

PRZEMIANY PODCZAS NAGRZEWANIA W ZAKRESIE AUSTENITU

1. Tworzenie się austenitu w stalach niestopowych

- w wyniku przemiany eutektoidalnej
- w skutek przemiany ferrytu w stalach podeutektoidalnych

Zarodki austenitu powstają na granicach międzyfazowych. Szybkość tworzenia się austenitu kontroluje dyfuzja międzywęzłowa atomów węgla

2. Tworzenie się austenitu w stalach stopowych

- węgliki zawierają więcej pierwiastków stopowych niż ferryt-> rozpuszczanie ich wymaga dyfuzji na większe odległości nie tylko węgla
- powinowactwo poszczególnych pierwiastków do węgla

Im  **powinowactwo**, tym  **energia wiązań** w węglkach i tym  **temp.** przy których rozpuszczają się one w austenicie.

3. Wielkość ziarna austenitu

Pelit  austenit, rozdrobnienie ziarna

powód? Zarodki austenitu tworzą się nie tylko na granicach ziarn, ale również w objętości każdego z ziarn perlitu na bardzo rozbudowanej powierzchni między płytkami ferrytu i cementytu.

4. Przemiany dyfuzyjne austenitu ???

5. Cechy przemiany martenzytycznej

Jest to **przemiana bezdyfuzyjna** (przebudowa str krystalicznej z regularnie ściennie centrowanej austenitu -> regularnie przestrzennie centrowana martenzytu -> (zawartość węgla, zniekształcenie) -> tetragonalnie przestrzennie centrowana

- zachodzi w warunkach ciągłego chłodzenia, zakres: M_s i M_f – zależą od: składu chemicznego, obniżają się wraz ze wzrostem zawartości węgla i pierwiastków stopowych
- bardzo duża prędkość przemiany
- postępuje poprzez powstawanie nowych igieł martenzytu, nie rozrost stałych; hamowany: rosnące naprężenia ściskające
- w stopach metali nieżelaznych przemiana bywa: odwracalna
- **austenit szczątkowy** – nieprzemieniony austenit po osiągnięciu temp. M_f
- **austenit resztkowy** – nieprzemieniony austenit po nie osiągnięciu temp. M_f
- **stabilizacja austenitu** – chwilowe zatrzymanie chłodzenia powoduje wzrost ilości austenitu szczątkowego do nieprzerwanego przebiegu chłodzenia

6. Rodzaje martenzytu:

- martenzyt listwowy dyslokacyjny (duża gęstość dyslokacji)
- martenzyt płytkowy (płytki o zróżnicowanej wielkości i kształcie zbliżonym do soczewek)

7. Odpuszczanie stali

Nagrzanie stali zahartowanej do temp niższej od A_{c1} , wygrzanie i ochłodzenie do temp. pokojowej

a) Procesy wydzielania z martenzytu w stalach niestopowych

- 1) Zmniejszenie stężenia węgla w martenzycie i zmniejszenie tetragonalności
- 2) Przemiana austenitu szczątkowego w martenzyt odpuszczony + przemiana węglików przejściowych w cementyt – mechanizm zarodkowania niezależnego
- 3) Dalsze wydzielanie cementytu i jego koagulacja(rozpuszczanie się cząstek drobnych i rozrost dużych) -> str po czymś takim to **SORBIT**.

b) Procesy wydzielania z martenzytu w stalach stopowych

- mechanizm przemiany in situ
- mechanizm zarodkowania niezależnego

Twardość wtórna – tworzenie się węglików stopowych mechanizmem zarodkowania niezależnego powoduje silne utwardzanie wydzieleniowe

Pierwiastki stopowe hamują również spadek twardości z temperaturą odpuszczania poprzez utwardzenie ferrytu oraz opóźnienie procesów dyfuzyjnych.

- c) Rola czasu i temp przy odpuszczaniu stali – zależność ujmuje parametr M od którego zależna jest twardość stali H po odpuszczaniu: $H = f(M)$

8. Przemiana eutektoidalna austenitu w perlit

Po ochłodzeniu austenitu poniżej temperatury A_{r1} . Zarodki perlitu powstają na granicach ziarn austenitu.

- w kierunku wnętrza ziarna austenitu zaczyna rosnąć płytka cementytu efekt? Zmniejszenie stężenia węgla, umożliwiając powstanie płytek ferrytu.

- ograniczona rozpuszczalność węgla w ferrycie powoduje wzrost stężenia węgla w austenicie i powstanie kolejnych płytek cementytu.

