Задание по материаловедению 24-25 группы 13.04.2020

Учебник можно найти в интернете

Материаловедение | а. м. адаскин, в. м. зуев

academia-moscow.ru›ftp_share…fragments/fragment…

Адаскин А. М. Материаловедение (металлообработка) : учеб. пособие для. ... © **Адаскин А. М.**, **Зуев В. М.**, 2008 © Образовательно-издательский центр «Академия», 2012 ISBN 978-5-4468-0032-2 ©

1. Прочитайте и сделайте Конспект
2. Выполнить практическую работу № 6
3. Готовые задания присылайте на электронную почту

Термическая обработка.
Понятие о термической обработке. Принципы термической обработки. Структурные превращения в сталях при нагревании и охлаждении.

Принципы термической обработки.
Цель термической обработки: получение в заготовке или детали необходимого комплекса свойств (механических, физических, химических) за счет образования необходимой структуры металла.
Термическая обработка сталей и чугунов базируется:
- на полиморфном превращении;
- различной растворимости углерода в аустените и феррите;
- управлении диффузионными процессами с целью получения структур, обладающих разными свойствами.

Виды термической обработки:
- разупрочняющей,
- упрочняющей,
- стабилизирующей,
- специального назначения.

Разупрочняющую обработку проводят для придания заготовке необходимых технологических свойств.
Упрочняющая обработка – для получения необходимых эксплуатационных свойств детали.
Стабилизирующая обработка – для стабилизации структуры, и таким образом , формы и размеров деталей.

Основные операции, которым подвергают детали и заготовки из сталей и чугунов, - это отжиг, закалка, отпуск.
Термическая обработка состоит из нагрева до определенной температуры, изотермической выдержки при этой температуре и охлаждения с определенной скоростью.

Превращения в стали при нагреве.
Превращения, т.е. изменение структуры (фазового состава), происходят при нагреве сплавов до *критических точек* – температур фазовых превращений (именно эти температуры определяют режимы нагрева сталей и чугунов при термической обработке).

Диаграмма состояния Fe – Fe_3C выделим критические точки:
A_1 – геометрическое место точек на линии PSK, т.е. для всех сплавов эта температура одинакова – 727 ^{0}C. (При нагреве до этой температуры происходит превращение перлита в аустенит)

A_3 - геометрическое место точек на линии GS, при нагреве до этой температуре заканчивается полиморфное превращение феррита в аустенит. (Для разных сплавов (сталей) эта температура не одинакова, она понижается по мере повышения содержания углерода)
A_m - геометрическое место точек на линии SE, при нагреве до этой температуры заканчивается растворение цементита в аустените (при нагреве растворимость углерода в аустените повышается). (Для разных сплавов (сталей) эта температура не одинакова, она повышается по мере повышения содержания углерода)

Температуры превышений (критические точки) на практике несколько отличаются от равновесных температур, приведенных на диаграмме: при нагревании они несколько выше. При охлаждении – ниже.
Для отличия критических точек при охлаждении и нагревании, их дополнительно обозначают индексами: **c** при нагреве (A_{c1}, A_{c2}, A_{cm}) и **r** при охлаждении (A_{r1}, A_{r2}, A_{rm})

