуфабрикатов: фольгу, ленту, листы, плиты, поковки, штамповки, профили, трубы и т.п.

Эти сплавы хорошо свариваются сваркой плавлением (аргонодуговая, под флюсом, электрошлаковая) и контактной (точечная, роликовая). При сварке плавлением прочность и пластичность сварного соединения практически аналогичные основному металлу.

Коррозионная стойкость данных сплавов высокая во многих средах (морская вода, хлориды, щелочи, органические кислоты и т.п.), кроме растворов HF, H2SO4, HCl и некоторых других.

2) Титановые сплавы средней прочности. Рассматриваемые сплавы, наряду с повышенной прочностью, сохраняют удовлетворительную пластичность в холодном состоянии и хорошую пластичность в горячем состоянии, что позволяет получать из них все виды полуфабрикатов: листы, ленту, профили, поковки, штамповки, трубы и др. Исключение составляет сплав ВТ5, из которого листы и плиты не изготавливают из-за невысокой технологической пластичности.

На эту категорию сплавов приходится основной объем производства полуфабрикатов, применяемых в машиностроении. Механические характеристики основных полуфабрикатов приведены в табл.

Все среднепрочные сплавы хорошо свариваются всеми видами сварки, применяемыми для титана. Прочность и пластичность сварного соединения, выполненного сваркой плавлением, близка к прочности и пластичности основного металла. После сварки рекомендован неполный отжиг для снятия внутренних сварочных напряжений.

Обрабатываемость резанием этих сплавов хорошая. Коррозионная стойкость в большинстве агрессивных сред аналогична техническому титану ВТ1-0.

3) Высокопрочные титановые сплавы. Указанные сплавы наряду с высокой прочностью сохраняют хорошую и удовлетворительную технологическую пластичность в горячем состоянии, что позволяет получать из них различные полуфабрикаты: листы, прутки, плиты, поковки, штамповки, профили и др. Несмотря на гетерофазность структуры, рассматриваемые сплавы обладают удовлетворительной свариваемостью всеми видами сварки, применяемыми для титана.

Обрабатываемость резанием удовлетворительная. Обработку резанием сплавов можно проводить как в отожженном, так и в термически упрочненном состоянии.

Данные сплавы обладают высокой коррозионной стойкостью в отожженном и термически упрочненном состояниях во влажной атмосфере, морской воде, во многих других агрессивных средах, как и технический титан.

Особенность высокопрочных титановых сплавов как конструкционного материала — их повышенная чувствительность к концентраторам напряжения. Поэтому при конструировании деталей из этих сплавов необходимо учитывать ряд требований (повышенное качество поверхности, увеличение радиусов перехода от одних сечений к другим и т. п.), аналогичных тем, которые существуют при применении высокопрочных сталей.

## 19 Благодаря каким фазам подвергаются химической обработке высокопрочные магниевые сплавы?

## Оксидирование магниевых сплавов - химическая обработка магниевых сплавов в растворах, создающих на поверхности защитные пленки. Обычно процесс ведется при погружении деталей в раствор, но на отдельных участках можно создавать пленку, наливая раствор или натирая участки, подлежащие оксидированию, ватным или марлевым тампоном, смоченным раствором (местное оксидирование).

## Основное назначение пленок — защита магниевых сплавов от коррозии и повышение адгезии лакокрасочных покрытий к металлу. Широко используются в промышленности методы получения пленок в растворах, содержащих хромовые соли. Окраска пленок меняется от золотистой до черной в зависимости от состава раствора и сплава, подготовки поверхности и пр. Пленки защищают магниевые сплавы от коррозии в процессе производства и транспортировки, но но предохраняют их от коррозии в атмосферных условиях. В последнем случае надежно защищают пленки в сочетании с лакокрасочными покрытиями; пленки являются хорошим подслоем, повышающим адгезию к металлу и защитные свойства лакокрасочного покрытия. Выбор метода оксидирования зависит от состава сплава, состояния материала и от назначения деталей.

20 Какова особенность применения бериллия и его сплавов?

Сочетание малой атомной массы, малого сечения захвата тепловых нейтронов и удовлетворительной стойкости в условиях радиации делает Бериллий одним из лучших материалов для изготовления замедлителей и отражателей нейтронов в атомных реакторах. В Бериллии выгодно сочетаются малая плотность, высокий модуль упругости, прочность, теплопроводность. По удельной прочности Бериллий превосходит все металлы. Благодаря этому в конце 50 - начале 60-х годов Бериллий стали применять в авиационной, ракетной и космической технике и гидроприборостроении.

Из Бериллия изготовляют окна рентгеновских трубок, используя его высокую проницаемость для рентгеновских лучей (в 17 раз большую, чем у алюминия). Бериллий применяется в нейтронных источниках на основе радия, полония, актиния, плутония. Бериллий и некоторые его соединения рассматриваются как перспективное твердое ракетное топливо с наиболее высокими удельными импульсами.

Широкое распространение получили сплавы меди с 2–5 % бериллия, так называемые бериллиевые бронзы.

