

Chương 5: Thép và Gang



Chương 5: Thép và Gang

5.1. Khái niệm về thép C và thép hợp kim

5.1.1 Thép C

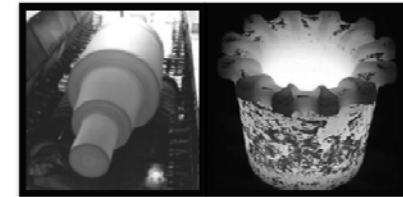
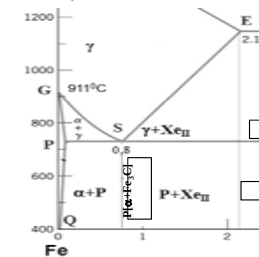
Hợp kim của Fe-C (%C < 2,14) → nung nóng đạt tổ chức γ hoàn toàn, rất dẻo, dễ biến dạng.

Thành phần hoá học: Fe, C (%C < 2,14)

+ Mn (< 0,8%) + Si (< 0,4%) + P, S (< 0,05%)

Tạp chất có lợi

Tạp chất có hại



5.1.1 Thép C

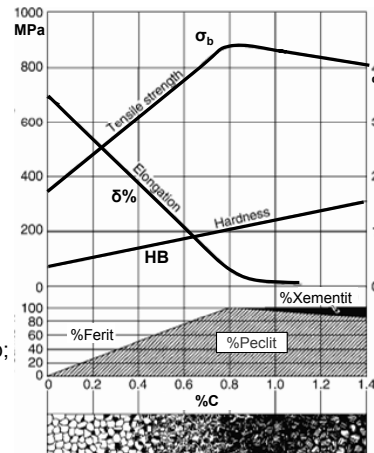
Ảnh hưởng của C đến tổ chức và cơ tính

- Ảnh hưởng đến tổ chức tế vi:

- %C < 0,05% : thuần Ferit
- 0,05% < C < 0,8% : F + P
- %C = 0,8% : 100% Peclit
- %C > 0,8% : P + Xe_{II}

- Ảnh hưởng đến cơ tính:

- Tăng độ cứng khi %C tăng (0,1%C ~ 25HB);
- Giảm độ dẻo, độ dai và đập;
- Tăng độ bền và đạt cực đại trong khoảng 0,8-1,0%C.



5.1.1 Thép C

Công dụng của thép theo %C

1. Thép C thấp (%C < 0,25%)

Kết cấu xây dựng, tấm dập sâu: độ dẻo, dai cao, độ bền, cứng thấp;

2. Thép C trung bình (0,3-0,5%C)

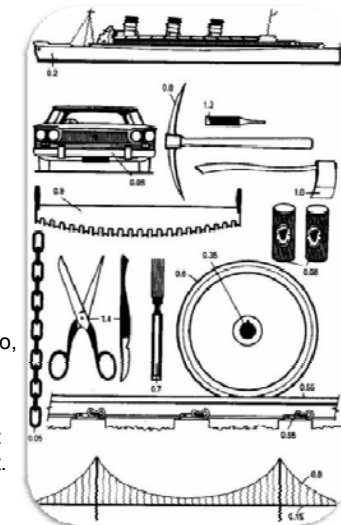
Chi tiết máy chịu tải trọng tĩnh và va đập cao: cơ tính tổng hợp cao;

3. Thép C khá cao (0,55-0,65%C)

Các chi tiết đàn hồi: độ cứng khá cao, giới hạn đàn hồi cao nhất.

4. Thép C cao (%C > 0,7%)

Dụng cụ cắt, khuôn dập, dụng cụ đo: độ cứng cao, tính chống mài mòn tốt.



5.1.1 Thép C

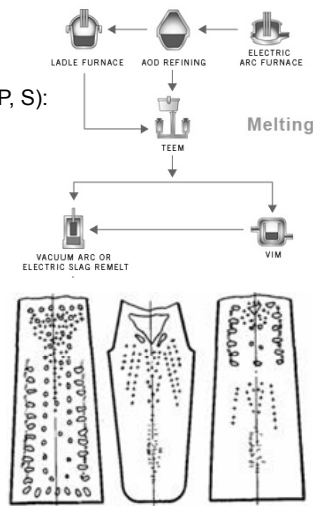
Phân loại thép C

Phân loại theo độ sạch tạp chất có hại (P, S):

- Chất lượng thường: %P, S < 0,05%
- Chất lượng tốt: %P, S < 0,04%
- Chất lượng cao: %P, S < 0,03%
- Chất lượng rất cao: %P, S < 0,02%

Phân loại theo phương pháp khử Oxy:

- Thép sôi (khử Oxy chưa triệt để): sử dụng FeMn;
- Thép lặng (khử Oxy triệt để): sử dụng FeMn, FeSi và Al;
- Thép nửa lặng: khử bằng Al, FeMn.



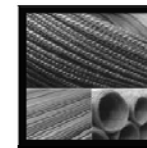
5.1.1. Thép C

Phân loại theo công dụng:

- Thép kết cấu: gồm thép xây dựng và thép chế tạo máy;
- Thép dụng cụ: dùng chế tạo các công cụ chuyên dùng;

Tiêu chuẩn thép C (TCVN)

Thép C kết cấu chất lượng thường để làm các kết cấu xây dựng với %P (0,04-0,07%) và %S (0,05-0,06%)



CT xx (n, s,)

Ký hiệu thép C thường Thép nửa lặng Thép lặng

Giới hạn bền kéo tối thiểu (KG/mm²)

Thép C kết cấu chất lượng tốt để chế tạo các chi tiết máy P, S < 0,04%

Cxx (A) : xx = C trung bình phần vạn, A - chất lượng cao;

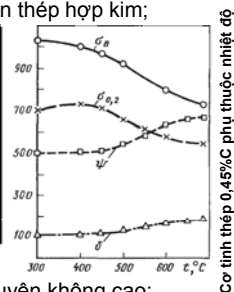
Thép C dụng cụ dùng để chế tạo các dụng cụ

CDxx (A) : xx = C trung bình phần vạn, A - chất lượng cao;

