



ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

«КОНСТРУКЦИОННАЯ ПРОЧНОСТЬ И СПОСОБЫ ЕЁ ПОВЫШЕНИЯ

»

**Автор: доц. Глушкова Д.Б.
Lect18_1M_TKMIM_GDB_19.05.15**

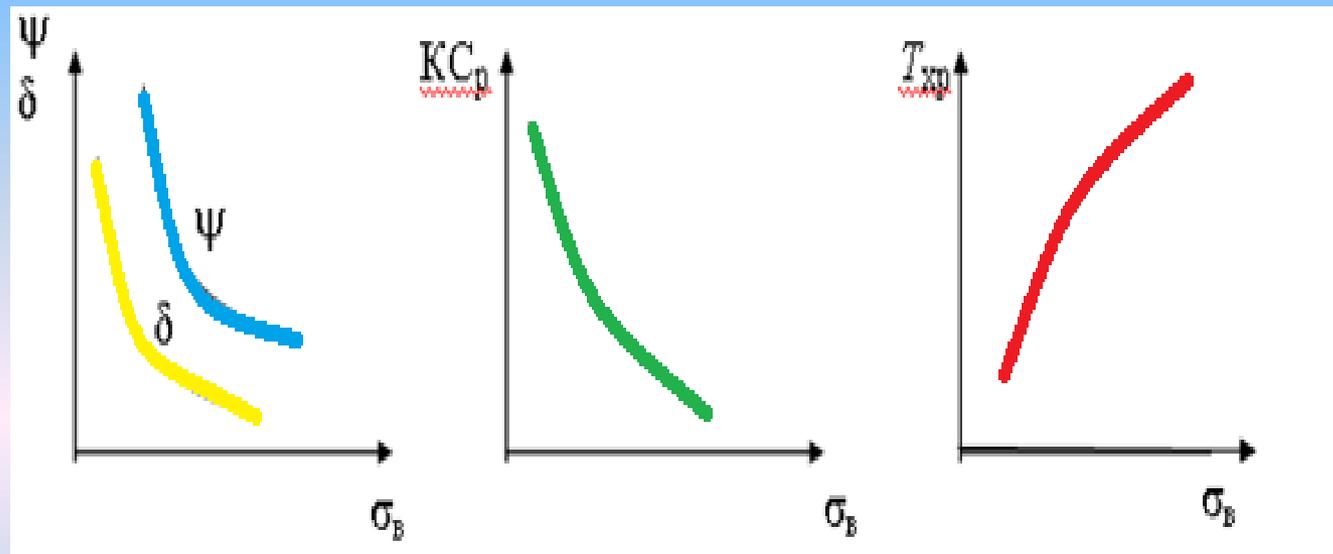
План

1. Показатели определяющие конструкционную прочность
2. Современные способы повышения конструкционной прочности
3. Термомеханическая обработка
4. Поверхностная пластическая деформация
5. Получение ультра мелкого зерна
6. Отпуск под нагрузкой
7. Высокопрочные стали с высокой пластичностью
8. Мартенситно-старяющие высокопрочные стали
9. Финишная антифрикционная безабразивная обработка (ФАБО)
10. Технология эпиламирания
11. Графитирование поверхностей деталей
12. Электроискровое упрочнение
13. Наплавка износостойких слоев

ПОКАЗАТЕЛИ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ КОНСТРУКЦИОННУЮ ПРОЧНОСТЬ

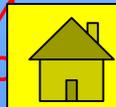
Для обеспечения работоспособности материала необходимо объединить достаточно высокие показатели прочности, пластичности, ударной вязкости и низкого значения порога хладноломкости.

Эти свойства связаны неоднозначно: с повышением временного сопротивления разрушению σ_B показатели пластичности (δ и ψ) и ударная вязкость снижаются, а порог хладноломкости возрастает



Характер зависимости пластичности (а); ударной вязкости (б) и порога хладноломкости (в) от временного сопротивления разрушению

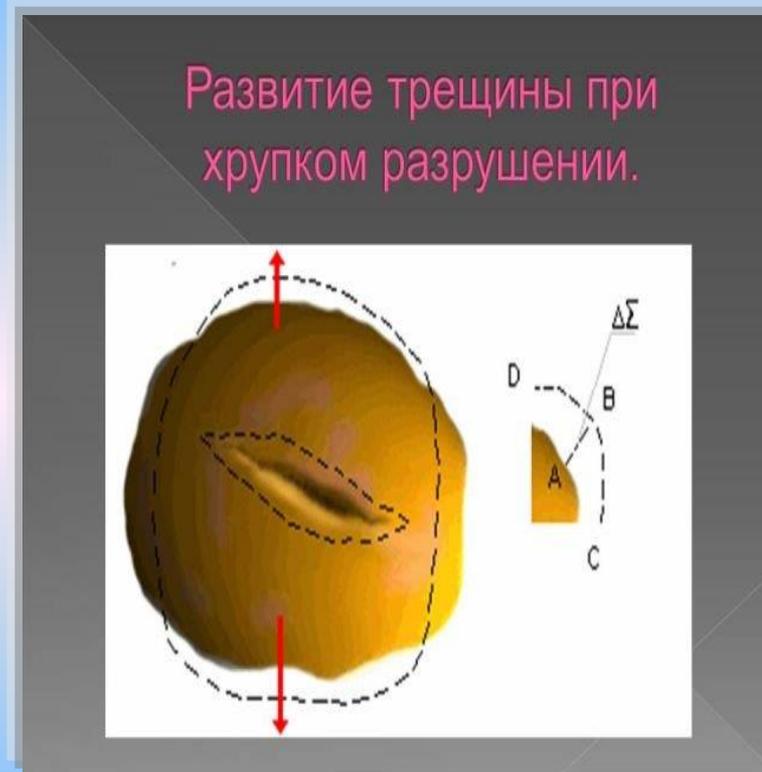
Для повышения работоспособности материалов конструкции необходим комплекс свойств, а именно: достаточно высокие показатели прочности, пластичности, вязкости разрушения, сопротивления усталости, низкие показатели порога хладноломкости. В связи с этим в современной технике наряду с показателями механических свойств используется такое понятие как конструкционная прочность



ПОКАЗАТЕЛИ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ КОНСТРУКЦИОННУЮ ПРОЧНОСТЬ

Конструкционная прочность – это комплекс показателей, которые определяют работоспособность материала конкретного изделия при данных условиях эксплуатации.

Наибольшую опасность для конструкции представляет хрупкое разрушение. Эксперименты свидетельствуют, что разрушение включает три этапа: зарождение трещины, ее докритическое подрастание и закритическое (лавинное) развитие



На этом этапе происходит хрупкое разрушение. Поэтому для недопущения такого явления необходимо, чтобы трещина не достигала критического размера.

Докритическое подрастание происходит при повышении нагрузки и относительно медленно. Закритическое (лавинное) развитие трещины уже не требует повышения нагрузки. Этот процесс идет с большой скоростью. Для стали такая скорость может составлять 2500 м/с



ПОКАЗАТЕЛИ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ КОНСТРУКЦИОННУЮ ПРОЧНОСТЬ

Трещиностойкость характеризуется вязкостью разрушения G_{1c} , Н/м

Вязкость разрушения характеризует усилие, необходимое для продвижения трещины на единицу длины и, следовательно, определяет сопротивление материала распространению трещины.

$$G_{1n} = \pi \cdot L \cdot \sigma^2 / E$$



Приспособление для проведения испытания на трещиностойкость

По своему физическому смыслу вязкость разрушения близка к работе развития трещины K_{Cr} . Если K_{Cr} качественно характеризует поведение тела с трещиной, то с помощью G_{1c} можно количественно связать напряжение разрушения и длину трещины.

