



ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

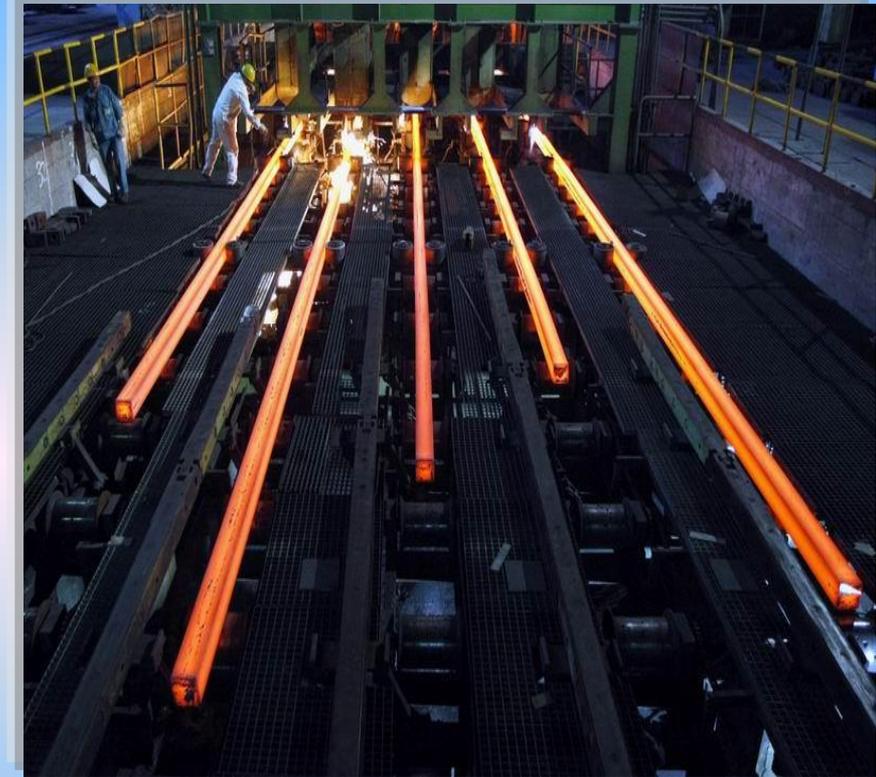
«КЛАССИФИКАЦИЯ ЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ ПО НАЗНАЧЕНИЮ»

**Автор: доц. Глушкова Д.Б.
Lect14_1M_TKMIM_GDB_28.04.15**

План

1. Специальные стали и сплавы
2. Износостойкие стали
3. Нержавеющие и жаростойкие стали
4. Жаропрочные стали

СПЕЦИАЛЬНЫЕ СТАЛИ И СПЛАВЫ



Специальные стали и сплавы – это материалы, обладающие определенными нестандартными свойствами. Это такие стали как износостойкие, высокопрочные, нержавеющие, жаростойкие, жаропрочные.



Контрольные вопросы:

1. Что такое специальные стали?

ИЗНОСОСТОЙКИЕ СТАЛИ

К износостойким сталям относится аустенитная высокомарганцовистая литая сталь 110Г13Л, используемая в условиях трения, которое сопровождается большими удельными давлениями.

Высокое сопротивление износу и механические свойства сталь получает после заковки с температуры 1050–1100 °С в воде. При нагреве до высоких температур избыточные карбиды марганца Mn_3C растворяются, и после заковки сталь приобретает чисто аустенитную структуру.