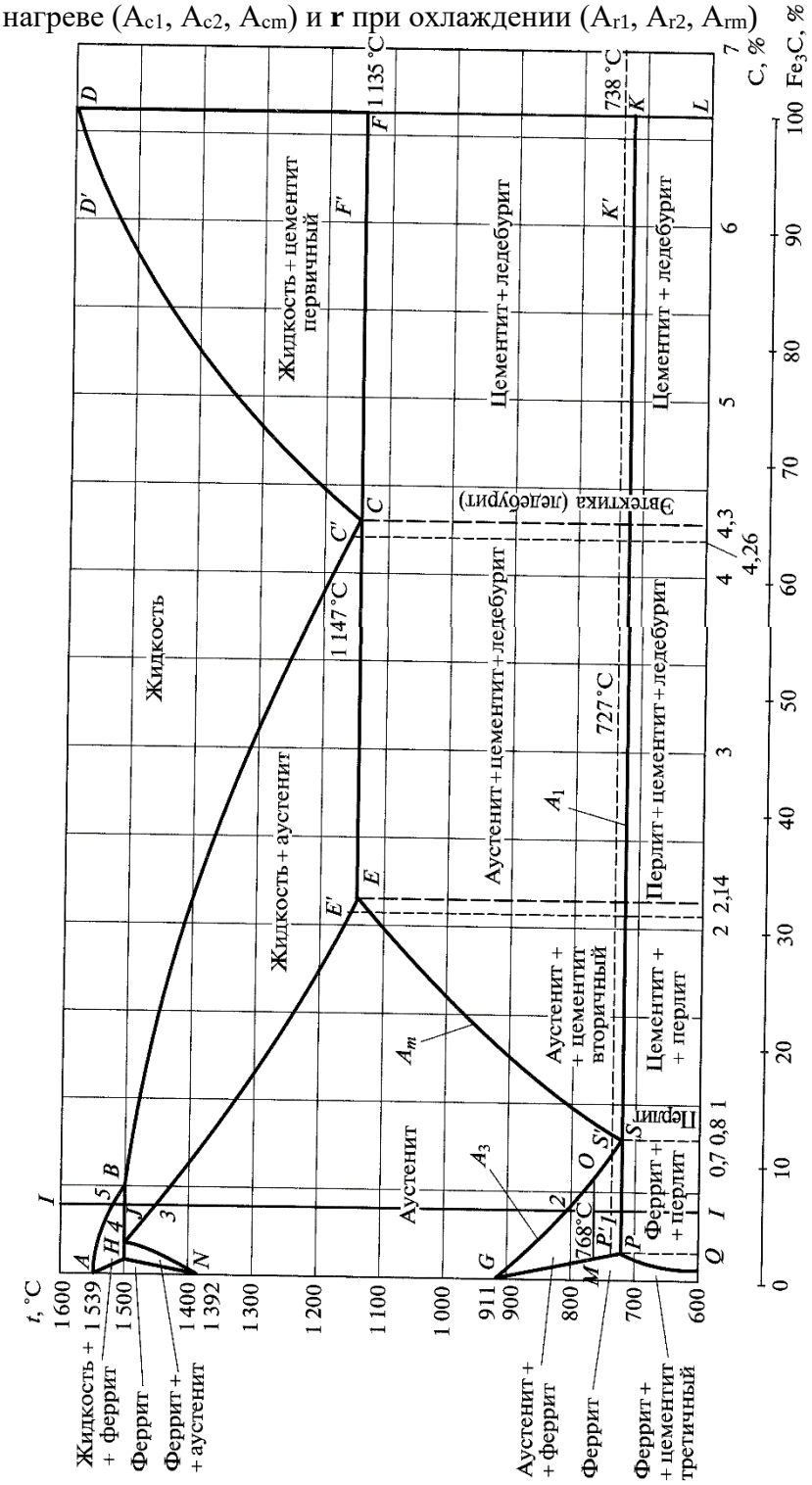

Рис. 4.2. Диаграмма состояния сплава железо — цементит

Рассмотрим стальной угол диаграммы *Fe – Fe3C (рис 5.1)*

Превращение перлита в аустенит (П(Ф+Ц) →А) при весьма медленном нагреве может завершиться при 727 ^{0}С, т.е. при полном соответствии с диаграммой *Fe – Fe3C*.

Этот процесс протекает в результате образования зародышей кристаллов аустенита из феррита путем изменения кристаллической решетки, или перекристаллизации, их последующего роста и растворения цементита в аустените.

Зародыши аустенита возникают на границах раздела кристаллов феррита и цементита (рис. 5.2). С увеличением степени перегрева относительно т. A_{C1} превращение перлита в аустенит ускоряется (рис.5.3).Окончание процесса превращения характеризуется образованием аустенита и исчезновение перлита. Вновь образовавшийся аустенит неоднороден даже в объеме одного зерна. В тех местах где раньше были пластинки цементита, содержание С значительно больше, чем в тех местах, где были пластинки феррита.