где l – длина трещины, σ – приложенное к телу напряжение, E – модуль упругости материала.



ПОКАЗАТЕЛИ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ КОНСТРУКЦИОННУЮ ПРОЧНОСТЬ

Вязкость разрушения позволяет определить критическую длину трещины $l_{кр}$ – максимальную длину трещины, которая не вызывает разрушения при данном значении напряжения

С помощью параметра G_{1n} можно определить критическое напряжение $\sigma_{кр}$ – максимальное напряжение, которое может выдержать изделие без разрушения при данной длине трещины l



$$L_{\text{кр}} = G_{1n} \cdot A / \pi \cdot \sigma^2$$

$$\sigma_{\text{кр}} = \sqrt{G_{1n} \cdot E / \pi \cdot L}$$

чем выше вязкость разрушения, тем при данном уровне напряжений больше критический размер трещины.



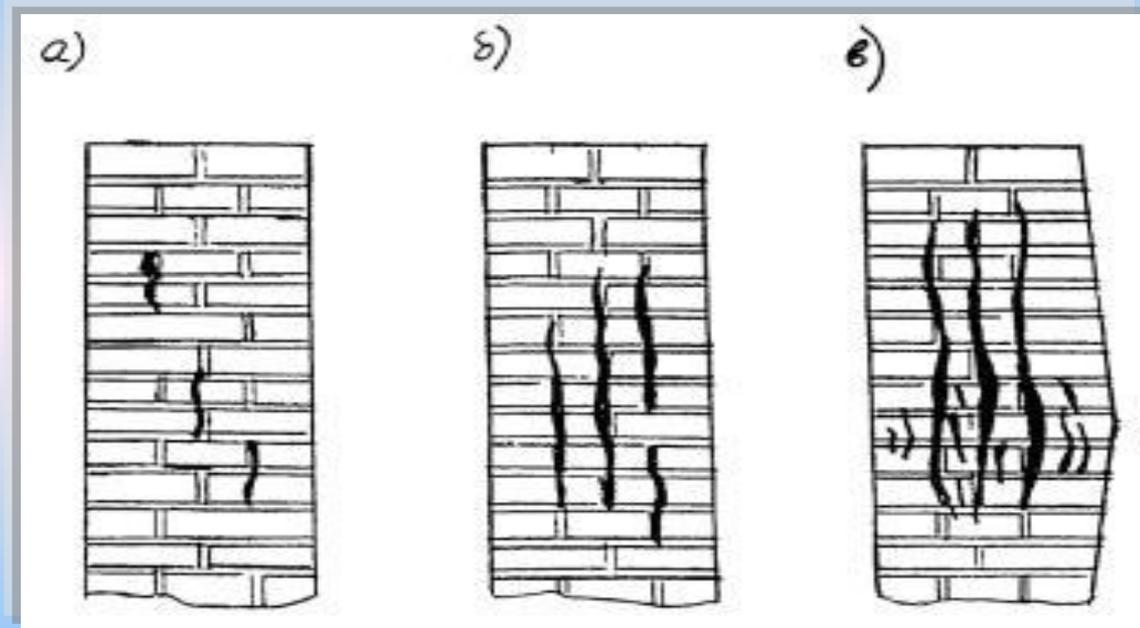
ПОКАЗАТЕЛИ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ КОНСТРУКЦИОННУЮ ПРОЧНОСТЬ

Другим параметром трещиностойкости есть K_{1c} – коэффициент интенсивности напряжений, который определяется по формуле, $\text{Н}/\text{м}^{3/2}$

Такие параметры определяют на специальных образцах с трещиной. Однако эти испытания сложные и требуют больших образцов.

$$K_{1n}^2 = E \cdot G_{1n} / (1 - \mu)$$

где μ – коэффициент Пуассона; G_{1c} и K_{1c} – параметры трещиностойкости.



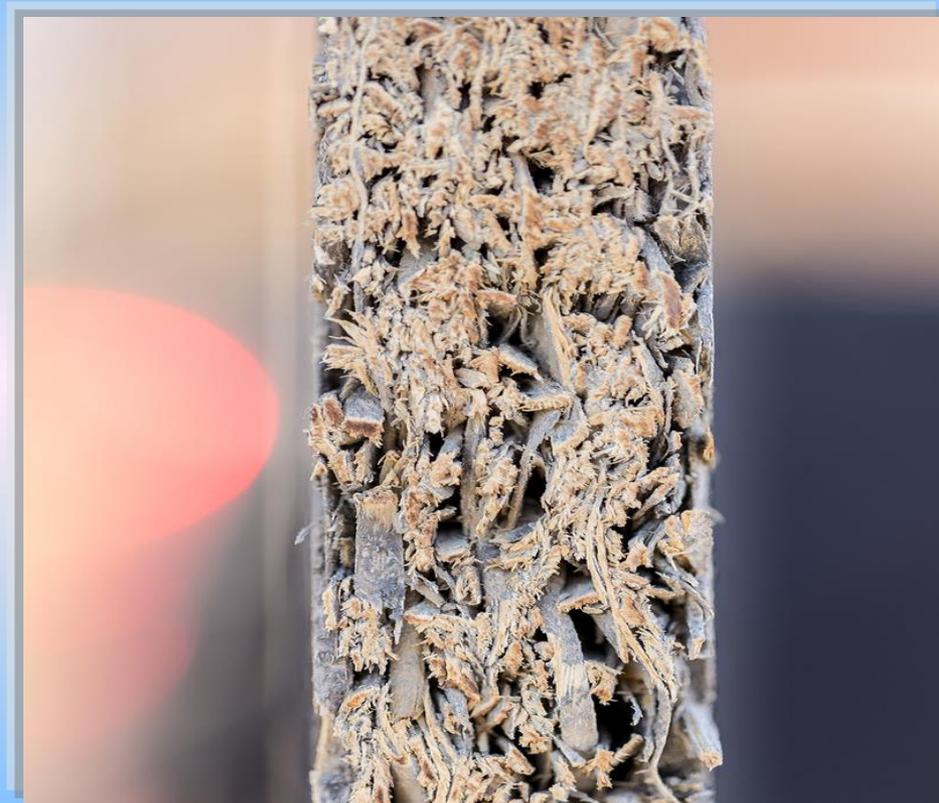
б - развитие трещин по высоте и увеличение их ширины; в - трещины при разрушении

Поэтому часто ограничиваются определением работы развития трещины K_{Cp} .



ПОКАЗАТЕЛИ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ КОНСТРУКЦИОННУЮ ПРОЧНОСТЬ

Конструкционная прочность характеризует не только свойства самого материала, но и надёжность и долговечность его работы в реальной конструкции.



Надёжность конструкции характеризует способность материала противостоять появлению внезапного отказа, следствием которого является хрупкое разрушение



ПОКАЗАТЕЛИ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ КОНСТРУКЦИОННУЮ ПРОЧНОСТЬ

Отказ



Износ деталей

Отказ – это нарушение работоспособности машины, вызванное повреждениями изделия вследствие деформации, износа, коррозии, разрушения.