5.1.1. Thép C

Ưu điểm:

- Rẻ, dễ kiếm do không dùng nguyên tố hợp kim đắt tiền;
- Có cơ tính phù hợp với điều kiện thông dụng;
- Có tính công nghệ tốt: dễ đúc, cán, rèn, cắt hơn thép hợp kim;

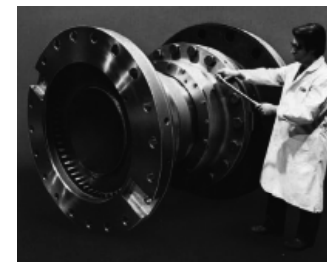


Nhược điểm:

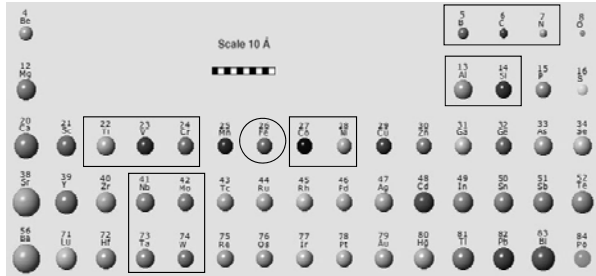
- Độ thấm tôi thấp nên hiệu quả hoá bền nhiệt luyện không cao;
- Tính chịu nhiệt độ cao kém (giảm độ bền, bị oxy hóa mạnh);
- Không có các tính chất lý, hoá đặc biệt: chống ăn mòn, tính cứng nóng...

5.1.2. Thép hợp kim

Khái niệm: thép có chất lượng từ tốt trở lên (%P, S < 0,04%) + một số nguyên tố khác (Ni, Cr, Ti.....) với lượng đủ lớn → làm thay đổi tổ chức → cải thiện tính chất của vật liệu.



5.1.2. Thép hợp kim



Quy định hàm lượng của các nguyên tố hợp kim chính

Mn ≥ 0,8-1,0%	Si ≥ 0,5-0,8%	Cr ≥ 0,5-0,8%
Ni ≥ 0,5-0,8%	W ≥ 0,1-0,5%	Mo ≥ 0,05-0,2%
Ti ≥ 0,01%	Cu ≥ 0,3%	B ≥ 0,002%

5.1.2. Thép hợp kim

Các đặc tính của thép hợp kim:

- Cơ tính và tính công nghệ:
 - Độ bền cao hơn hẳn thép C tương đương sau khi nhiệt luyện;
 - Trạng thái không nhiệt luyện, độ bền khác không nhiều so với thép C;
 - Độ thấm tôi lớn, tốc độ nguội tới hạn nhỏ;
 - Tăng % hợp kim → tăng hiệu quả hóa bền, giảm độ dẻo, dai.
 - Tính công nghệ kém hơn thép C;
- Tính chịu nhiệt độ cao:
 - Cácbit của nhiều nguyên tố HK có tác dụng ngăn cản sự phân hoá M, kết tụ cácbit → giữ độ bền, cứng ở nhiệt độ cao;
 - Có lớp oxyt đặc biệt, xít chặt chống oxy hóa ở nhiệt độ cao;
- Tính chất đặc biệt:
 - Bền ăn mòn trong nhiều môi trường;
 - Có từ tính đặc biệt, tính giãn nở nhiệt đặc biệt...

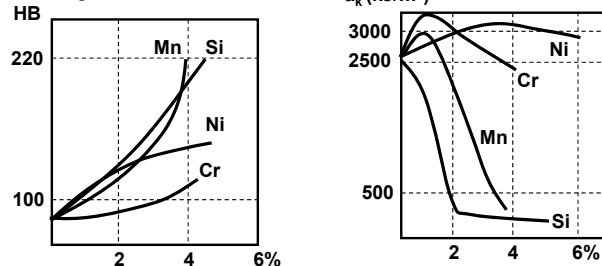


5.1.2. Thép hợp kim

Ảnh hưởng của các nguyên tố hợp kim đến tổ chức của thép

- Hoà tan vào Fe tạo dung dịch rắn: Mn, Si, Cr, Ni, Co

+ Với hàm lượng nhỏ:



+ Với hàm lượng lớn (> 10 %): Cr, Mn, Ni làm thay đổi cấu hình ĐGP Fe-C

Cr – thu hẹp vùng γ (Cr > 20% → α tồn tại đến nhiệt độ chảy lỏng;

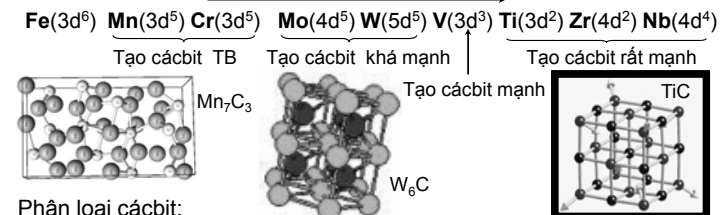
Mn, Ni mở rộng vùng γ , >10-20% → γ tồn tại ở nhiệt độ thường'

5.1.2. Thép hợp kim

Ảnh hưởng của các nguyên tố hợp kim đến tổ chức của thép

- Tạo thành Cácbit: kết hợp với C tạo thành cácbit: Mn, Cr, Mo, W, Ti...

Khả năng tạo cácbit của các nguyên tố HK



Phân loại cácbit:

- Xêmentít hợp kim: Mn, Cr, Mo, W (1-2%) → $(\text{Fe}, \text{Me})_3\text{C}$ ổn định hơn, $T_{\text{tôi}}$
- Cácbit mạng phức tạp: Cr, Mn > 10% → Cr_7C_3 , Cr_{23}C_6 , Mn_3C , $T_{\text{tôi}} > 1000^\circ\text{C}$
- Cácbit kiểu Me_6C : Cr, W, Mo → khó hòa tan vào γ , $T_{\text{tôi}} \sim 1200 - 1300^\circ\text{C}$
- Cácbit kiểu mạng đơn giản MeC (Me_2C): V, Ti, Zr, Nb (0,1%): rất cứng, ít giòn, không hòa tan → giữ hạt thép nhỏ, tăng mạnh tính mài mòn.