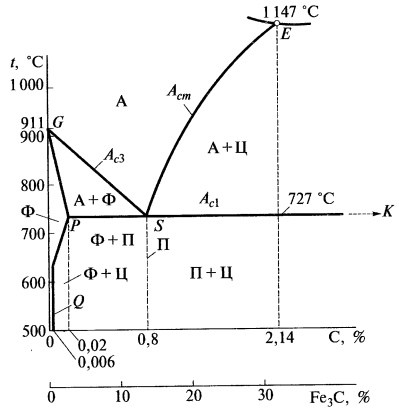

Рис. 5.1. Стальной угол диаграммы состояния сплава железо — цементит

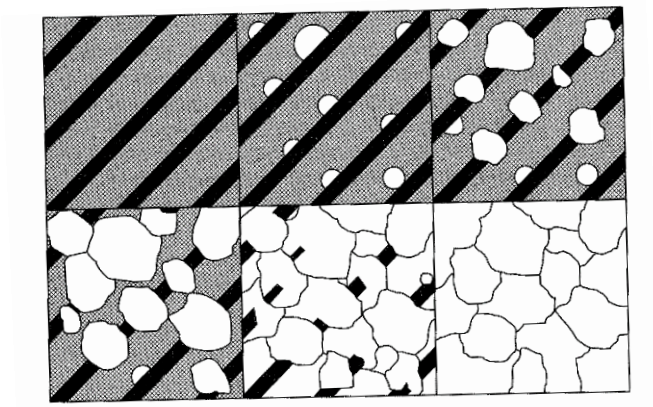

Рис. 5.2. Схема превращения перлита в аустенит при нагреве

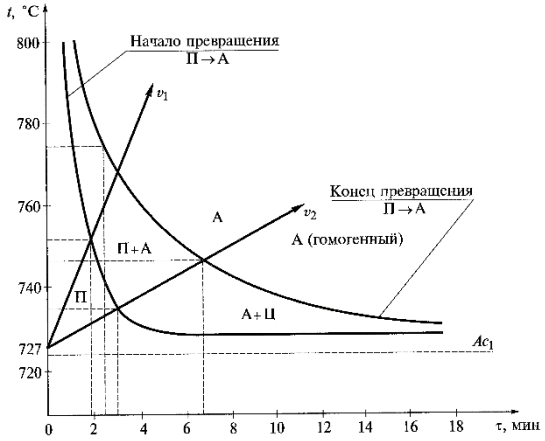

Рис. 5.3. Влияние температуры нагрева на скорость превращения перлита в аустенит:

t — температура; τ — время; А — аустенит; П — перлит; Ц — цементит; v_1 и v_2 — скорости нагрева; A_{c1} — критическая точка (точка Кюри)

Для получения однородного (гомогенного) аустенита необходимо нагреть сталь выше A_{C1} и дать выдержку для завершения диффузных процессов. Чем меньше частицы, тем быстрее протекает превращение перлита в аустенит.

При нагреве **доэвтектоидных сталей** (С< 0,8%) с исходной структурой, состоящей из феррита и перлита, происходят следующие структурные превращения. При t = 727 ^{0}С происходит превращение перлита в аустенит. При этом сохраняется двухфазная структура из аустенита и феррита. При дальнейшем нагреве – превращение феррита в аустенит, которое заканчивается при достижении температуры, соответствующей критической точки A_{C3}(линия GS).

У заэвтектоидных сталей (С > 0,8%) при нагреве до температуры A_{C1} (t = 727 ^{0}С линия PSK) происходит превращение перлита в аустенит. Одновременно начинается растворение цементита в аустените (линия SE), которое заканчивается при температуре т. A_{cm} , линия SE. Зарождение зерен аустенита происходит по границам зерен перлита. Эти границы имеют большую протяженность, поэтому превращение перлита в аустенит начинается с образования большого числа зародышей, следовательно, после окончания превращений образуется большое количество зерен аустенита малой величины.