ПОКАЗАТЕЛИ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ КОНСТРУКЦИОННУЮ ПРОЧНОСТЬ

Долговечность для большинства изделий определяется сопротивлением усталостному разрушению и изнашиванию, коррозионной стойкостью и др



Коррозионная стойкость

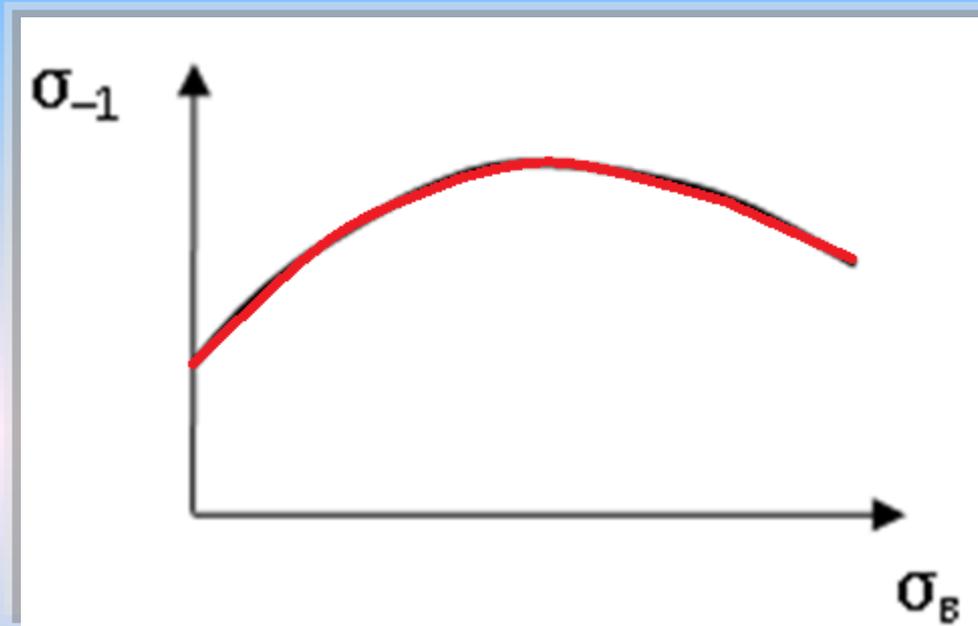
Долговечность определяет способность материала оказывать сопротивление постепенному отказу, когда изделие теряет свою работоспособность без угрозы аварии. К критериям, определяющим надёжность материала в конструкции, относятся в первую очередь такие параметры как вязкость разрушения G_{1c} , коэффициент интенсивности напряжений K_{1c} , работа развития трещины K_{Cp} , порог хладноломкости (критическая температура хрупкости) $T_{хр}$.



ПОКАЗАТЕЛИ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ КОНСТРУКЦИОННУЮ ПРОЧНОСТЬ

Зависимость предела выносливости σ_{-1} от временного сопротивления σ_B носит экстремальный характер

С увеличением σ_B предел выносливости σ_{-1} сначала увеличивается. Однако после достижения $\sigma_B = 1300\text{--}1500$ МПа предел выносливости начинает снижаться, что характерно для высокопрочных материалов.



Связь между пределом выносливости σ_{-1} и временным сопротивлением σ_B

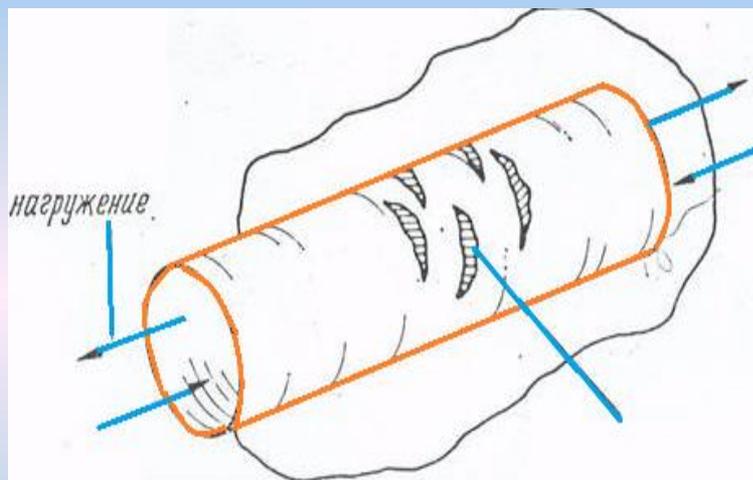
Такие материалы отличаются повышенной склонностью к хрупкому разрушению.



ПОКАЗАТЕЛИ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ КОНСТРУКЦИОННУЮ ПРОЧНОСТЬ

При циклическом нагружении кроме предела выносливости следует учитывать еще один параметр – так называемую «живучесть».

Разрушение при знакопеременных нагрузках происходит путем зарождения и роста усталостной трещины. Поэтому общее число циклов до разрушения определяется формулой



Циклическое нагружение

Живучесть (N_j) – характеризует способность материала работать после зарождения усталостной трещины. Живучесть определяется числом циклов, которое выдерживает металл до разрушения после зарождения трещины ($N_p = N_j$) или скоростью её роста. Живучесть относится к критериям долговечности.

$$N_{\text{общ}} = N_z + N_p,$$

где N_z – число циклов, необходимое для зарождения трещины;
 N_p – число циклов, необходимое для достижения трещиной критического размера.

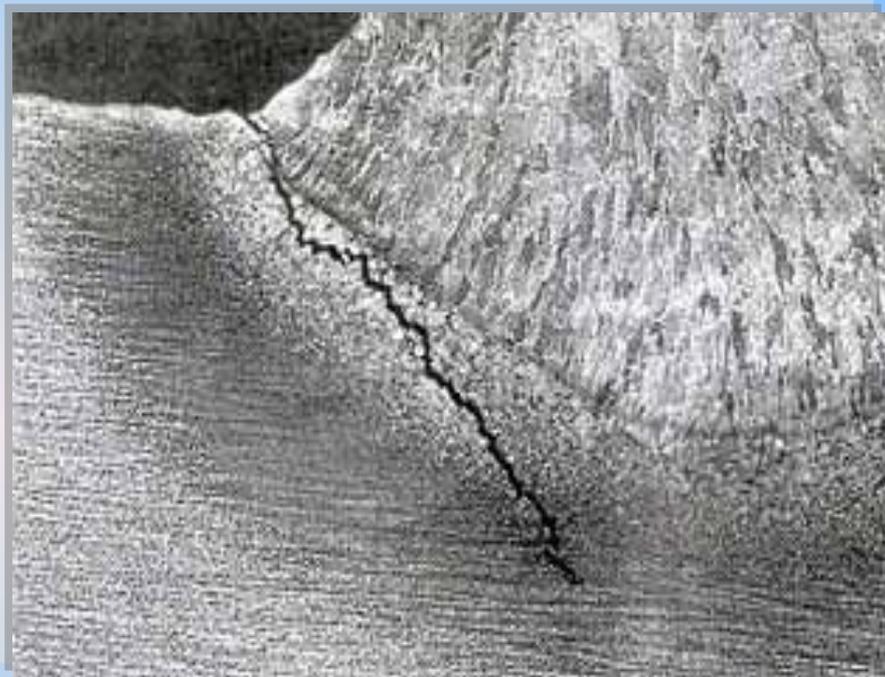


Контрольные вопросы

1. Какая связь существует между показателями пластичности, ударной вязкости и временным сопротивлением разрушению?
2. Что представляет собой конструкционная прочность?
3. Что характеризует вязкость разрушения?
4. Что такое критическая длина трещины и критическое напряжение?
5. Что характеризует надежность?
6. Какие критерии определяют надежность?
7. Что такое долговечность?
8. Какие критерии определяют долговечность?
9. Какая связь между пределом выносливости σ_{-1} и временным сопротивлением σ_B ?
10. Что такое живучесть?



СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ КОНСТРУКЦИОННОЙ ПРОЧНОСТИ



Конструкционную прочность стали можно повысить термомеханической обработкой, измельчением зерна, поверхностной пластической деформацией, отпуском под нагрузкой, применением высокопрочных мартенситно-старяющих сталей, ТРИП-сталей, использованием высокочистых сталей с минимальным количеством вредных примесей, композиционных материалов и др.



ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА

Термомеханическая обработка (ТМО) – это совмещение пластической деформации и термической обработки, выполненных в определённой последовательности.