5.1.2. Thép hợp kim

Ảnh hưởng của các nguyên tố hợp kim quá trình nhiệt luyện

Chuyển biến nung nóng khi tôi:

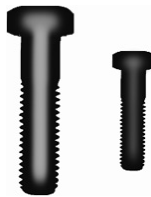
- Cacbit hợp kim khó hòa tan vào γ hơn Xe $\rightarrow \uparrow T_{\text{tôi}} + \tau_{\text{gn}}$.
- + thép cacbon 1,00%C: $\text{Fe}_3\text{C} \rightarrow T_{\text{tôi}} \sim 780^\circ\text{C}$;
- + thép HK thấp 1,00%C + 1,50%Cr: $(\text{Fe,Cr})_3\text{C} \rightarrow T_{\text{tôi}} \sim 830^\circ\text{C}$;
- + thép HK cao 1,00%C + 12,0%Cr: $\text{Cr}_{23}\text{C}_6 \rightarrow T_{\text{tôi}} > 1000^\circ\text{C}$.
- Giữ hạt nhỏ TiC, ZrC, NbC, VC tác dụng mạnh, WC, MoC yếu hơn. Riêng Mn làm to hạt. Các nguyên tố Cr, Ni, Si, Al : trung tính.

Tăng độ ổn định của Austenit quá nguội và độ thấm tôi:

- Nguyên tố HK (trừ Co) tăng độ ổn định của γ quá nguội:
 $\rightarrow \downarrow V_{\text{th}}, \uparrow \text{độ thấm tôi} \rightarrow \uparrow \text{hiệu quả hóa bền}, \downarrow \text{cong vênh}$.

Tăng lượng Austenit dư:

- Nguyên tố HK (trừ Co, Al, Si) giảm nhiệt độ $M_s \rightarrow \uparrow Y_{\text{dư}}$
 $\rightarrow \text{thép HK cao phải gia công lạnh, ram nhiều lần}$.

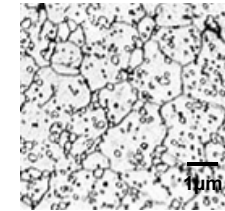
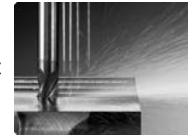


5.1.2. Thép hợp kim

Ảnh hưởng của các nguyên tố hợp kim quá trình nhiệt luyện

Chuyển biến khi ram:

- Nguyên tố HK, đặc biệt W, Mo, Cr giữ C không tiết ra khỏi M $\rightarrow$ duy trì độ cứng cao ở nhiệt độ cao.



Nhiệt độ tiết Cacbit hợp kim ra khỏi M

Xêmentit Fe_3C	$\sim 200^\circ\text{C}$
Xêmentit HK $(\text{Fe, Me})_3\text{C}$	$\sim 250-300^\circ\text{C}$
Cácbit crôm $\text{Cr}_7\text{C}_3, \text{Cr}_{23}\text{C}_6$	$\sim 400-450^\circ\text{C}$
Cácbit $\text{Fe}_3\text{W}_3\text{C}$	$\sim 550-600^\circ\text{C}$
VC, TiC, ZrC, NbC	Không hòa tan

- Nâng cao tính bền nóng, cứng nóng, tăng độ cứng, tính chống mài mòn.
- Thép HK phải ram ở nhiệt độ cao hơn, khử bỏ tốt u/s bên trong.

5.1.2. Thép hợp kim

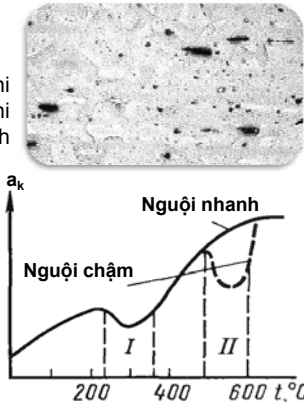
Các khuyết tật của thép HK:

- Thiên tích: Thép hợp kim cao sau khi kết tinh có tổ chức không đồng nhất, khi cán sẽ tạo nên tổ chức thớ với cơ tính không đồng đều;

- Đốm trắng: Vết nứt nhỏ dạng đốm trắng trên bề mặt do H_2 hòa tan vào thép lỏng, thoát ra mạnh ở trạng thái rắn, gây ra nứt.

- Giòn ram loại I ($280-350^\circ\text{C}$): do M phân hủy không đồng nhất và cacbit ϵ tiết ra khỏi M dạng tấm làm thép bị giòn $\rightarrow$ tránh ram ở khoảng nhiệt độ trên.

- Giòn ram loại II ($500-600^\circ\text{C}$): Thép HK bằng Cr, Mn, Cr-Ni, Cr-Mn khi ram ở $500 \div 600^\circ\text{C}$ và nguội chậm thúc đẩy tiết ra các pha giòn ở biên giới hạt $\rightarrow$ Ngủi nhanh, hoặc thêm $0,2 \div 0,5\%$ Mo hay $0,50 \div 1\%$ W.



5.1.2. Thép hợp kim

Phân loại thép hợp kim:

Theo tổ chức khi cân bằng:

- thép trước cùng tích;
- thép cùng tích;
- thép sau cùng tích;
- thép Lêđeburit;
- thép Ferit;
- thép Austenit;

Theo tổ chức khi thường hoá:

- thép họ Peclit;
- thép họ Máctenxit;
- thép họ Austenit;

Theo nguyên tố hợp kim:

- Dựa theo tên nguyên tố HK chính
- thép Cr, Mn, Si...
- thép Cr-Ni, Cr-Ni-Mo...