Размер аустенитного зерна по завершении превращений

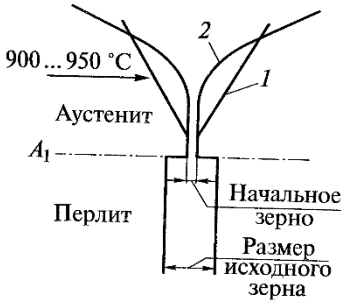

Рис. 5.4. Схема роста зерна стали при нагреве:

1 — наследственно мелкозернистая сталь; *2* — наследственно крупнозернистая сталь; A_1 — температура превращения перлита в аустенит

определяет величину *начального зерна* аустенита. Дальнейший нагрев или выдержка вызывает рост аустенитного зерна.
Размер зерна, полученный в результате той или иной термической обработки, называется ***размером действительного зерна.***
Различают два типа сталей:
- наследственно мелкозернистые
- наследственно крупнозернистые
Наследственность в данном случае – это способность к росту аустенитного зерна.
Наследственно мелкозернистые стали характеризуются малой склонностью к росту аустенитного зерна при нагреве, наследственно крупнозернистые – повышенной.
При переходе критической точки A_{C1} получаем структуру аустенита с мелким зерном.
При дальнейшем нагреве зерно аустенита наследственно мелкозернистой стали не растет до t = 950 -1000 ^{0}C.
На практике наследственную зернистость определяют по шкале зернистости (рис. 5.5)Для этого сталь нагревают до таких температур, при которых у наследственно мелкозернистой стали зерно еще не растет, а у крупнозернистой уже выросло (930^{0}C), а после охлаждения определяют величину зерна.

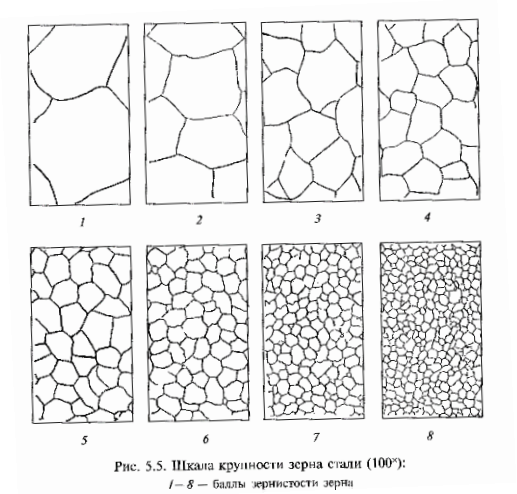

Рис. 5.5. Шкала крупности зерна стали (100°):
1 – 8 — баллы зернистости зерна

У наследственно мелкозернистых сталей величина зерна соответствует баллам от 5 до 8, у наследственно крупнозернистых – от 1 до 4 баллов.
Эксплуатационные свойства стали определяют **действительным размером зерна**. Крупное зерно в стали не влияет на твердость, но снижает прочность и ударную вязкость.
Некоторые технологические свойства определяют наследственным зерном. Наследственно мелкозернистую сталь можно прокатывать (ковать) при более высоких температурах, когда сталь обладает большей пластичностью. У нее более широкий интервал закалочных температур, потому что такая сталь не склонна к перегреву.

Структурные превращения в сталях при нагревании и охлаждении.
Превращения в стали при охлаждении.
Структуры, получаемые при различных скоростях охлаждения, описываются диаграммой изотермического превращения аустенита (рис. 5.6) Эта диаграмма строится в координатах время τ, или lgτ – температура t для сплава (стали) одного состава.
Рассмотрим превращение аустенита при охлаждении с различными скоростями на примере эвтектоидной стали (0,8% C).