- ze wzrostem przechłodzenia austenitu poniżej temperatury A_1 (wzrostem szybkości jego chłodzenia) rośnie liczba zarodków perlitu, a także szybkość narastania faz w perlicie, co powoduje powstawanie coraz drobniejszego perlitu. Im cieńsze płytki ferrytu i cementytu w perlicie tym twardość stali jest większa.

WYŻĄŻANIE- zabieg obróbki cieplnej, nagrzewamy stal do danej temp. wytrzymujemy przy niej i powoli schładzamy.

Cel: przybliżenie stanu stopu do warunków równowagi

a) Ujednoradniające

Cel: zmniejszenie niejednorodności składu chemicznego

b) Zupełne

Cel: uzyskanie struk. zbliżonych do stanu równowagi, zmniejszenie twardości, zwiększenie ciągliwości =, usunięcie naprężeń wewnętrznych, polepszenie obrabialności

c) Niezupełne

Cel: odmiana wyżarzania b, gdy postać wydzielen ferrytu/ cementytu jest prawidłowa

d) Normalizujące

Cel: jednorodna str drobnoziarnista-> polepszenie własności mechanicznych

e) Z przemianą izotermiczną

- Cel: zmniejszenie twardości
- f) Sferoidyzujące
Cel: zmniejszenie twardości wskutek zmiany kształtu wydzieleni cementytu na sferoidalny
- g) Odprężające
Cel: usunięcie naprężeń odlewniczych, spawalniczych, cieplnych i spowodowanych przeróbką plastyczną na zimno
- h) Rekrytalizujące
Cel: spowodowanie rekrytalizacji dla stali odształcanej plastycznie na zimno

HARTOWAÑOŚĆ – zdolność stali do tworzenia struktury martenzytycznej.

Czynniki wpływające na hartowność:

- skład chemiczny austenitu (pierwiastki zwiększające hartowność: Mo, Mn i Cr)
- wielkość ziarna austenitu (wzrost temperatury austenitu -> rozrost ziarna)
- jednorodność austenitu (im bardziej jednorodny tym większa hartowność)
- obecność nierozpuszczonych podczas austenitowania cząstek(zmniejszają hartowność)

Metody do określania hartowności:

- ocena hartowności na przełomie (obserwacja wzrokowa) zahartowana powierzchnia jest matowa i jedwabista
- metoda krzywych U – na zahartowanych w wodzie/oleju cylindrycznych próbkach dokonujemy pomiarów twardości wzdłuż ich średnicy



GRANICA STREFY ZAHARTOWANEJ (STREFA PÓŁMARTENZYTYCZNA) – najbardziej gwałtowny spadek twardości (ok 50% martenzytu)

- próba chłodzenia od czoła – ochłodzenie strumieniem wody cylindrycznej próbki po austenitowaniu, przeszlifowanie, dokonywanie twardości w skali HRC,
- metoda obliczeniowa Grossmanna- obliczenie idealnej średnicy krytycznej D_{ik} na podstawie składu chemicznego oraz wielkości ziarna austenitu
- Znając krytyczną szybkość chłodzenia V_{kr} , czyli najmniejszą z możliwych szybkości chłodzenia, w wyniku realizacji której uzyskuje się tylko przemianę martenzytyczną.

Kryterium wystraczającej hartowności:

Hartowność stali jest wtedy wystarczająca, gdy na przekroju miarodajnym hartowanego elementu tworzy się tylko martenzyt i bainit dolny(który tworzy się przy temperaturach niższych niż 350 stopni

TEMPERATURY HARTOWANIA STALI NIESTOPOWYCH I STOPOWYCH:

Stale niestopowe podeutektoidalne hartuje się od temperatur 30(ujednorodnienie austenitu pod wzg zawartości węgla) ÷50o C wyższych od A_{c3} zaś stale nadeutektoidalne od temperatur 30÷50o C wyższych od A_{c1} (rozpuszczanie cementytu drugorzędneho, który jest fazą o wysokiej twardości). Zwiększając temperatury austenitowania doprowadziłoby to do wzrostu ziarna austenitu, zmniejszając odporność na pękanie stali.