Износостойкая сталь

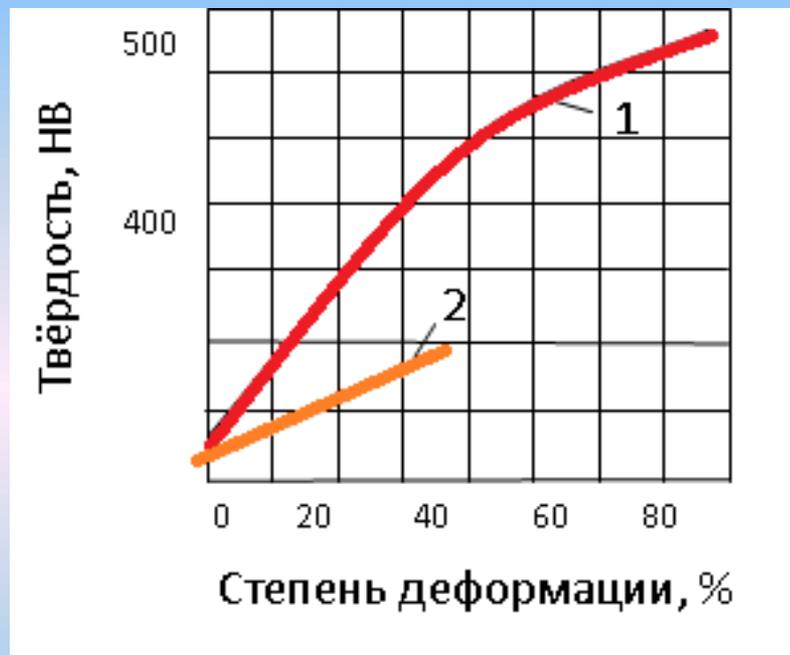
Отличительной особенностью марганцовистого аустенита является его склонность к наклепу, что и предопределило применение стали. Твердость наклепанного металла возрастает до 50–55 HRC.



ИЗНОСОСТОЙКИЕ СТАЛИ

Из стали 110Г13Л изготавливают траки гусениц для тракторов, крестовины железнодорожных стрелок, детали камнедробилок

К износостойким сталям относятся также графитизированная сталь, которая содержит 1,5–1,75 % С и 1 % Si. Кремний способствует графитизации



Влияние наклепа на твердость стали 110Г13Л (1) и стали 40 (2)

Таким образом, определенным режимом термической обработки можно получить структуру, состоящую из стальной основы и графитных включений.

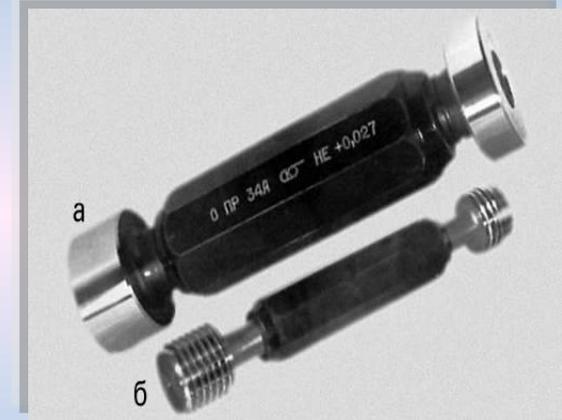
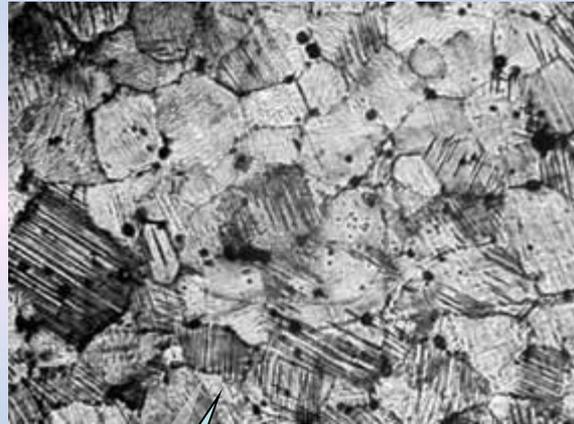


ИЗНОСОСТОЙКИЕ СТАЛИ

Термическая обработка заключается в отжиге при температуре 820–840 °С, охлаждении до 720 °С и выдержке при этой температуре.