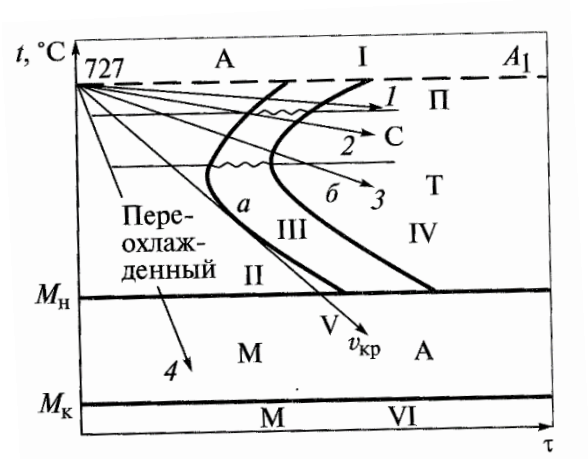

Рис. 5.6. Диаграмма изотермического превращения аустенита эвтектоидной стали (0,8 % C)

Превращения по механизму их протекания можно разделить на:
- перлитное;
- бейнитное;
- мартенситное.
Перлитное превращение – распад аустенита на феррит и цементит $A_{0,8} \rightarrow П_{0,8}(Ф_{0,02} + Ц_{6,67})$ которое протекает при медленном охлаждении.
При t > A_1 аустенит является равновесной фазой (такая структура будет оставаться неизменной бесконечно долго). При t = A_1 аустенит и перлит находятся в равновесии.
Для превращения аустенита в перлит необходимо некоторое переохлаждение. При t < A_1 аустенит становится неустойчивым и через определенное время начнется его распад на ферритно – цементитную структуру.
При малой степени переохлаждения параметры кристаллизации низки, поэтому превращение происходит через достаточно длительное время. Такой же эффект будет и при большой степени

переохлаждения. Это означает, что наибольшая скорость кристаллизации будет достигнута при некоторых промежуточных степенях переохлаждения.
Кривая начала распада (а) должна иметь минимум по координате τ (время) – быть С – образной. Аналогично - кривая конца превращения (б).
На диаграмме левее 1 кривой находится переохлажденный аустенит. Он претерпевает распад между кривыми начала и конца превращения – а и б, которые ограничивают область существования трех фаз: аустенита, феррита, цементита (111). При превращении аустенита в перлит происходят как диффузионные, так и бездиффузионные процессы.
Диффузионные процессы заключаются:
- выделение из аустенита кристаллов цементита,($A_{0,8} \rightarrow A_{0,02}$)
- в их росте.
Меняя скорость охлаждения мы можем влиять на диффузные процессы, которые развиваются во времени, но не можем управлять бездиффузными процессами, происходящими с очень большой скоростью.
Структура и свойства продуктов распада аустенита зависят от температуры превращения.
Луч 1 - превращение происходит при высоких температурах, т.не. низкой скорости охлаждения и малой степени переохлаждения, получается грубая смесь феррита и цементита – перлит.
Луч 2 - понижение температуры превращения, ускорение охлаждения, приводит к меньшей степени роста кристаллов цементита, что вызывает образование смеси более тонкого строения – сорбит.
Луч 3 - при еще более низкой температуре превращения образуется дисперсная структура – троостит.
Область IV – перлит, сорбит, троостит – это ферритно – цементные смеси различной дисперсности. Цементит этих структур имеет пластинчатое строении.

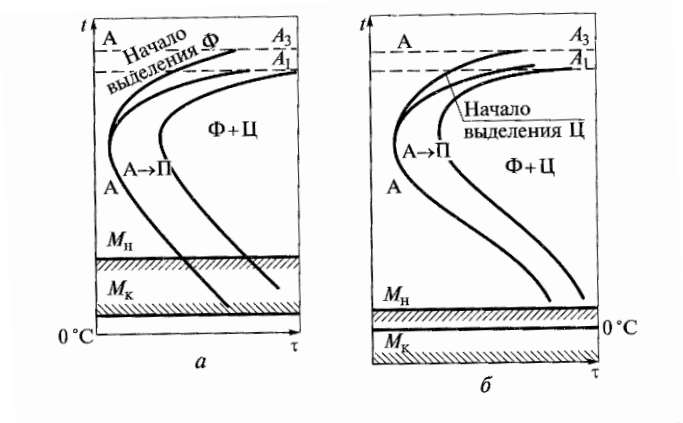

Рис. 5.7. Диаграммы изотермического превращения аустенита: *а* — доэвтектоидная сталь; *б* — заэвтектоидная сталь

Твердость и прочность ферритно – цементитных смесей тем выше, чем тоньше строение цементита и дисперснее его структура. (Для стали с 0,8% твердость перлита, сорбита, троостита примерно составляют 200, 300, 400 НВ соответственно)
Изотермическое превращение аустенита в доэвтектоидныхи заэвтектоидных сталях отличается от превращения в эвтектоидной стали. В верхних интервалах температур сначала происходит выделение из аустенита избыточных фаз: феррита в доэвтектоидных сталях и цементита в заэвтектоидных.