Theo tổng lượng nguyên tố HK:

- thép HK thấp: $\Sigma < 2,5\%$;
- thép HK trung bình: $2,5\% < \Sigma < 10\%$;
- thép HK cao: $\Sigma > 10\%$;

Theo công dụng:

- thép HK kết cấu;
- thép HK dụng cụ;
- thép HK đặc biệt;

5.2.3. Thép hợp kim thấp độ bền cao (HSLA):



- Hợp kim: ít làm hại tính hàn Mn, Si, Cr, Cu, (Ni, B và N), V, Nb làm nhỏ hạt, 0,20-0,30% Cu bền ăn mòn khí quyển.
- Tổng lượng hợp kim < 2,0 - 2,5%, Cu + Ni + V + Mo ~ 1,00%, riêng Mn có thể tới 1,00%.
- Độ bền cao hơn ($\sigma_{0,2} > 300 - 320\text{MPa}$) trong khi các chỉ tiêu cơ tính khác vẫn bảo đảm yêu cầu của thép xây dựng.
- Hiệu quả: dùng thép HSLA có $\sigma_{0,2} = 350\text{MPa}$ tiết kiệm 15% kim loại, $\sigma_{0,2} = 400\text{MPa} : 25 - 30\%$, $\sigma_{0,2} = 600\text{MPa} : 50\%$.
- Nhược điểm: tính hàn hơi kém, dễ bị phá hủy giòn ở nhiệt độ âm sâu.

5.3. Thép chế tạo máy

5.3.1. Các yêu cầu chung:



- Cơ tính: Độ bền cao (giới hạn chảy), độ dai va đập lớn, giới hạn mỏi cao, chịu mài mòn;
- Tính công nghệ: Dễ biến dạng nóng, dễ gia công cơ, có thể nhiệt luyện để cải thiện cơ tính, tăng độ bền;
- Tính kinh tế: Do sản lượng lớn nên yêu cầu phải rẻ;
- Thành phần hóa học: C và các nguyên tố hợp kim chính - Cr, Mn, Si, Ni; các nguyên tố hợp kim phụ - Ti, Zr, V, Nb, Mo; Cùng tổng lượng hợp kim, hợp kim hóa phức tạp nhiều nguyên tố có hiệu quả cao hơn hợp kim hóa đơn giản;

5.3. Thép chế tạo máy

5.3.2. Thép thấm C:

Đặc điểm: %C thấp 0,10 - 0,25%C (0,3%C) để chịu tải trọng tĩnh và va đập cao, bề mặt thấm C + tôi & ram thấp để chịu mài mòn mạnh;



- Thép C: C10, C15, C20, C25 cho chi tiết bé ($\Phi < 10 - 20$), đơn giản, chịu mài mòn thấp, nhiệt độ thấm thấp 900-920°C, không tôi trực tiếp;
- Thép HK: 15Cr, 20Cr, 15CrV, 20CrMo, 15CrMnTi, 18CrMnTi cho chi tiết lớn, phức tạp, chịu mài mòn cao, hợp kim bằng Cr riêng, kết hợp với Mn, Ni, Ti, V, Mo, không dùng Si, không dùng riêng Mn;

5.3.2. Thép thấm C:

- Thép Cr: 15Cr, 20Cr, 15CrV, 20CrV, chi tiết nhỏ $d = (20-40)\text{mm}$, nhiệt độ thấm 900-920°C, do tạo cacbit Cr để bảo hòa C $\rightarrow$ bổ xung Ni, Mn;
- Thép Cr-Ni, Cr-Ni-Mo: độ thấm tôi lớn, bền & dai cao:
 - + Thép Cr-Ni thường, 20CrNi $\rightarrow$ chi tiết phức tạp, chịu tải trọng va đập cao, $d = (50-75)\text{mm}$, hiệu quả kinh tế không cao;
 - + Thép Cr-Ni cao, %Ni ~ 2-4%, Cr ~ 1%, Ni/Cr ~ 3-4: 12CrNi3A, 20Cr2Ni4A $\rightarrow$ chi tiết quan trọng, $d > 100\text{mm}$, chịu tải trọng nặng, bị mài mòn mạnh; đắt tiền, khó gia công cơ, nhiệt luyện phức tạp.
 - + Thép Cr-Ni-Mo: thêm 0,10 - 0,40% Mo, tăng độ thấm tôi: 20CrNi2Mo, 18Cr2Ni4MoA $\rightarrow$ thép thấm C tốt nhất dùng cho mục đích quan trọng;



5.3. Thép chế tạo máy

5.3.2. Thép thấm C:

- Thép Cr-Mn-Ti: 18CrMnTi, 25CrMnTi, 30CrMnTi, 25CrMnMo → bánh răng ô tô tải nhẹ, trung bình, cơ tính tương đương thép Cr-Ni, dễ cắt gọt, rẻ tiền hơn, có Mn – không bị quá bão hòa C, Ti – giữ hạt nhỏ, nhiệt độ thấm 930 – 950 °C, sau thấm có thể tôi trực tiếp, ít biến dạng.



5.3. Thép chế tạo máy

5.3.3. Thép hóa tốt

Đặc điểm: %C trung bình 0,30 - 0,50%C để chịu tải trọng tĩnh và va đập tương đối cao, bề mặt có thể bị mài mòn → cơ tính tổng hợp cao nhất sau khi nhiệt luyện hóa tốt (tôi + ram cao);

-Nguyên tố HK chính: Cr, Mn : 1-2%, Ni : 1-4%, Si < 1%;

- Nguyên tố HK phụ: Mo, W tránh giòn ram II;

Nhiệt luyện:

- Tôi + ram cao đạt tổ chức Xooocbit ram, cơ tính tổng hợp cao, độ cứng 25-30 HRC, gia công tinh đạt kích thước & độ bóng bề mặt;
- Tôi bề mặt + ram thấp đạt tổ chức M ram độ cứng (52-58)HRC cho lớp bề mặt, lõi vẫn giữ tổ chức X ram đạt yêu cầu dẻo ra;



5.3. Thép chế tạo máy

5.3.3. Thép hóa tốt

Thép C: C30, C35, **C40, C45**, C50

chi tiết nhỏ $d < (20-30)$ mm, hình dạng đơn giản, độ bền tương đối thấp:
 $\sigma_b = 750 \div 850\text{MPa}$;

Thép Cr: %Cr = 0,5-1% : 40Cr, 40CrVA → cải thiện tính tôi (tôi dầu, tăng độ thấm tôi, chi tiết nhỏ tương đối phức tạp $d = (20-40)$ mm;