Коленвал



Калибр

После такой обработки структура представляет собой зернистый перлит с включениями графита глобулярной формой. Эту сталь используют для изготовления литых коленчатых валов, штампов холодного деформирования, калибров и других деталей.



Контрольные вопросы:

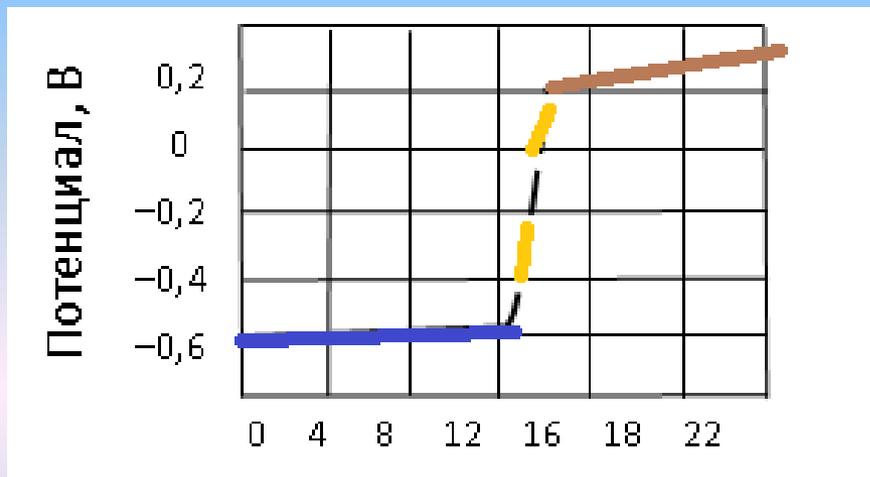
2. Охарактеризуйте износостойкие стали.
3. За счёт чего достигается высокая износостойкость стали 110Г13Л?

НЕРЖАВЕЮЩИЕ И ЖАРСТОЙКИЕ СТАЛИ

Нержавеющие стали – это стали, которые не окисляются при температуре ниже 550 °С.

Принцип легирования нержавеющей сталей заключается в образовании на поверхности плотной окисной пленки, которая задерживает проникновение кислорода в глубь металла.

Они имеют положительный потенциал и не окисляются в воде, на воздухе, в ряде кислот, солей, щелочей



Влияние хрома на потенциал железохромистых сплавов

Такая пленка образуется в сталях, которые содержат больше 12 % хрома. При введении хрома в сталь происходит не постепенное, а скачкообразное повышение коррозионной стойкости. Сплавы, содержащие более 12–14 % Cr, ведут себя как благородные металлы.



НЕРЖАВЕЮЩИЕ И ЖАРОСТОЙКИЕ СТАЛИ

Нержавеющие стали бывают хромистыми и хромоникелевыми.

Хромистые нержавеющие стали содержат 13–30 % хрома. Поскольку хром является карбидообразующим элементом, то образование специальных карбидов приводит к уменьшению содержания хрома в твердом растворе, что отрицательно сказывается на коррозионной стойкости. Поэтому, как правило, содержание углерода в коррозионноустойчивых сталях небольшое и не превышает 0,4 %.



Хирургические режущие инструменты

Стали 30X13, 40X13 после закалки и отпуска сочетают высокую твердость (50–55 HRC) с коррозионной стойкостью. Их применяют для изготовления изделий, работающих на износ (хирургический, режущий инструмент), и для пружин

Пример наиболее распространенных нержавеющих сталей – 12X13, 20X13, которые являются хорошим конструкционным материалом. Из них изготавливают лопатки гидравлических и паровых турбин, клапаны гидравлических прессов и др.