Мартенситное превращение.
Луч 4 – при охлаждении с весьма высокой скорость, когда удается полностью подавить диффузионные процессы (выделение цементита из аустенита), но бездиффузионное (γ→α) – превращение при этом все же происходит. Такое превращение называется мартенситным, а полученная структура – мартенситом.
При бездиффузионном превращении происходит лишь перестройка ГЦК решетки аустенита в ОЦК решетку α - железа без выделения углерода. Это значит, что содержание С в мартенсите сохранилось таким же, каким оно было в исходном аустените, т.е значительно большим его предельной растворимости в α–железе.
Мартенсит – это пересыщенный и, неравновесный твердый раствор углерода в α - железе.
Из – за высокого содержания С кристаллическая решетка α–железа сильно искажена.
Мартенсит имеет тетрагональную кристаллическую решетку. Отношение с/а(с>а) называется степенью тетрагональности. С увеличением С - с/а растет, твердость растет.
Критическая скорость охлаждения $\upsilon_{кр}$ – минимальная скорость охлаждения, обеспечивающая подавление диффузионных процессов (касательная к 1 С – образной кривой). При такой и большей скоростях охлаждения аустенит превращается в мартенсит без образования структур перлитного типа (интервал температур в области V).

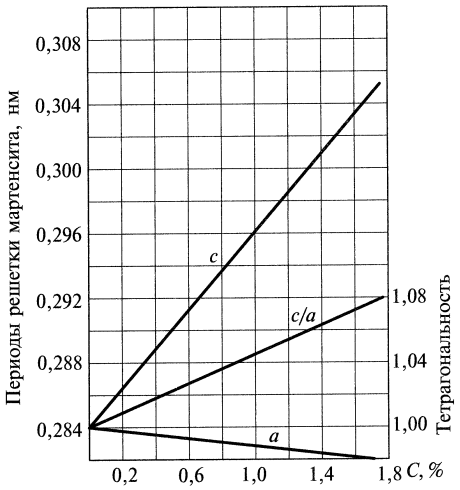

Рис. 5.9. Зависимость периодов и степени тетрагональности кристаллической решетки мартенсита от содержания в нем углерода: *a* и *c* — параметры кристаллической решетки

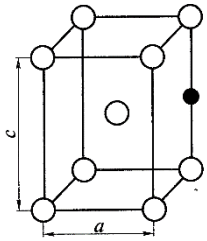

Рис. 5.8. Тетрагональная решетка мартенсита с параметрами *a* и *c*:

○ — атомы железа; ● — атом углерода

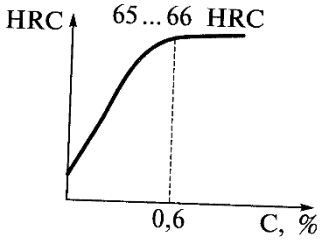

Рис. 5.10. Зависимость твердости мартенсита от содержания углерода

$M_н$ – температура начала мартенситного превращения.

$M_к$ - температура конца мартенситного превращения.

Что бы мартенситное превращение происходило, необходимо непрерывное охлаждение аустенита в интервале температур $M_н$ - $M_к$.

$M_н$ и $M_к$ не зависят от скорости охлаждения, и определяются химическим составом стали.

Чем больше С в стали. Тем ниже эти температуры (рис. 5.11,а).

Все легирующие элементы(исключение кобальт и алюминий) понижают $M_н$ и $M_к$ (рис. 5.11,б).

Если $M_к < 20^0$С, то после закалки в структуре остается аустенит, называемый остаточным.