Бериллиевые бронзы обладают высокими упругими свойствами. Их используют для изготовления пружин, сохраняющих упругость в широком интервале температур, в том числе в криогенных условиях. Они хорошо сопротивляются усталости и коррозии.

Бериллиевые бронзы немагнитны и не искрят при ударе. Из них изготавливают инструменты для работы во взрывоопасных средах — шахтах, газовых заводах, где нельзя использовать обычные стали.

*Литейные бериллиевые сплавы* (ЛБС), используют для деталей корпусов оснований, рам, кронштейнов и др. Бериллиевые сплавы характеризуются высокими значениями теплоемкости, которые в 1,6 раза выше, чем у сплавов алюминия.

Коррозионная стойкость бериллиевых сплавов находится на высоком уровне. Анодная оксидированная пленка на поверхности и лакокрасочные покрытия дополнительно обеспечивают надежную защиту сплавов ЛБС от коррозии.

*Деформированные бериллиевые сплавы* обладают высокой жесткостью и низкой плотностью. Эти сплавы являются перспективными для использования в некоторых элементах самолетных двигателей. Для повышения жаропрочных свойств бериллия используется сложное последовательное легирование.

21 Каков механизм дополнительного упрочняющего действия в дисперсно-упрочненных композиционных материалах?

В отличие от волокнистых композиционных материалов в дисперсно-упрочненных композиционных материалах матрица является основным элементом, несущим нагрузку, а дисперсные частицы тормозят движение в ней дислокаций. Высокая прочность достигается при размере частиц 10-500 нм при среднем расстоянии между ними 100-500нм и равномерном распределении их в матрице. Прочность и жаропрочность в зависимости от объемного содержания упрочняющих фаз не подчиняются закону аддитивности. Оптимальное содержание второй фазы для различных металлов неодинаково, но обычно не превышает 5-10 об. %.

Использование в качестве упрочняющих фаз стабильных тугоплавких соединений (оксиды тория, гафния, иттрия, сложные соединения оксидов и редкоземельных металлов), нерастворяющихся в матричном металле, позволяет сохранить высокую прочность материала до 0,9-0,95 Т. В связи с этим такие материалы чаще применяют как жаропрочные. Дисперсно-упрочненные композиционные материалы могут быть получены на основе большинства применяемых в технике металлов и сплавов.

Наиболее широко используют сплавы на основе алюминия – САП (спеченный алюминиевый порошок). Плотность этих материалов равна плотности алюминия, они не уступают ему по коррозионной стойкости и даже могут заменять титан и коррозионно-стойкие стали при работе в интервале температур 250-500 °С.

Большие перспективы у никелевых дисперсно-упрочненных материалов. Наиболее высокую жаропрочность имеют сплавы на основе никеля с 2-3 об. % двуоксида тория или двуоксида гафния. Матрица этих сплавов обычно твердый раствор Ni + 20 % Cr, Ni + 15 % Mo, Ni + 20 % Cr и Mo. Широкое применение получили сплавы ВДУ-1 (никель, упрочненный двуокисью тория), ВДУ-2 (никель, упрочненный двуокисью гафния) и ВД-3 (матрица Ni +20 % Cr, упрочненная окисью тория). Эти сплавы обладают высокой жаропрочностью. Дисперсно-упрочненные композиционные материалы, так же как волокнистые, стойки к разупрочнению с повышением температуры и длительности выдержки при данной температуре.

22 Каковы различия между термореактивными и термопластичными материалами?

## По технологической классификации пластмассы подразделяются на термореактивные пластмассы и термопластичные пластмассы.[[1]](#footnote-1)

## Термореактивные пластмассы под действием тепла и давления размягчаются, заполняют пресс-форму и переходят в неплавкое и нерастворимое состояние. Материал изделия становится необратимым, т.е. при повторном нагреве он в пластическое состояние не возвращается. Допускают разгрузки пресс-форм в нагретом состоянии. К ним относятся: фенолформальдегид, селиконопласты, и т.д.

## Термопластичные пластмассы под действием тепла и давления приобретают текучесть, заполняя пресс-форму, после охлаждения отвердевают, но не переходят в неплавкое и нерастворимое состояние.

## При повторном нагреве они возвращаются в пластическое состояние (полистирол, полиэтилен, полиуретан и т.д.) разгрузка пресс-форм может производиться только после охлаждения. Это твердые нерастворимые полимеры.

Библиографический список

1. Зуев В.М., Адаскин А.М. Материаловедение (металлообработка). Учебное пособие для начального профессионального образования. Изд. 5-е, переработанное, доп./ В.М Зуев, А.М. Адаскин // - Л., 2008. – 288 с.
2. Арзамасов Б. Н., Сидорин И. И., Косолапое Ф. Г. и др. Материаловедение: Учебник для высших технических учебных заведений. 2-е изд., / Б. Н. Арзамасов, И.И. Сидорин, Ф. Г. Косолапое // - М., 1986. – 384 с..
3. Электронный адрес: www.yandex.ru

1. [↑](#footnote-ref-1)