НЕРЖАВЕЮЩИЕ И ЖАРОСТОЙКИЕ СТАЛИ

Хромоникелевые стали

Введение никеля в нержавеющие стали позволяет повысить их коррозионную стойкость. Эти стали при комнатной температуре имеют аустенитную структуру. В эту группу входят такие стали как 12Х18Н9, 12Х18Н9Т, 08Х18Н10.



Хромоникелевая сталь

Склонность таких сталей к межкристаллитной коррозии можно уменьшить, снизив содержание углерода в стали; повысив температуру закалки (950–1100 °С), можно обеспечить растворимость карбидов в аустените; провести дополнительное легирование элементами, обладающими более высоким сродством к кислороду, чем хром.

Недостатком таких сталей является склонность к межкристаллитной коррозии (уменьшение коррозионной стойкости по границам зёрен). Она объясняется выделением по границам зёрен карбидов хрома, в результате чего прилегающие к карбидам участки зёрен обедняются хромом и уменьшается коррозионная стойкость.



НЕРЖАВЕЮЩИЕ И ЖАРОСТОЙКИЕ СТАЛИ

Нержавеющие стали по структуре
разделяются на:

ферритные (сталь 08X13);



аустенитные (сталь 12X18Н9).



мартенситные (сталь 40X13);



НЕРЖАВЕЮЩИЕ И ЖАРОСТОЙКИЕ СТАЛИ

К жаростойким относятся стали, которые имеют хорошее сопротивление окислению при температурах выше 550 °С и работают в ненапряженном или слабонапряженном состоянии.

Для повышения жаростойкости стали легируют хромом, алюминием или кремнием, которые образуют на поверхности тонкую и плотную пленку из окислов Cr_2O_3 , Al_2O_3 или SiO_2 .



Интервал работы жаростойких сталей в зависимости от содержания хрома: 1 – аустенитные стали; 2 – ферритные стали

Чем больше содержится в стали хрома, алюминия, кремния, тем сталь более жаростойкая.

На графике представлен интервал работы жаростойких сталей в зависимости от содержания хрома для двух групп сталей.



Контрольные вопросы

4. Какой термической обработке подвергают графитизированные стали?
5. Каков принцип легирования нержавеющей сталей?
6. Как нержавеющие стали разделяются по структуре?
7. Привести примеры наиболее распространённых марок нержавеющей сталей и указать области их применения.
8. Как проявляется межкристаллитная коррозия?

ЖАРОПРОЧНЫЕ СТАЛИ

К жаропрочным относятся стали, которые обладают способностью оказывать сопротивление деформированию и разрушению при высоких температурах.

Жаропрочные свойства оценивают пределом длительной прочности $\sigma_{д.п.}$. Это максимальное напряжение, которое выдерживает металл без разрушения при определенной температуре за определенное время.



Поддоны из жаропрочной стали

Предел длительной прочности обозначают σ с двумя числовыми-ми индексами: верхний указывает температуру работы, нижний – заданное время до разрушения, выраженное в часах (например).

Предел длительной прочности определяют по кривым длительной прочности в координатах напряжение σ – время до разрушения t . В логарифмических координатах эта зависимость выражается прямой линией.