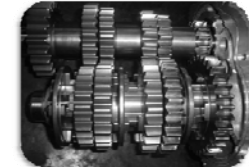
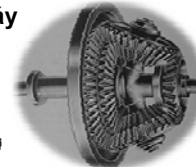
Thép Cr-Mo : thêm 0,25% Mo: 38CrMoA → chống giòn ram II, tăng độ thấm tôi: chi tiết trung bình $d > 50$ mm, tương đối phức tạp;

Thép Cr-Mn, Cr-Mn-Si : Cr, Mn, Si ~ 1% : 40CrMn, 30CrMnSi → chi tiết trung bình $d = (50-60)$ mm, cứng và giòn hơn, ít phổ biến;



5.3. Thép chế tạo máy

5.3.3. Thép hóa tốt



- Thép Cr-Ni, Cr-Ni-Mo: độ thấm tôi cao, độ dẻo dai tốt:

+ Thép Cr-Ni thấp: %Cr, Ni ~ 1%: 40CrNi → chi tiết phức tạp $d = (50-60)$ mm, bị giòn ram II, gia công cắt kém → ít dùng;

+ Thép Cr-Ni cao: 1-2%Cr, 3-4%Ni, (Ni/Cr ~ 3-4) : 30CrNi3A → chi tiết quan trọng, $d > 100\text{mm}$ (tôi thấu tiết diện bất kỳ), cơ tính tổng hợp rất cao, dễ giòn ram II, tính gia công cắt kém;

+ Thép Cr-Ni cao với Mo: thêm 0,15 – 0,40% Mo, tăng độ thấm tôi, tránh giòn ram II : 38Cr2Ni2Mo, 38CrNi3MoVA → thép chế tạo máy tốt nhất, cơ tính tổng hợp cao nhất → dùng cho mục đích quan trọng;

- Thép chuyên dùng thấm N: 1,6%Cr, 0,3%Mo, 1%Al: 38CrMoAlA → nhiệt luyện hóa tốt đạt cơ tính tổng hợp cao, thấm N tạo Nitrid nhôm phân tán, độ cứng cao 63 – 72 HRC;

5.3. Thép chế tạo máy

5.3.4. Thép đàn hồi:



Đặc điểm làm việc và yêu cầu cơ tính: chịu tải trọng chu kì, chịu va đập cao, không cho phép biến dạng dẻo → yêu cầu cơ tính:

- Giới hạn đàn hồi cao: $\frac{\sigma_{dh}}{\sigma_b} \approx 0,85 \div 0,95$

- Giới hạn mỏi cao;

- Độ cứng khá cao: 35 – 45 HRC, độ dẻo, dai thấp vừa phải;

Đặc điểm thành phần và nhiệt luyện: %C = 0,5 – 0,7, khi tăng %HK lượng C có thể giảm một ít: 0,55 – 0,65%;

- Nguyên tố HK: Mn, Si - $\uparrow \sigma_{dh}$ và độ cứng; Cr, Ni - $\uparrow$ thấm tôi; thường dùng 1%Mn, 2%Si, 2%(Cr+Ni), dùng quá nhiều (Mn, Si) → $\uparrow$ cứng & giòn;

- Nhiệt luyện: tôi + ram trung bình đạt tổ chức T ram có σ_{dh} max;

- Cần chống thoát C khi nhiệt luyện; cần $\uparrow$ giới hạn bền mỏi bằng phun bi, cán, ép, kéo nguội sau nhiệt luyện; nâng cao độ nhẵn bóng bề mặt.

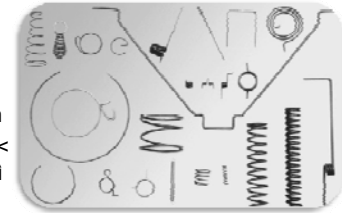
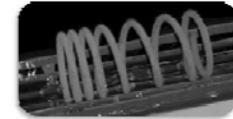
5.3. Thép chế tạo máy

5.3.4. Thép đàn hồi

Các mác thép & đặc điểm:

-Thép C & thép Mn: C65, C70, 65Mn
: $\sigma_{dh} < 800$ Mpa, độ thấm tôi thấp ($\delta < 15$ mm), cung cấp ở trạng thái tôi chỉ và biến dạng nguội $\epsilon > 70\%$, quăn nguội làm lò xo, ủ ở 200 – 300 °C để khử bỏ ứng suất;

- Thép C & thép HK khác: 60Si2 : σ_{dh} cao hơn, thấm tôi tốt hơn (20 – 30) mm, dễ thoát C khi nung tôi → thêm Cr, Mn, Ni, V : $\uparrow$ độ thấm tôi, $\downarrow$ thoát C - 50CrMn, 60Si2CrVA, 60Si2Ni2A;



5.3.5. Thép kết cấu công dụng riêng:

Thép lá dập sâu: tính dẻo cao → %C < 0,2%, %Si rất ít ≤ (0,05 ÷ 0,07%) (thép sợi), hạt nhỏ và đều : C5s, **C8s**, C10s, C15s.

Thép dễ cắt: thép dễ cắt tự động, phoi dễ gãy vụn: độ cứng 150 – 200 HB, không quá dẻo: %C = (0,10 ÷ 0,40)%, %P = (0,08 ÷ 0,15)%, %S = (0,15 ÷ 0,35)%, %Mn = (0,8 ÷ 1)% → MnS, P làm giòn F, dễ tạo phoi, bề mặt nhẵn bóng, dễ tạo ren nhỏ, thêm (0,15 ÷ 0,30)% Pb làm thép dễ cắt hơn: **12S, 20S, 30S...**

Thép ổ lăn: chịu mài mòn điểm - cơ tính đồng nhất không có điểm mềm, độ cứng rất cao ≥ 64HRC, độ bền mỏi do tiếp xúc cao → %C ~ 1% qua tôi + ram thấp, Cr ~ 0,50 – 1,50% để tôi thấu, tạp chất P, S, khí rất thấp (thép chất lượng cao): **OL100Cr1,5** - ủ cầu hóa đạt tổ chức P hạt nhỏ mịn, tôi + ram thấp (150-180°C), gia công lạnh để khử A dư (HRC ≥ 65).