Мартенситное превращение характеризуется высокой скоростью роста зародышей кристаллов (1000 – 7000 м/с). Кристаллы представляют собой пластины, ориентированные между собой под углом 60 или 120^0. Размеры пластин определяются величиной исходного зерна аустенита. В плоскости шлифа пластины имеют вид игл, поэтому в микроскопе видна игольчатая структура.

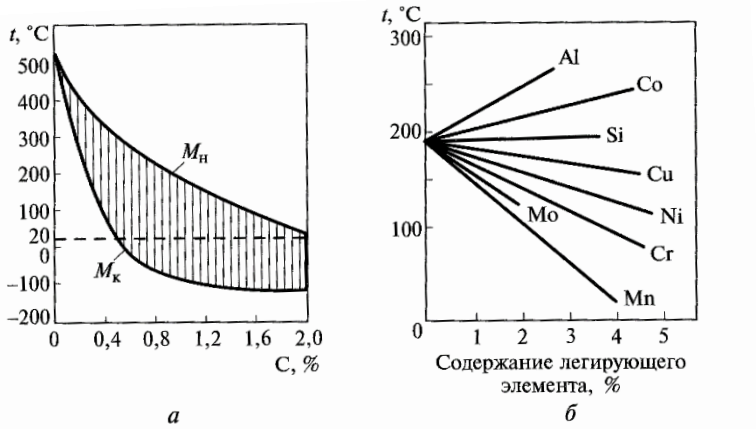

Рис. 5.11. Влияние содержания в стали углерода на температуру начала $M_н$ и конца $M_к$ мартенситного превращения (*а*) и легирующих элементов на температуру начала мартенситного превращения $M_н$ (*б*)

Бейнитное (промежуточное) превращение происходит при температурах, когда диффузия атомов железа сильно замедляется, а атомов С протекает сравнительно легко.

В результате промежуточного превращения образуется структура, состоящая из смеси α – железа, часто пересыщенного С и цементита. Эта структура получила название ***бейнит.***

В зависимости от температур образования различают верхний и нижний бейнит, образующиеся соответственно в верхнем и нижнем интервале температур промежуточного превращения.

Прочность и пластичность нижнего бейнита выше, чем верхнего.

Практическое занятие № 6 Тема «Чёрные металлы и сплавы»

1.Основные термины и понятия

1. Термическая обработка, при которой сталь нагревается до определенной температуры, выдерживается при ней и затем медленно охлаждается в печи для получения равновесной, менее твердой структуры, свободной от остаточных напряжений.

2. Химические элементы, специально вводимые в сплав с целью изменения его строения и свойств (резко улучшающие его свойства).

3. Железоуглеродистый сплав, содержащий менее 2,14 % углерода.

4. Операция термической обработки, при которой сталь нагревают до температуры, несколько выше критической, выдерживают при этой температуре и затем быстро охлаждают в воде, масле, водных растворах солей.

5. Железоуглеродистый сплав, содержащий более 2,14 % углерода.

6.Операция нагрева стали около 900 ^{0}С, с выдержкой при этой температуре и последующем охлаждении на воздухе (подвергаются штампованные и кованые заготовки из углеродистой и легированной стали).

7. Процесс термической обработки, применяемый после закалки стали с целью устранения внутренних напряжений, уменьшения хрупкости, понижения твердости, увеличения вязкости и улучшения обрабатываемости.

8. Отпуск при невысоком нагреве до температур 120-150 ^{0}С и выдержка при ней в течении 10-35 часов.

9. Перечислите кипящие жидкости, используемые при закалке сталей.

10. Самопроизвольное исчезновение внутренних напряжений при комнатной температуре длительное и сопровождается изменением формы и размеров закаленных деталей.