σ_{10000}^{550}

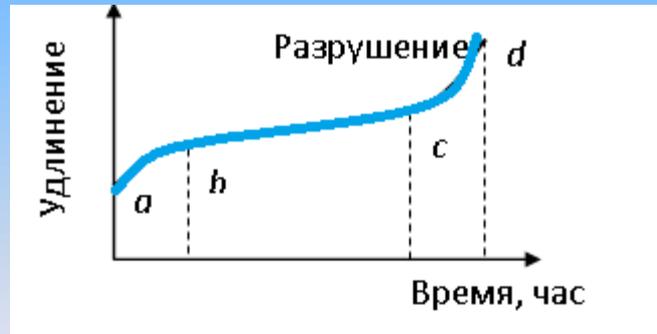


ЖАРОПРОЧНЫЕ СТАЛИ

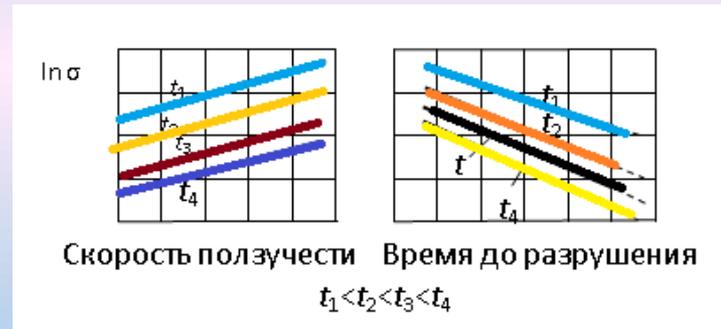
При высокой температуре и длительном воздействии нагрузки в сплавах наблюдается явление **ползучести**.

Это медленное непрерывное нарастание деформации при постоянном длительно действующем напряжении.

На первичной кривой ползучести можно отметить такие стадии: ab – неустановившаяся ползучесть; bc – установившаяся ползучесть; cd – ускоренная ползучесть, которая заканчивается разрушением. Тангенс угла наклона участка bc к оси абсцисс определяет скорость ползучести.



. Первичная кривая ползучести



Характеристики жаропрочности металла при разных температурах: a – схема диаграммы напряжение–скорость ползучести; b – зависимость между временем до разрушения и напряжением; t – температура испытаний

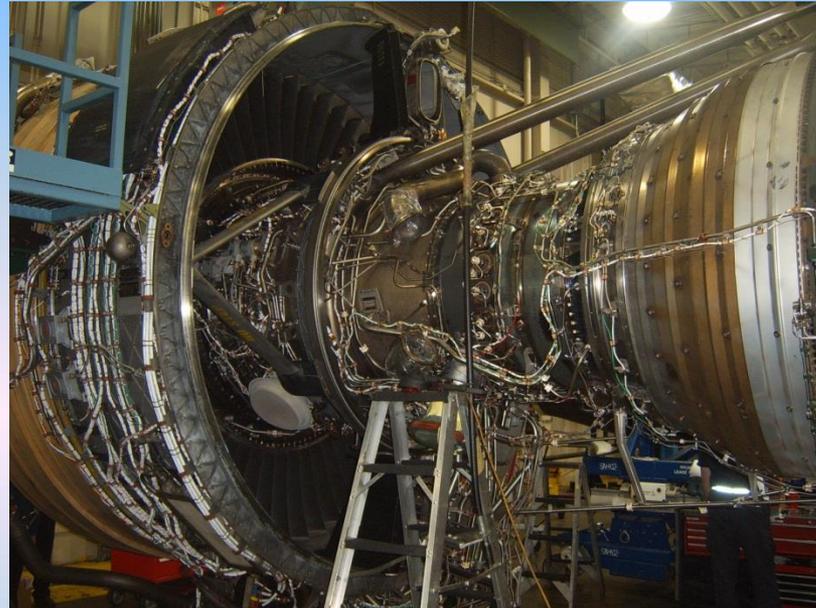
Чем меньше напряжение, тем меньше скорость ползучести и тем более длительное время образец выдерживает нагрузку без разрушения



ЖАРОПРОЧНЫЕ СТАЛИ

При работе в условиях ползучести происходят рекристаллизационные процессы, приводящие к разупрочнению.

Чем выше температура рекристаллизации, тем при более высокой температуре происходит разупрочнение. Повышения температуры рекристаллизации можно достичь введением легирующих элементов.



фрагмент внешнего корпуса турбины, изготовленного из жаропрочной стали

Наиболее эффективным является упрочнение дисперсными выделениями упрочняющих фаз, которые равномерно распределены в твердом растворе.



ЖАРОПРОЧНЫЕ СТАЛИ

По назначению жаропрочные стали можно разделить на клапанные, котельные, для газовых и паровых турбин.