5.4. Thép dụng cụ

Gồm 3 nhóm lớn: dụng cụ cắt, dụng cụ biến dạng & dụng cụ đo

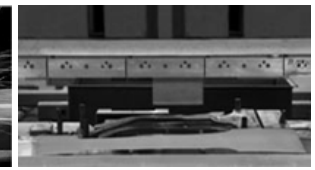
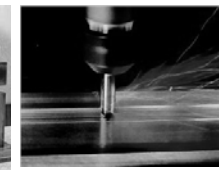


Yêu cầu: - độ cứng >> độ cứng phôi, chịu mài mòn tốt, đảm bảo độ dai va đập, chịu nhiệt tốt để làm việc với năng suất cao ở trạng thái nóng.

- Có thể rèn & cắt gọt được, tuy đắt song tuổi thọ và năng suất phải cao;

Thành phần: - %C > 0,7%, dụng cụ biến dạng nóng - %C = (0,3 – 0,5)%

- Hợp kim : Cr - tăng tính thấm tôi, W & Mo - tăng tính cứng nóng;



5.4. Thép dụng cụ

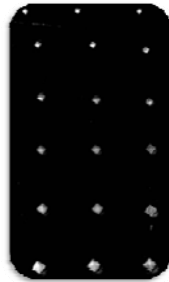
5.4.1. Thép dụng cụ cắt

Điều kiện làm việc & yêu cầu cơ tính:

- bề mặt chịu áp lực lớn, bị mài sát & nung nóng, chịu uốn (xoắn) & va đập;
- Độ cứng cao ($HRC \geq 60$), tính chống mài mòn cao;
- Chịu nhiệt độ cao (tính cứng nóng), độ dai đảm bảo;

Thép làm dao cắt tốc độ thấp (5 – 10 m/s)

- Thép C: **CD70, CD80, ..., CD130** có chất lượng tốt;
 - + Sau tôi + ram thấp đạt độ cứng $\geq 60HRC$, $\uparrow \%C \rightarrow \uparrow$ chịu mài mòn;
 - + Dễ biến dạng nóng, dễ gia công cắt, giá thành rẻ;
 - Độ thấm tôi thấp ($d < 10$ mm), dao kích thước lớn nhanh bị mòn
 - Tính cứng nóng thấp (200 – 250°C), tốc độ cắt < 5 m/s;
- Thép HK: $\%C \geq 1\%$, Cr, Si $\sim 1\%$ - tăng độ thấm tôi, cứng nóng (300°C), W $\sim 4 - 5\%$ tăng mạnh tính chịu mài mòn: **90CrSi, 140CrW5** (66-68 HRC)



5.4.1. Thép dụng cụ cắt

Thép làm dao cắt tốc độ cao (35 - 80 m/s) - thép gió

Đặc điểm: tốc độ cắt cao, tính cứng nóng cao (600°C), tính chống mài mòn và tuổi bền cao (8-10 lần), tôi thấu tiết diện bất kỳ;

Thành phần hóa học & tác dụng nguyên tố HK: $\%C = 0,7 - 1,5\%$ - $\uparrow$ độ cứng và tạo cacbit, $\%Cr \sim 4\%$ - $\uparrow$ tính thấm tôi, $\%W \sim (6 - 18)\%$ - tạo tính cứng nóng cao (có thể thay $2\%W = 1\%Mo$), V (đến 5%) - $\uparrow$ mạnh tính chống mài mòn, giữ hạt nhỏ, $\%Co > 5\%$ - $\uparrow$ tính cứng nóng;

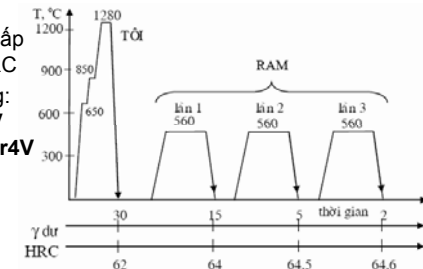
Nhiệt luyện: Tôi phân cấp, nhiệt độ tôi chính xác, ram thấp 3 lần đạt độ cứng 64 - 65 HRC

Mác thép: Năng suất thường:

80W18Cr4V, 85W6Mo5Cr4V

Năng suất cao: **85W18Co5Cr4V**

, **155W12Co5V5Cr4**;

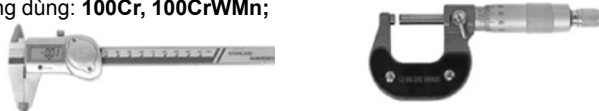


5.4. Thép dụng cụ

5.4.2. Thép dụng cụ đo

Điều kiện làm việc & yêu cầu: cọ sát với chi tiết dễ bị mòn, biến dạng;

- Độ cứng và tính chống mài mòn cao (63 – 65) HRC;
 - Kích thước ổn định, hệ số giãn nở nhiệt bé, tổ chức ổn định;
 - Độ nhẵn bóng bề mặt cao khi mài, ít biến dạng khi nhiệt luyện;
- Thép dụng cụ đo cấp chính xác cao: HK hóa Cr, Mn $\sim 1\%$ - $\uparrow$ độ thấm tôi, Mn còn $\uparrow$ A dư (kích thước hầu như không thay đổi khi tôi)
- Hóa giả ổn định kích thước (120-140°C, 1-2 ngày) $\rightarrow$ tổ chức M tôi được ổn định có độ cứng & chịu mài mòn cao, hệ số giãn nở nhiệt nhỏ;
 - Thường dùng: **100Cr, 100CrWMn**;



Thép dụng cụ đo cấp chính xác thấp: yêu cầu đủ cứng & chịu mài mòn

- Dụng thép **C15, C20** thấm C, tôi + ram thấp;
- Thép C45, C50, C55 – tôi bề mặt + ram thấp, thép CD - tôi + ram thấp

5.4. Thép dụng cụ

5.4.3. Thép dụng cụ biến dạng nguội

Điều kiện làm việc & yêu cầu cơ tính:

- Độ cứng đủ cao (58 – 62)HRC;
- Tính chống mài mòn cao;
- Độ bền, độ dai cao;

Thành phần hóa học:

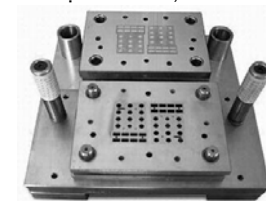
- $\%C \sim 1\%$, chịu va đập cao : 0,4 - 0,6%C, chịu mài mòn cao : 1,5 - 2%C;
- Cr, Mn, Si, W với lượng ít ($\sim 1\%$) tăng độ thấm tôi;
- Cr đến 12%, $\%C \geq 1,5 - 2,0\%$ - tăng tính chịu mài mòn;

Thép làm khuôn bé (đơn giản):

CD100, CD120, tôi trong nước;

Thép làm khuôn trung bình:

(75 - 100)mm, hoặc khuôn bé, phức tạp, chịu tải cao: **110Cr, 100CrWMn, 100CrW5Mn** (tôi phân cấp, tôi hai môi trường);



5.4. Thép dụng cụ

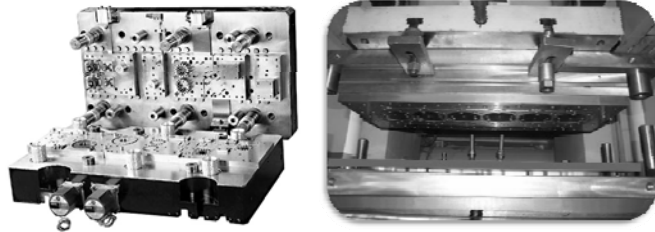
5.4.3. Thép dụng cụ biến dạng nguội

Thép làm khuôn lớn: (200 - 300)mm, chịu tải trọng nặng, mài mòn mạnh;

210Cr12, 160Cr12Mo, 130Cr12V;

- Tính chịu mài mòn rất cao (30% cacbit Cr), có thể dập ở tốc độ cao;
- Độ thấm tôi cao: tôi thấu $d = 150 - 200\text{mm}$ trong dầu, đảm bảo độ cứng;
- Có nhiều chế độ tôi ram khác nhau;

Thép làm khuôn chịu tải trọng và đập: **40CrSi, 60CrSi, 40CrW2Si, 50CrW2Si, 60CrW2Si** và **60CrWMn**, sau tôi phải ram ở nhiệt độ cao hơn

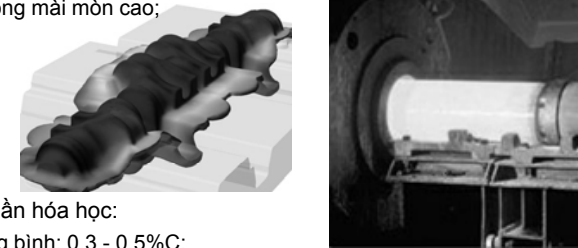


5.4. Thép dụng cụ

5.4.3. Thép dụng cụ biến dạng nóng

Điều kiện làm việc & yêu cầu cơ tính: Dụng cụ bị nung nóng (500 – 700°C), song không liên tục; Kích thước lớn và chịu tải trọng lớn;

- Độ bền và độ dai cao, độ cứng vừa phải (35-45)HRC;
- Chịu nhiệt độ cao (tính chống ram cao), chống môi nhiệt gây nứt vỡ;
- Tính chống mài mòn cao;



Thành phần hóa học:

- %C trung bình: 0,3 - 0,5%C;
- Hợp kim: Cr, Ni - đảm bảo độ thấm tôi & độ dai, W (8-10%) - cứng nóng;
- Nhiệt luyện: tôi + ram trung bình đạt tổ chức T ram, tránh giòn ram II;

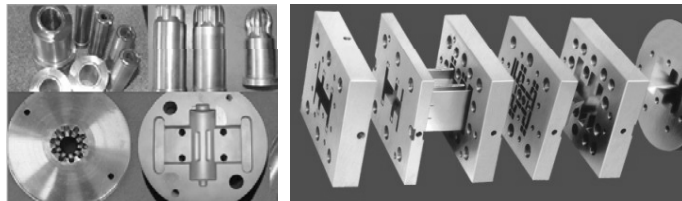
5.4.3. Thép dụng cụ biến dạng nóng

Thép làm khuôn rèn: thép Cr-Ni (Cr-Mn) có thêm Mo hay W với 0,5%C : **50CrNiMo, 50CrNiW, 50CrNiSiW, 50CrMnMo;**

- Tính thấm tôi cao ($d = 300\text{mm}$), có thể tôi phân cấp hay đẳng nhiệt;
- Tôi + ram (500-600°C), khuôn lớn cần độ dai cao $\rightarrow$ $\uparrow$ nhiệt độ ram;
- Khi nhiệt luyện, do thời gian nung dài, phải tránh oxy hóa & thoát C;

Thép làm khuôn ép chảy: chịu nhiệt độ, áp lực cao hơn, không va đập $\rightarrow$ HK cao Cr + W $\sim 10\%$ - tính cứng nóng cao (600-700°C), C $\sim 0,3-0,4\%$, V $\sim 1\%$ - chống mài mòn & giữ hạt nhỏ, Mo $\sim 1\%$ - tăng độ thấm tôi:

30Cr2W8V và **40Cr5W2VSi**: tôi ($\sim 1100^\circ\text{C}$), ram (600-650°C) $\rightarrow$ T ram;



5.5. Thép hợp kim đặc biệt

Đặc điểm: %C rất thấp (0,1-0,15%) hoặc rất cao ($> 1,0\%$)

Hợp kim: HK cao ($>10\%$) hay rất cao ($> 20\%$), thường HK hoá đơn giản;

Tổ chức: thường có tổ chức đơn pha A, F hoặc M ở trạng thái cung cấp;

Tính chất: tính chống mài mòn, bền ăn mòn cao, tính chất điện - từ đặc biệt, tính chịu nhiệt độ cao, có tính giãn nở nhiệt, đàn hồi đặc biệt;