В зависимости от условий деформации аустенита – выше или ниже критических точек – различают **высокотемпературную (ВТМО)** и **низкотемпературную (НТМО)** термомеханическую обработку

Наилучший комплекс механических свойств стали достигается в случае, когда мартенсит образуется из аустенита с развитой поли-гонизованной структурой.

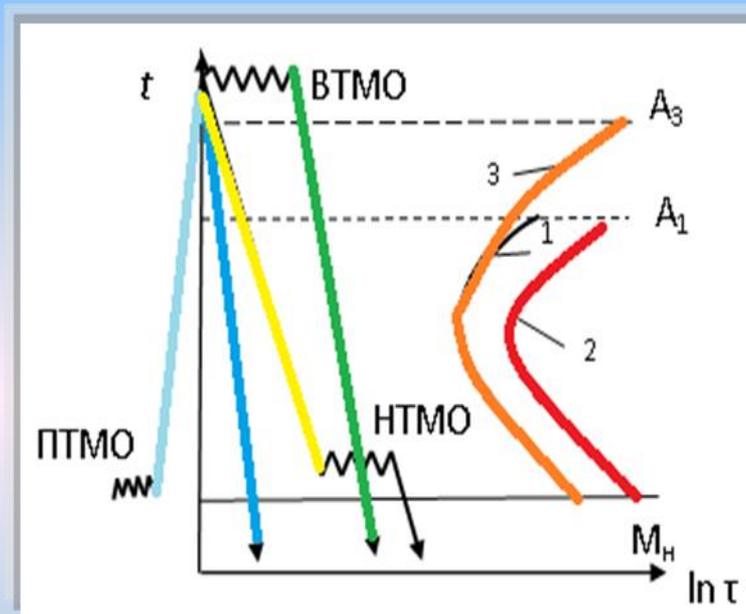


Схема ТМО для доэвтектоидной стали

При ВТМО сталь деформируется в области существования аустенита устойчивого (температура выше A_3). Непосредственно после деформации происходит закалка. При ВТМО мартенсит наследует сформировавшуюся при горячей деформации субструктуру нерекристаллизованного аустенита.



ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА

По сравнению с обычной закалкой формируется упорядоченная стойкая дислокационная субструктура, которая имеет вид ячеек, разграниченных выстроившимися в ряд дислокациями.

На С-образной диаграмме доэвтектоидной стали присутствует линия, которой не было на С-образной диаграмме эвтектоидной стали. Эта линия 3 соответствует образованию феррита из аустенита в диапазоне температур A_1 – A_3 .

Эффект наследования упрочнения при повторных кратковременных нагревах позволяет расширить область применения ВТМО.

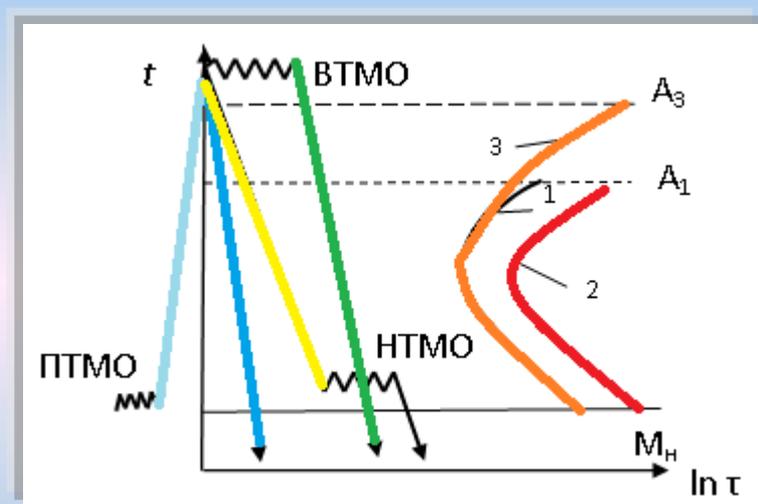


Схема ТМО для доэвтектоидной стали

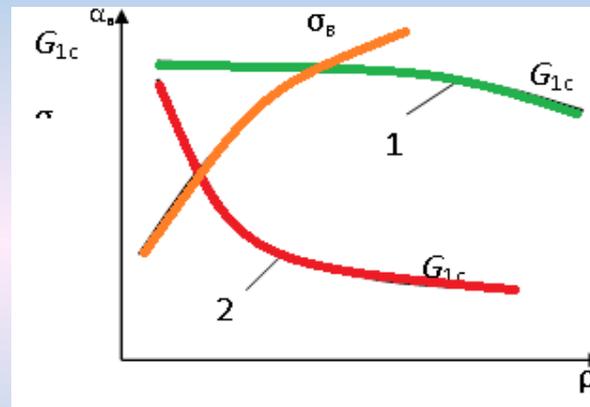
Особенности субструктуры мартенсита при ВТМО приводят к тому, что при увеличении прочности сохраняются неизменными (на достаточно высоком уровне) показатели пластичности и сопротивляемости распространению трещины (вязкость разрушения).



ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА

При НТМО переохлаждённый аустенит деформируют в температурной зоне существования неустойчивого аустенита ($t = 400\text{--}600\text{ }^\circ\text{C}$). Закалку производят после деформации. В обоих случаях после закалки следует низкий отпуск.

Причина упрочнения стали при НТМО – наследование мартен-ситом дислокационной структуры деформированного аустенита. Достаточно высокий уровень пластичности стали, в высоко-прочном состоянии объясняется образованием развитой субструктуры ячеистого типа и измельчённостью кристаллов мартенсита.



Характер изменения вязкости разрушения G_{1c} при повышении плотности дислокаций (схема)

В результате ТМО повышается весь комплекс свойств. По сравнению с обычной термической обработкой (закалкой и низким отпуском) увеличение прочности на 20 % сопровождается ростом пластичности в 1,5–2 раза.

представлено положительное влияние ТМО на вязкость разрушения G_{1c} . Если после обычной закалки вязкость разрушения резко уменьшается (2), то после ВТМО, когда дислокации образуют ячеистую структуру, вязкость разрушения сохраняется на достаточно высоком уровне (1).



ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА

ВТМО обеспечивает меньшее упрочнение в результате частичной рекристаллизации аустенита, но наиболее высокие показатели пластичности и ударной вязкости, уменьшает склонность к образованию трещин, снижает порог хладноломкости, увеличивает сопротивление усталости.

Разновидностью ВТМО является высокотемпературная термомеханическая изотермическая обработка (ВТМИЗО), заключающаяся в проведении деформации выше критической точки A_3 , переносе в печь, температура которой соответствует температурам распада аустенита на структуры перлитного семейства,



Схема высокотемпературной термомеханической изотермической обработки для доэвтектоидной стали

изотермической выдержке в этой области температур с последующим охлаждением на воздухе



ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА

Улучшение свойств по сравнению с изотермическим отжигом достигается за счёт измельчения структуры и получения определённым образом расположенных дислокаций.