OŚRODKI CHŁODZĄCE:

- woda / wodne roztwory soli (najintensywniej chłodząca)
- oleje hartownicze
- kąpiele solne i metaliczne (najintensywniej chłodząca)
- ośrodki sfluidyzowane
- powietrze i inne gazy (najmniej intensywnie)

OBRÓKA PODZEROWA(WYMRAŻANIE) – chłodzenie stali bezpośrednio po hartowaniu do temperatury niższej niż 0°, wytrzymanie przy tej temperaturze i ogrzanie do temp. Otoczenia

+ zmniejszenie udziału austenitu resztkowego w strukturze stali

RODZAJE HARTOWANIA:

a) Objętościowe

- **hartowanie zwykłe** - ciągłe chłodzenie przedmiotu w jednym ośrodku chłodzącym od temp. Austenitowania do temp. Otoczenia, efekt: największe naprężenia hartownicze
 - **hartowanie stopniowe** – chłodzenie przedmiotu z przystankiem izotermicznym (stopione sole w temp. wyższej od M_s) cel: wyrównanie temp. na przekroju, usunięcie naprężeń termicznych; wyjęcie przedmiotu z soli i dochładzanie na powietrzu, cel: realizacji przemiany martenzytycznej
 - **hartowanie przerywane**, chłodzenie przedmiotu w dwóch ośrodkach, cel: zmniejszenie naprężeń w hartowanym materiale
 - **hartowanie bainityczne**- chłodzenie z przystankiem izotermicznym, aby mogła zajść przemiana austenitu w bainit dolny, efekt: minimalizacja naprężeń termicznych i strukturalnych
- MARTEMPERING** - hartowanie bainityczne, ciągłe chłodzenie/ poprzez przystanek temperatury w zakresie bainitu dolnego, realizując jego utworzenie tylko z części austenitu, resztę przemieniając w martenzyt.

b) Powierzchniowe - szybkie nagrzanie warstwy wierzchniej przedmiotu do temperatury hartowania i szybkie oziębnienie. Brak dużych naprężeń ani odkształceń termicznych

- **Hartowanie indukcyjne** – nagrzanie warstwy wierzchniej materiału prądem elektrycznym indukowanym przez zmienne pole magnetyczne
- **Hartowanie płomieniowe**- nagrzanie powierzchni przedmiotu palnikami gazowymi

Własności stali po zahartowaniu:

Wzrost: twardość, wytrzymałość, granica plastyczności i sprężystości

Spadek: udarność, wydłużenie, przewężenie, obrabialność

Powstanie naprężeń rodzaju:

- 1-ego (powstają wskutek różnicy w szybkości chłodzenia rdzenia i powierzchni przedmiotu hartowanego
- 2- ego (tworzą się wskutek zachodzących przemian fazowych połączonych z dużymi zmianami objętościowymi)

- 3 – ego (spowodowane są naruszeniem prawidłowego rozmieszczenia atomów w strukturze krystalicznej)

Przesycenie - nagrzaniu stopu do zakresu istnienia jednorodnego roztworu stałego celem rozpuszczenia wydzielonej fazy, wygrzaniu i następnie na tyle szybkim chłodzeniu aby nie dopuścić do wydzielania się rozpuszczonej uprzednio fazy. W wyniku przesycania stop uzyskuje strukturę jednofazową

Starzenie - nagrzanie uprzednio przesyconego stopu do temperatury niższej od linii granicznej rozpuszczalności, wygrzaniu przy tej temperaturze i chłodzeniu. Podczas starzenia następuje wydzielanie z przesyconego roztworu składnika znajdującego się w nadmiarze, w postaci drobnodispersyjnych wydzielen. Starzenie zwiększa własności wytrzymałościowe stopu kosztem pewnego zmniejszenia własności plastycznych

Obróbka cieplno-chemiczna stali

Cel: uzyskanie odpowiednich własności fizykochemicznych drogą dyfuzji zmiany składu chemicznego

- Nawęglanie**
Cel: uzyskanie twardej, odpornej na ścieranie warstwy przy zachowaniu ciągłego rdzenia
- Azotowanie**
Cel: otrzymanie bardzo twardej i odpornej na ścieranie warstwy wierzchniej
Efekt: zwiększenie odporności na korozję i wytrzymałość zmęczeniową
- Węgloazotowanie**
Cel: zwiększenie twardości, odporności na ścieranie, poprawienie wytrzymałości zmęczeniowej
- Metalizowanie dyfuzyjne**- nasycenie powierzchniowej warstwy przedmiotów stalowych w ośrodkach stałych, ciekłych i gazowych
- Chromowanie**
Cel: zwiększenie twardości warstwy powierzchniowej, poprawa odporności na korozję i żaroodporności stali o niskiej zawartości węgla
- Aluminowanie**
Cel: zwiększenie odporności na korozję i żaroodporność
- Borowanie**
Cel: zwiększenie odporności części maszyn i narzędzi na ścieranie, np. narzędzia wiertnicze, narzędzia do pracy na gorąco i na zimno
 - proszkowe
 - kąpielowe
 - elektrolityczne

Brak notatki o : odpuszczaniu, kinetyce przemian przy odpuszczaniu, przemian dyfuzyjnych austenitu