Ответы

а. *Чугун.*
б.*Отжиг.*
в. *Естественное старение.*
г.*Легированные.*
д.*Отпуск.*
е. *Сталь.*
ж.*Искусственное старение.*
з. *Нормализация.*
и.*Закалка.*
к. *Вода, масло.*

2.Контрольные вопросы

1. Назовите основные операции термической обработки сталей**.**
2. Что такое отжиг? Укажите его назначение.
3. Что такое нормализация? Укажите цели этой операции для сталей разного состава.
4. Что такое закалка? Укажите цели закалки.
5. Что такое закаливаемость и прокаливаемость? Как они зависят от состава сталей?
6. Как можно снизить закалочные напряжения? Укажите способы закалки, понижающие закалочные напряжения. Как влияет конструкция детали на закалочные напряжения?
7. Что такое отпуск и зачем его выполняют?
8. Перечислите, на какие свойства металла влияет размер зерна.
9. Влияние степени переохлаждения на размер зерна.
10. Объясните, как протекает процесс кристаллизации.
11. Охарактеризуйте методы упрочнения металлических сплавов.
12. Что называется сплавом?

3.Утверждения

Определите, верны или неверны следующие утверждения:
(написать: верно или неверно)

1. Сплавы – это сложные вещества, получаемые сплавлением или спеканием двух или более компонентов.

2. Сплавы могут состоять только из металлов.

3. Основными железоуглеродистыми сплавами являются сталь и чугун. Они представляют собой сплав железа и углерода с некоторыми другими элементами (кремнием, марганцем, хромом, никелем) и относятся к черным металлам.

4. Заготовки подвергают термической обработке в целях улучшения их структуры и снижения твердости, а обрабатываемые детали — для придания им необходимых свойств: твердости, прочности, износостойкости, упругости.

5. Чем мельче зерно металла в процессе кристаллизации — тем выше его прочность, вязкость и пластичность.

6. При небольшой степени переохлаждения число зародышей мало, а скорость их роста велика (мелкое зерно), а с увеличением степени переохлаждения число зародышей возрастает в большей мере, чем скорость их роста (крупное зерно).

7. Для определения температуры нагрева, при термической обработки сталей, пользуются специальными приборами — пирометрами. При отсутствии пирометра степень нагрева определяют приблизительно по цвету каления.

8. При нагреве стали на воздухе, ее поверхность окрашивается в различные цвета, называемые цветами побежалости. Каждый цвет побежалости соответствует вполне определенной температуре и может служить указателем для определения степени нагрева при отпуске стали.

9. Отжиг стали служит для выполнения задачи, обратной закалке.

10. Металлы вступают в окислительно — восстановительные реакции с веществами находящимися в окружающей среде и окисляются.

4.Тест

(необходимо найти единственно правильный ответ)

1.Укажите, какие металлы относятся к цветным.
а) цинк, медь, олово, свинец; **б)** железо, марганец, хром;
в) марганец, золото, вольфрам; **г)** молибден, ванадий, железо.

2.Укажите, какие металлы относятся к черным.
а) цинк, медь, олово; **б)** свинец, железо, хром;
в) марганец, хром, железо; **г)** золото, ванадий, вольфрам.

3.Назовите группу сплавов, основу которых составляет железо.
а) черные; **б)** цветные; **в)** антифрикционные.

4.Микроскопически однородная система, состоящая из двух и более компонентов, это?
а) компонент**;** **б)** элемент; **в)** сплав; **г)** металл.

5. Железоуглеродистый сплав, в котором углерода более 2,14%?
а) сталь; **б)** чугун; **в)** дюралимин; **г)** бронза.

6. Базовым называют компонент в сплаве, которого?
а) меньше; **б)** больше; **в)** равное количество с другими компонентами.

7. В каких агрегатных состояниях могут находиться металлы и сплавы?
а) твердое и жидкое; **б)** жидкое и газообразное; **в)** твердое и газообразное**;** **г)** плазма.

8. Какой из перечисленных сплавов является высокохромистой жаростойкой сталью с содержанием 0,4% углерода, хрома 1%, молибдена 14%, ванадия 2%, меди 1%?
а) 60 С2ХА; **б)** ШХ6; **в)** 4ХМ14В2М; **г)** 17ХНГТи.

9. Какой химический элемент, содержащийся в железоуглеродистых сплавах, является вредной примесью?
а) марганец; **б)** сера; **в)** углерод; **г)** кремний; **д)** молибден.

10. Какой материал не является исходным для получения стали?
а) передельный чугун**;** **б)** стальной лом**;** **в)** ферросплавы**;** **г)** железная руда.