ПТМО – это предварительная пластическая деформация, после которой следует нагрев в аустенитную область и охлаждение со скоростью больше критической

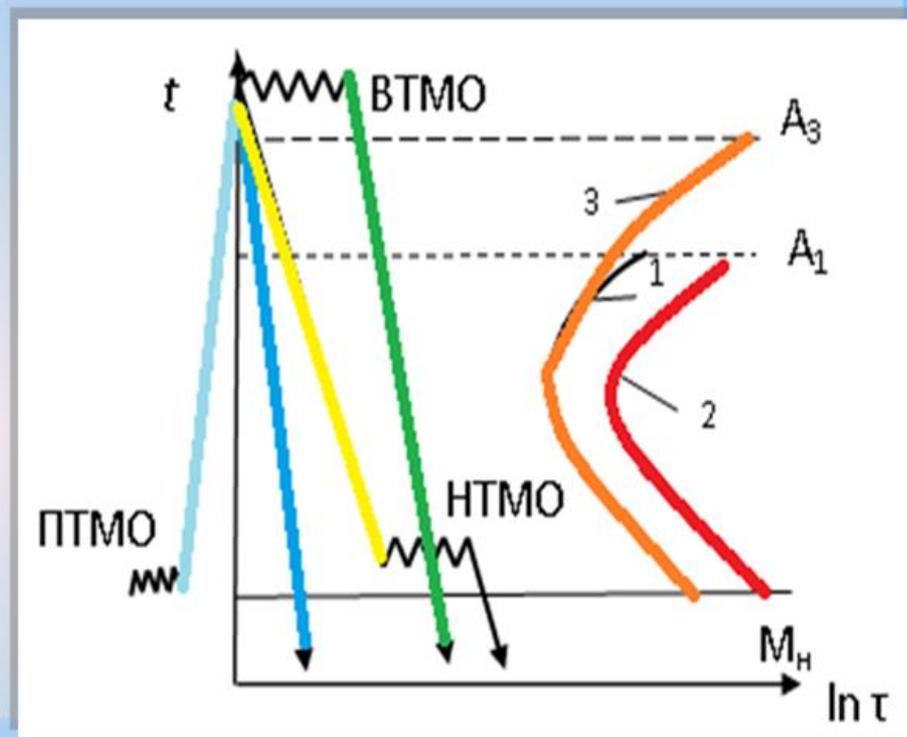


Схема ТМО для доэвтектоидной стали

Достигается существенное упрочнение при сохранении достаточного уровня пластичности и ударной вязкости за счёт образования сложной ячеистой структуры.



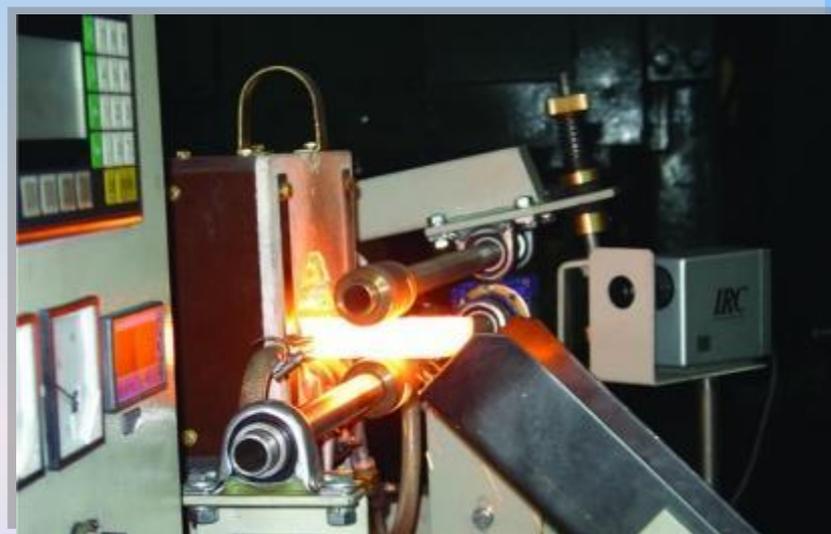
Контрольные вопросы

1. Что представляет собой термомеханическая обработка?
2. По какому режиму проводится высокотемпературная термомеханическая обработка?
3. По какому режиму проводится низкотемпературная термо-механическая обработка?
4. Объяснить причину получения более высокого комплекса свойств после термомеханической обработки по сравнению с обычной термической обработкой.
5. Сравнить высокотемпературную и низкотемпературную термомеханические обработки.
6. В чём заключается высокотемпературная термомеханическая изотермическая обработка?
7. Что представляет собой предварительная термомеханическая обработка (ПТМО)?

Поверхностная пластическая деформация

Поверхностную пластическую деформацию (ППД) производят в зависимости от формы изделий обкаткой роликами и обдувкой дробью.

Глубина наклепанного слоя составляет 0,1–0,3 мм. Такая обработка повышает предел выносливости σ_{-1} и уменьшает вредное влияние поверхностных дефектов.



$K_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1} \text{образца без надреза}}{\sigma_{-1} \text{образца с надрезом}}$

В результате ППД этот коэффициент уменьшается: для стали 40Х без ППД $K_{\sigma} = 1,7$, а с ППД $K_{\sigma} = 1,07$. ППД эффективна для деталей, которые подвергаются упругим нагрузкам, например рессоры, пружины, а также для многих других деталей.

Повышение σ_{-1} обусловлено возникновением остаточных напряжений сжатия, которые компенсируют появляющиеся в процессе эксплуатации изделий опасные растягивающие напряжения. Чувствительность материала к концентраторам напряжений характеризуется коэффициентом K



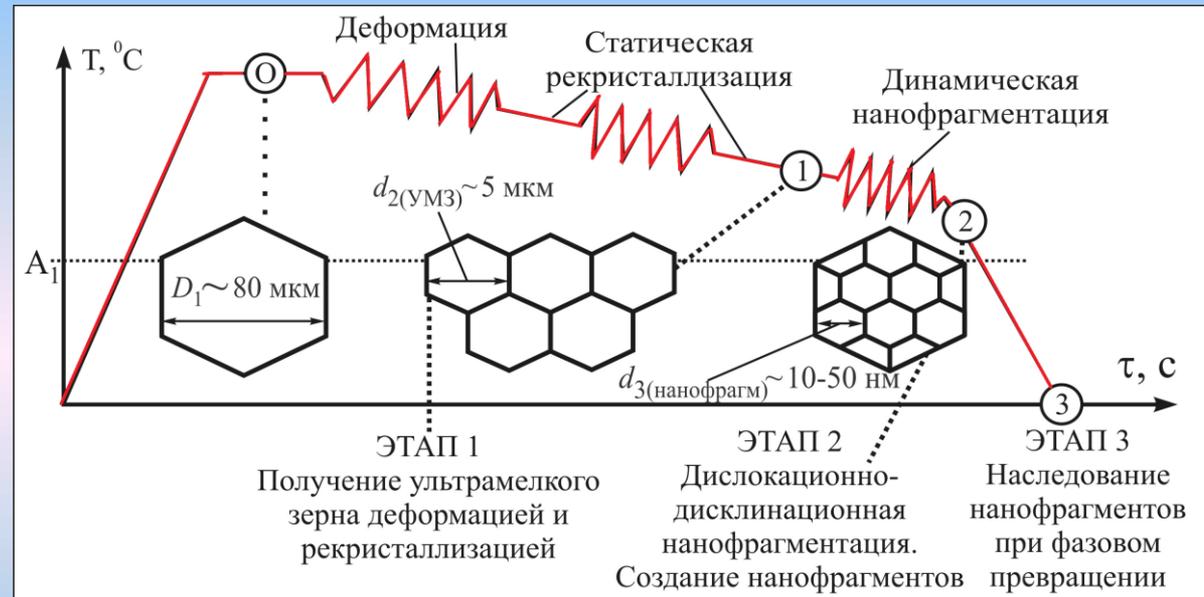
Контрольные вопросы

1. Как производят поверхностную пластическую деформацию (ППД)?
2. В чем положительный эффект ППД?

ПОЛУЧЕНИЕ УЛЬТРАМЕЛКОГО ЗЕРНА

Измельчение зерна повышает ударную вязкость, в том числе работу распространения трещины КСр, существенно снижает порог хладноломкости.

Например, для среднеуглеродистой стали с размером зерна ~ 25 мкм порог хладноломкости $T_{хр}$ составляет 90 $^{\circ}\text{C}$, а с размером зерна ~ 2 мкм $T_{хр} = -100$ $^{\circ}\text{C}$.