К клапанным сталям, из которых изготавливают выпускные клапаны автомобильных и тракторных двигателей, относятся хромокремнистые стали мартенситного класса, называемые силхромами (сталь 40X9C2, 40X10C2M). Они сохраняют жаропрочность до температуры 600 °С.



Паровая турбина

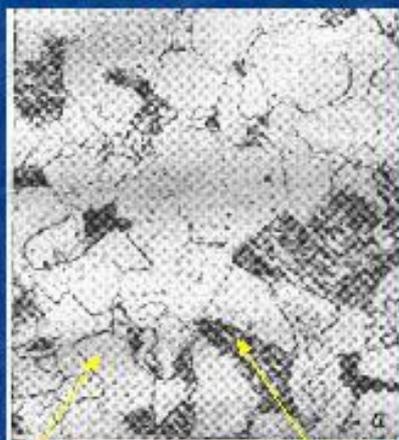
Детали газовых турбин различного назначения работают при высоких температурах и больших нагрузках. В зависимости от условий эксплуатации таких деталей применяют различные группы сталей и сплавов.

Для работы при температурах 570–620 °С с большими нагрузками применяют теплоустойчивые стали мартенситного класса.



ЖАРОПРОЧНЫЕ СТАЛИ:

Перлитного класса



класса

Ф

П

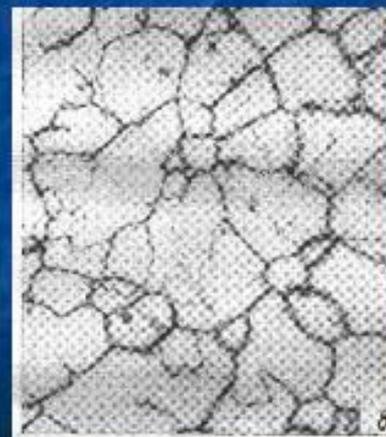
12X1MФ

Мартенситного класса



15X11MФ

Аустенитного



12X18H10T



ЖАРОПРОЧНЫЕ СТАЛИ

При рабочих температурах выше 620 °С используются жаропрочные стали аустенитного класса. Для обеспечения требуемой прочности и жаропрочности аустенитные стали легируют молибденом, вольфрамом, ванадием, титаном, алюминием, бором

Для изготовления таких ответственных деталей газовых турбин, как лопатки и диски рабочего колеса турбины, лопатки соплового аппарата и другие, которые в процессе эксплуатации нагреваются до температуры выше 750 °С, используются жаропрочные никелевые и кобальтовые сплавы.



Диск рабочего колеса турбины

При температуре до 300 °С – обычные конструкционные материалы; в диапазоне 300–570 °С – жаропрочные стали перлитного класса (сталь 15Х1М1Ф, 20Х3МФ), при 570–650 °С – стали мартенситного класса (сталь 15Х11МФ), при 650–900 °С – стали аустенитного класса (сталь 12Х18Н10, 40Х14Н14В2М), при температурах выше 900 °С используют сплавы главным образом на основе никеля (нимоники).

Можно сделать вывод, что чаще всего для наиболее распространенных деталей, работающих в условиях повышенных и высоких температур, применяют следующие материалы.



Контрольные вопросы

9. Какие стали относятся к жаростойким?
10. Что такое жаропрочные стали? Как оценивают жаропрочные свойства?
11. Привести пример жаропрочных сталей и рабочие температуры, при которых они работают.
12. Как определяют скорость ползучести?
- 13.



На самостоятельную работу ВЫНОСИТСЯ

- Сильхромы и температуры, до которых они сохраняют жаропрочность?





Кафедра технології металів і матеріалознавства

E-mail diana.borisovna@gmail.com

**Автор: доц. Глушкова Д.Б.
Lect14_1M_TKMIM_GDB_10.02.15**