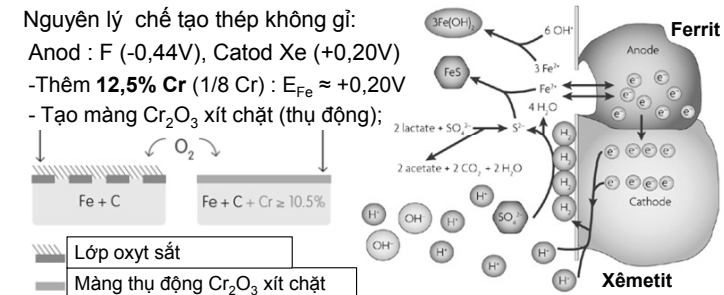
5.5.1. Thép không gỉ (inoxidable): bền ăn mòn trong môi trường axit;

Nguyên lý chế tạo thép không gỉ:

Anod : F (-0,44V), Catod Xe (+0,20V)

- Thêm **12,5% Cr** (1/8 Cr) : $E_{\text{Fe}} \approx +0,20\text{V}$

- Tạo màng Cr_2O_3 xít chặt (thụ động);

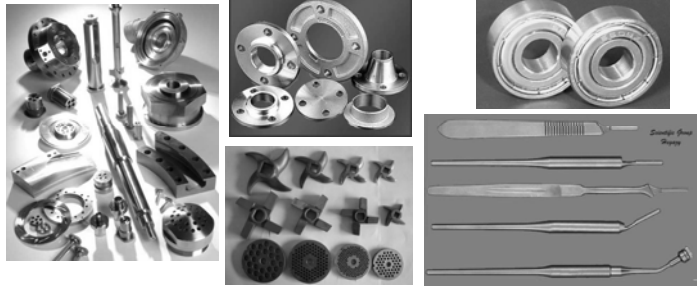


5.5. Thép hợp kim đặc biệt

5.5.1. Thép không gỉ

Thép không gỉ hai pha: $0,10 \div 0,40\%C$ và $13\%Cr$: 12Cr13, 20Cr13, 30Cr13 và 40Cr13, có tổ chức hai pha F (hòa tan Cr cao) và cacbit Cr;

- Điểm cứng tích ($0,3\%C$), Nguội trong KK cũng nhận được tổ chức M;
- Ổn định trong khí quyển, nước ngọt, thụ động hóa trong dd HNO_3 ;
- 30Cr13, 40Cr13 sau tôi + ram ($150 - 200^\circ C$) - độ cứng 40 - 55HRC;



5.5. Thép hợp kim đặc biệt

5.5.1. Thép không gỉ

Thép không gỉ một pha Ferit: tỉ lệ $Cr/C \geq 150$: 08Cr13, 12Cr17, 15Cr25Ti;

- Có tổ chức một pha Ferit nên bền ăn mòn hơn loại hai pha;
- Không thể hóa bền bằng nhiệt luyện, khả năng hóa bền biến dạng thấp;
- thép 08Cr13 dùng cho kết cấu hàn, 15Cr25Ti dùng làm thép chịu nhiệt;



5.5. Thép hợp kim đặc biệt

5.5.1. Thép không gỉ

Thép không gỉ một pha Austenit: $Cr > 16 - 18\%$, $Ni > 6 - 8\%$ → tổ chức một pha Austenit ở nhiệt độ thường, được sử dụng nhiều nhất;

- Độ dẻo cao ($\delta = 50\%$), độ bền kém thép Ferit, không thể hóa bền bằng nhiệt luyện, khả năng hóa bền biến dạng mạnh → khó biến dạng nguội;
- Bền ăn mòn trong HNO_3 , H_2SO_4 và HCl loãng ở nhiệt độ thường;
- Mác thông dụng: 12Cr18Ni9, 08Cr18Ni11, 08Cr18Ni10Ti, 12Cr18Ni9Ti...



5.5. Thép hợp kim đặc biệt

5.5.2. Thép có tính chống mài mòn đặc biệt (thép Hadfield)

- Thép Hadfield (thế kỷ 19): $110Mn13\%$, là thép đúc với tổ chức Austenit + lượng lớn Mn_3C và $(Fe,Mn)_3C$ ở biên hạt → $\downarrow \sigma_b$, a_k , rất giòn;

- Nung ở $1050 - 1100^\circ C$, giữ nhiệt lâu, nguội trong nước → độ dẻo dai;
- Chỉ có tính chịu mài mòn cao khi làm việc trong điều kiện chịu va đập;
- Tính gia công rất kém, chỉ có thể đúc tạo hình;



5.5. Gang

- %C > 2%, Si (0,5-4%), Mn (0,2-1,5%), P < 0,7%, S < 0,15%;

- Gang dùng trong CTM có tổ chức gồm nền thép và cacbon tồn tại ở dạng Graphit, không có Xe tự do → mềm, dễ cắt gọt;

- Tổ chức của gang xác định bởi: tổng lượng C + Si & tốc độ nguội;

- Gang được phân loại theo nền thép và hình dạng G → cơ tính gang xám < gang dẻo < gang cầu

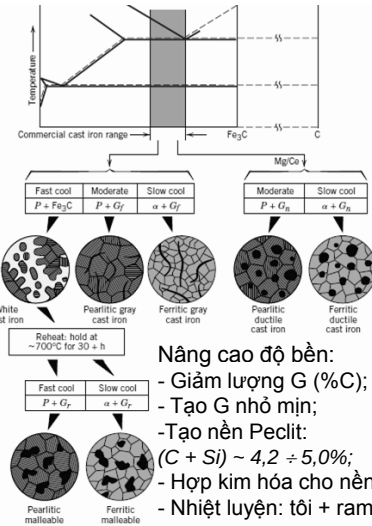
Kí hiệu gang (TCVN):

- GX $\frac{xx}{xx}$ $\frac{xx}{xx}$ → σ_b^u min, kG/mm²

- GZ $\frac{xx}{xx}$ $\frac{xx}{xx}$

- GC $\frac{xx}{xx}$ $\frac{xx}{xx}$ → δ min, %

σ_b^k min, kG/mm² VD: GZ 50-5



Một số chi tiết máy làm từ gang