Измельчение зерна изменяет и вид зависимости ударной вязкости от температуры. Если для стали с крупным зерном наблюдается резкий переход из вязкого состояния в хрупкое, то в стали с ультрамелким зерном ударная вязкость с понижением температуры уменьшается постепенно.



ПОЛУЧЕНИЕ УЛЬТРАМЕЛКОГО ЗЕРНА

Для легированной конструкционной стали измельчение зерна с 25 до 3–5 мкм вызывает повышение временного сопротивления на ~ 25 %, коэффициента интенсивности напряжений K_{1c} на ~ 35 %.

Таким образом, получение ультрадисперсного зерна позволяет одновременно повысить прочность, ударную вязкость, вязкость разрушения.



К способам получения ультрадисперсного зерна относятся:

- металлургические методы (введение модификаторов, использование наследственно мелкозернистой стали и др.);
- индукционный нагрев;
- циклическую термическую обработку (многократный нагрев и охлаждение вблизи критических точек);
- термомеханическую обработку.



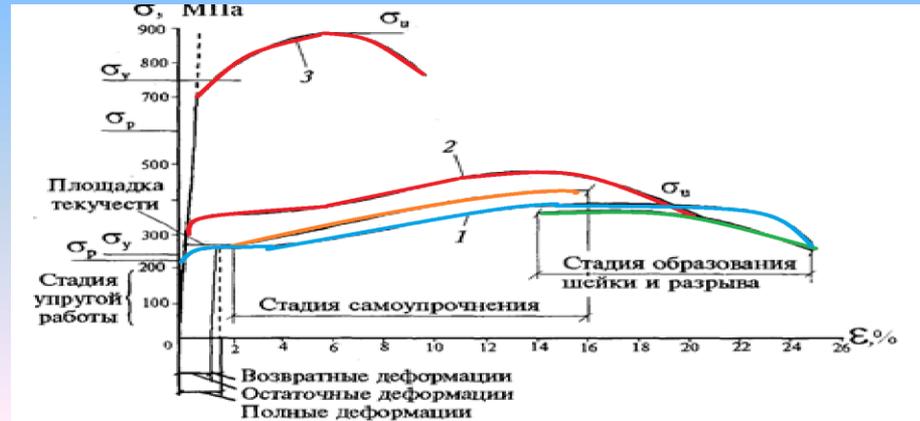
Контрольные вопросы:

1. Как можно получить ультрамелкое зерно?

ОТПУСК ПОД НАГРУЗКОЙ

Одним из методов, который может уменьшить возможность хрупкого разрушения путём снятия напряжений, является отпуск под нагрузкой.

Суть метода заключается в приложении к изделию в процессе отпуска плавно повышающегося напряжения, верхний предел которого не превышает предела текучести материала. Как правило, напряжение под нагрузкой составляет $(0,5-0,8)\sigma_{0,2}$.

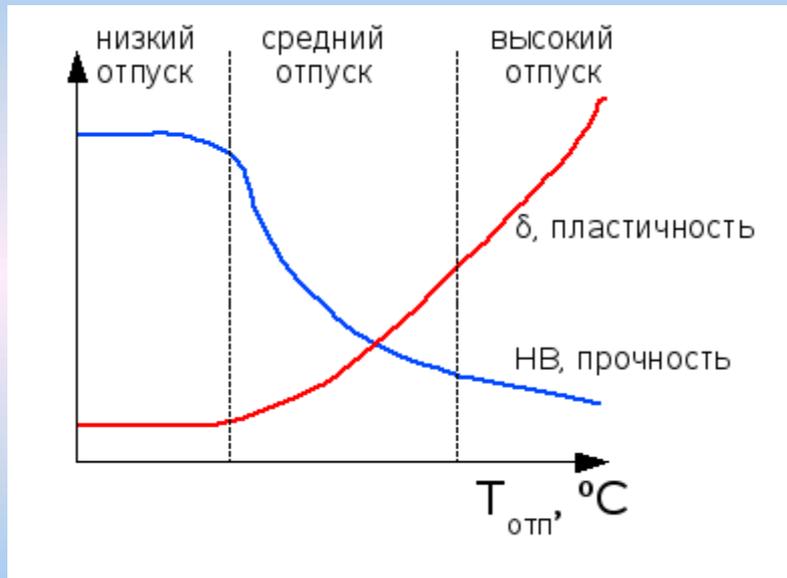


При этом в отдельных местах происходит движение дислокаций, которое приводит к релаксации (снятию) локальных напряжений в результате микросдвигов.



ОТПУСК ПОД НАГРУЗКОЙ

Преимущество отпуска под нагрузкой по сравнению с обычным отпуском заключается в том, что обычный отпуск после закалки повышает пластичность и снижает прочность, а отпуск под нагрузкой, повышая пластичность, не приводит к понижению предела текучести.



Причиной этого является более равномерное и однородное распределение напряжений решетки при общем снижении их уровня.

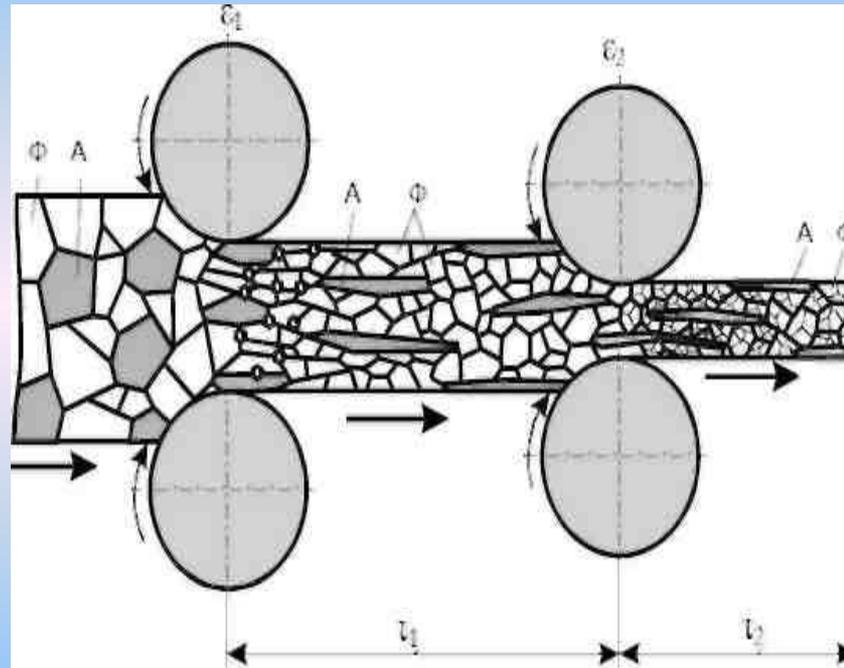
Отпуск под нагрузкой может быть использован для «залечивания» микро- и макродефектов (пор, микротрещин).



ВЫСОКОПРОЧНЫЕ СТАЛИ С ВЫСОКОЙ ПЛАСТИЧНОСТЬЮ

Метастабильные высокопрочные аустенитные стали 25Н25М4Г, 30Х9Н9М4Г2С2 и др. содержат 8–14 % Cr, 8–32 % Ni, 0,5–2,5 % Mn, 2,6 % Mo, до 2 % Si.

После закалки от 1000–1100 °С они сохраняют устойчивую аустенитную структуру (так как Mn ниже комнатной температуры), обладают высокой вязкостью, но низким пределом текучести



Схематическое представление структурных изменений, обусловленных пластической деформацией стали

Для упрочнения сталь подвергают пластической деформации с большими степенями обжатия при температуре ниже температуры рекристаллизации

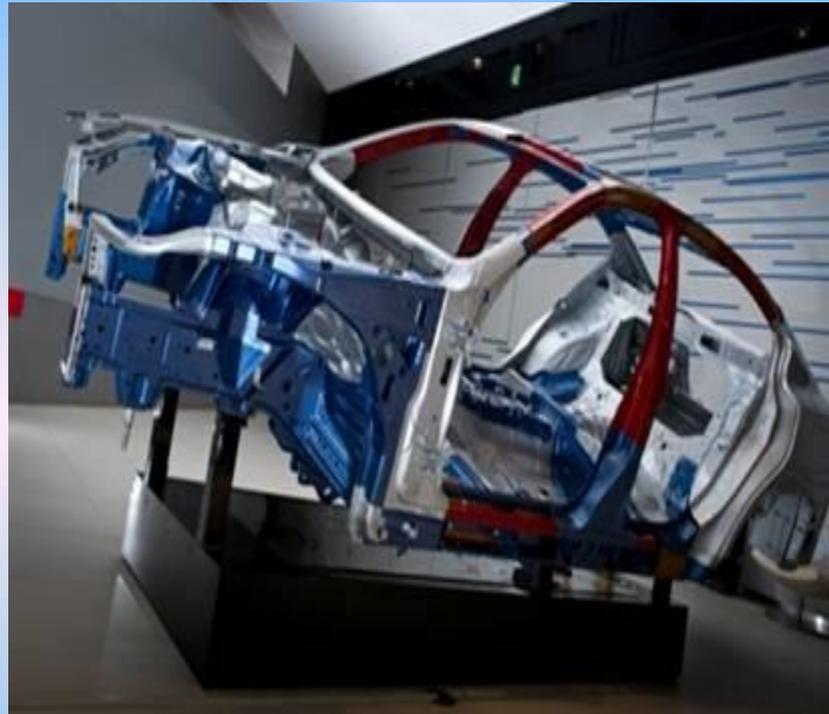
В процессе деформации часть аустенита превращается в мартенсит, что позволяет получить хорошее сочетание прочности и пластичности.



ВЫСОКОПРОЧНЫЕ СТАЛИ С ВЫСОКОЙ ПЛАСТИЧНОСТЬЮ

В результате деформационно-термического упрочнения предел текучести $\sigma_{0,2}$ повышается до ~ 1800 МПа; $\delta \geq 20$ %

Характерными для этой группы сталей являются высокие значения вязкости разрушения и предела выносливости. Находят применение низколегированные высокопрочные стали.



высокопрочная сталь с пределом прочности 1,2 ГПа и высокой пластичностью

Эти стали содержат мало углерода, вводятся в сотых и тысячных долях такие элементы как молибден, титан, ниобий, ванадий, азот. За счёт образования карбидов, нитридов, карбонитридов обеспечивается получение мелкого зерна и повышение прочности.

Поэтому стали этой группы имеют достаточно высокую ударную вязкость и низкий порог хладноломкости.



МАРТЕНСИТНО-СТАРЕЮЩИЕ ВЫСОКОПРОЧНЫЕ СТАЛИ

Опыт свидетельствует о том, что при высоком значении временного сопротивления σ_B появляется большое количество субмикротрещин, которые приводят к уменьшению конструкционной прочности.

Снижение конструкционной прочности в этом случае связано с наличием хрупкой мартенситной структуры, представляющей собой, как известно, пересыщенный твердый раствор углерода в Fe α . При этом чем больше мартенсит пересыщен углеродом, тем выше его хрупкость.



Поэтому в высокопрочных сталях количество углерода уменьшено до сотых долей процента.

Высокая прочность таких сталей достигается за счет легирования стали, в первую очередь, никелем.



МАРТЕНСИТНО-СТАРЕЮЩИЕ ВЫСОКОПРОЧНЫЕ СТАЛИ

Мартенситно-стареющие стали – это малоуглеродистые стали, содержащие 0,03–0,05 % углерода, большое количество никеля (8–20 %), а также такие легирующие элементы, как хром, молибден, титан, алюминий и др.

В этом случае продукт бездиффузионного превращения – никелевый мартенсит отличается от обычного мартенсита, образуемого в углеродистых сталях.



Высоколегированные мартенситно-стареющие стали

Никелевый мартенсит представляет собой твердый раствор замещения атомов железа атомами никеля в решетке Fe α . Он обладает достаточной пластичностью, вязкостью, прочностью.

Дополнительное упрочнение железо-никелевого мартенсита достигается за счёт Ti, Al, Mo и др. При нагреве под закалку эти элементы растворяются в γ -твердом растворе, а при охлаждении не успевают выделиться. Поэтому в таком случае образуется мартенсит, пересыщенный данными элементами.



МАРТЕНСИТНО-СТАРЕЮЩИЕ ВЫСОКОПРОЧНЫЕ СТАЛИ

При отпуске происходит старение мартенсита, которое заключается в выделении из него дисперсных частиц интерметаллидных соединений, таких как NiAl, Ni₃Ti, NiTi и др. Старение мартенсита существенно упрочняет сталь.

Для достижения высоких показателей механических свойств в мартенситно-старяющие стали вводят кобальт, который не образует упрочняющих фаз, но увеличивает степень пересыщенности мартенсита другими элементами.



Выделение таких избыточных фаз способствует повышению прочности.

После окончательной термической обработки сталь 03Н18К9М5Т имеет свойства: $\sigma_v = 1800$ МПа, $\psi = 60$ %, $K_{CU} = 500$ КДж/м², $K_{Cp} = 200$ КДж/м².

Пример такой стали 03Н18К9М5Т, содержащей всего 0,03 % С, но много легирующих элементов. Термическая обработка такой стали заключается в закалке и старении при температуре 550 °С. При старении из мартенсита, представляющего собой пересыщенный твердый раствор легирующих элементов в Fe α , выделяются избыточные фазы – мелкодисперсные интерметаллиды NiTi, NiAl.



Контрольные вопросы

11. Как можно получить ультрамелкое зерно?
12. За счёт чего достигаются высокие показатели механических свойств мартенситно-старееющих сталей?
13. Какой обработке подвергаются метастабильные высоко-прочные аустенитные стали?
14. Какой принцип положен в основу разработки мартенситно-старееющих сталей?
15. В чём особенности термической обработки мартенситно-старееющих сталей?



Финишная антифрикционная безабразивная обработка



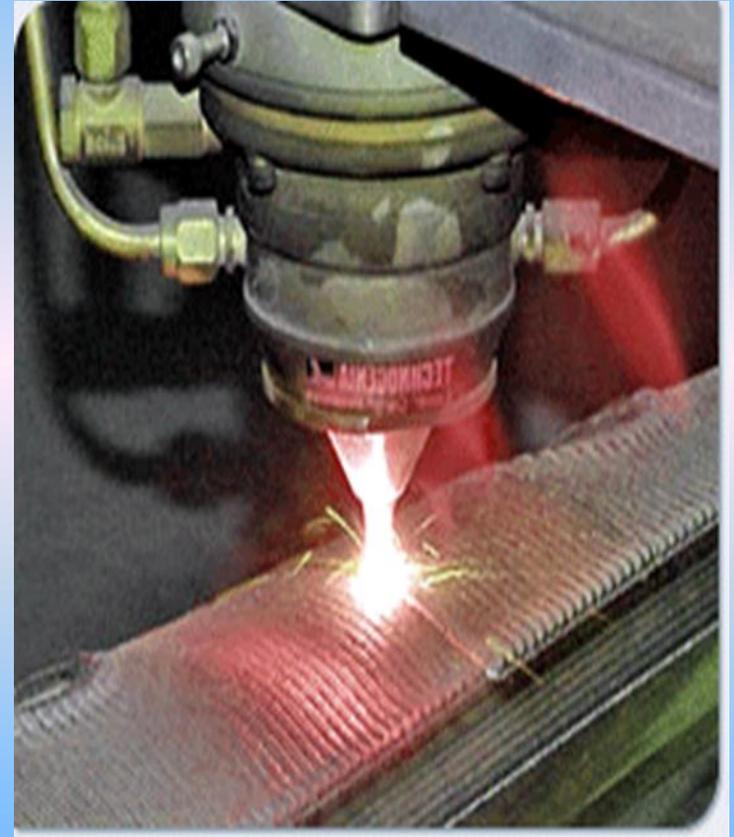
- низкий расход цветного металла;
- малый расход механической энергии;
- экологическая безопасность;
- незначительные временные и трудовые затраты;

- стабильное и хорошее качество покрытия;
- замена дорогостоящих способов обработки поверхности;
- эффективно для восстановления изношенных поверхностей деталей.



Электродуговая наплавка

Электродуговая наплавка - процесс нанесения металла, выполняющего роль плавящего электрода, на упрочняемую поверхность, при котором нагрев осуществляется электрической дугой. В зависимости от способа возбуждения дуги, подачи и перемещения электрода, а также вида защитной (наплавочной) среды различают наплавки: ручную, механизированную, электрошлаковую, дуговые сварки в защитном газе и под слоем флюса.



Плакирование

- Плакирование — метод нанесения покрытий за счет механических и термомеханического воздействия на два или более соединяемых материалов. Чаще всего плакирование распространяется на металлы и их сплавы. Плакирование реализуется за счет взрыва, прокатывания, экструзии. Так получают би- и триметаллы в виде ленты, листа, полос, проволоки, труб и других изделий простой геометрической формы и таким же образом наносят различные защитные, антифрикционные покрытия на детали машин.



Технология эпиламирания

Эпиламы представляют собой многокомпонентные системы, включающие фторорганические поверхностно-активные вещества в различных растворителях и функциональные добавки.



При нанесении ПАВ на поверхность твердого тела (эпиламирание) образуется тонкий (40...80 Å) слой молекул, ориентированных специальным образом, и позволяющий придать ей антифрикционные, антиадгезионные, гидрофобные свойства.

Результаты применения эпиламов

Назначение, область
применения

Эффект применения

Обработка
нагруженных пар
трения

Ресурс работы
возрастает в 2...10
раз, трение
снижается в 10 раз,
снижается
энергопотребление



Обработка
режущего
инструмента



Обработка
штампового
вырубного и
вытяжного
инструмента



Стойкость повышается до
5 раз при одновременном
снижении шероховатости
обработанных
поверхностей и
повышении скорости
резания



Стойкость вытяжных
матриц и пуансонов
повышается в среднем до 4
раз при одновременном
исключении их
хромирования; стойкость
вырубной оснастки
повышается до 8 раз





Обработка пресс-форм для литья изделий из пластмасс

Стойкость инструмента повышается до 4 раз, исключается хромирование, исключается или снижается расход силиконовых смазок в 8...10 раз, повышается качество поверхности и выход годных изделий, облегчается их выемка из пресс-форм



Обработка пресс-форм для вулканизации изделий из резины

Стойкость пресс-форм повышается в среднем в 4 раза, исключается их хромирование и применение в технологии силиконовых смазок





Обработка
измерительного
инструмента в
машиностроении



Обработка
алюминиевых и
алюминиево-магниевых
сплавов; защита
лакокрасочных
покрытий (ЛКП)



Снижение износа
инструмента



Защита сплавов и
ЛКП от атмосферной
и солевой коррозии,
особенно в
труднодоступных
местах





Обработка деталей
Прецизионных узлов
трения приборов и
Механизмов (часы,
штурманские приборы
и т.п.)



Коэффициент трения
снижается до 10 раз; износ
снижается до 5 раз; момент
трогания покоя снижается
в 1000, 10000 раз;
предотвращается
вытекание смазки



Графитирование поверхностей деталей

Графит является одним из самых распространенных твердых смазочных материалов, коэффициент трения графита составляет 0,1...0,15.



Графит в чистом виде редко применяют как смазочный материал. Его чаще используют в различных металлокерамических композициях, в которых он выполняет функции смазки. Широкое распространение водных или масляных графитных суспензий, вводимых затем в масло в количестве 1...2%. Такое масло называют графитированным.

Электроискровое упрочнение

Механизм электроискрового поверхностного упрочнения складывается из эрозионного, термического, термохимического процессов и контактного переноса материала.

При этом методе упрочняемую деталь соединяют с катодом, а электрод (инструмент) - с анодом. Электрические разряды подаются с частотой 50...100 Гц. Это приводит к физическим и химическим изменениям в поверхностных слоях упрочняемой детали и электрода, сопровождающимся разрушением анода - электрода и переносом его материала на поверхность детали.



При этом разогретый обрабатываемый слой детали легируется за счет материала электрода, а также поглощением азота и углерода из окружающей газовой среды.

В результате электроискрового легирования изменяются размеры детали; рельеф; физические, химические и механические свойства ее поверхностного слоя. Поверхностный слой приобретает заданную измененную структуру и состав. Возникает мелкокристаллическая структура, образуются интерметаллиды, нитриды, карбиды и т. д., вследствие чего повышается поверхностная твердость.

ЭИЛ используется для упрочнения и восстановления размеров деталей машин и инструмента; подготовки поверхности под другие виды обработки. Этот метод обеспечивает повышение твердости, износа- жаро-и коррозионной стойкости поверхностей, а также к снижению схватывания при трении.

К основным специфическим особенностям ЭИЛ можно отнести:

- высокую прочность сцепления нанесенного материала с основой (за счет механического перемешивания и взаимного диффузионного проникновения элементов материала электродов в формируемом слое);

возможность использования в качестве легирующих материалов, как чистых металлов, так и многих сплавов, металлокерамических композиций, тугоплавких соединений и т.п.;

- простоту технологического процесса, малогабаритность и транспортабельность оборудования;

незначительный объемный нагрев детали или его отсутствие в процессе легирования, который не влияет на физико-механические свойства детали и ее геометрию.

Широкое распространение электроискровой метод обработки получил для упрочнения рабочих поверхностей деталей поверхностей трения дорожно-строительных и землеройных машин; лопаток дробеструйных аппаратов, валков прокатных станков и др. Детали при этом виде обработки не подвергаются короблению и не требуют предварительного нагрева и последующей термообработки.

Наплавка износостойких слоев

Наплавка — нанесение слоя расплавленного металла на оплавленную металлическую поверхность детали путем плавления присадочного материала теплотой кислородно-ацетиленового пламени, электрической или плазменной дуги и др.



Наплавка позволяет: получать непосредственно на рабочей поверхности трения деталей ТС сплав с различным сочетанием свойств; заменять высоколегированные стали углеродистыми или низколегированными сталями; уменьшать расход цветных металлов и сплавов и др.

Газопламенное наплавление



- Газопламенное наплавление — процесс нанесения расплавленного металла на упрочняемую поверхность, нагретую до оплавления. Для получения прочного соединения источником тепла служит смесь газов, сжигаемых с помощью горелки.

На самостоятельную работу
ВЫНОСИТСЯ:

1. Применение лазерной
обработки для повышения
конструкционной прочности

Литература

Гладкий И.П. Технология конструкционных материалов и материаловедение /И.П. Гладкий,В.И.Мощенок,В.П.Тарабанова - Х.:ХНАДУ,2014.-576с.

Лахтин Ю.М. Материаловедение: учебн. для машиностроительных вузов/Ю.М.Лахтин,В.П.Леонтьева.-М.:Машиностроение,1990.-528с.

<http://dl.khadi.kharkiv.edu/course/view>. Логин: glushkova639





Кафедра технології металів і матеріалознавства

E-mail diana.borisovna@gmail.com

**Автор: доц. Глушкова Д.Б.
Lect2_1M_TKMIM_GDB_10.02.15**