

BÀI TẬP LỚN KỸ THUẬT

ĐỀ SỐ 138

I/ Nội dung:

Cho một chi tiết với các yêu cầu cơ bản;

Chốt xích máy kéo($\varnothing 22 \times 418$), làm việc trong điều kiện chống mài mòn, lõi cần độ dẻo dai, bền để chịu va đập.

II/ Thực hiện:

Câu 1:

Bản vẽ chi tiết như hình 1.

Điều kiện làm việc của chi tiết:

- Chi tiết làm việc trong điều kiện chịu mài mòn cao, chịu va đập lớn.
- Chịu tải trọng rung động.

Để đáp ứng các điều kiện làm việc như trên, chi tiết phải đáp ứng các yêu cầu về cơ tính:

- Độ cứng: $HB \leq 197$.
- Độ bền: $\sigma_b \geq 800 \text{ N/mm}^2$
- Giới hạn chảy : $\sigma_c \geq 600 \text{ N/mm}^2$
- Độ dẻo dai: $\delta \geq 12 \%$
- Độ thắt: $\Psi \geq 50\%$
- Độ dai va đập: $a_k \geq 80 \text{ J/cm}^2$

Câu 2:

Để gia công chi tiết chốt xích máy kéo, ta có thể dùng các vật liệu có các mác thép sau (theo tiêu chuẩn Nga ГОСТ): 15, 20, 45, 60, 15X, 20X, 12XH3A, 15XΦ, 20XΦ....Theo điều kiện đề bài đưa ra: chi tiết làm việc trong điều kiện chịu mài mòn, chịu va đập và chịu tải trọng rung động, vì vậy chi tiết đòi hỏi bề mặt có độ bền, độ cứng cao để chịu va đập, lõi có độ dẻo dai tương đối lớn để chống gãy hỏng chốt khi làm việc. Do đó ta chọn mác thép 20XΦ.

Thành phần hóa học của thép 20XΦ:

- % C = (0,17 ÷ 0,23) %
- % Si = (0,17 ÷ 0,37) %
- % Mn = (0,5 ÷ 0,8) %
- % Cr = (0,8 ÷ 1,1) %
- % P ≤ 0,035 %
- % S ≤ 0,035 %
- % Ni ≤ 0,30 %

$$- \% V = (0,1 \div 0,2) \%$$

Hình 2: Bảng so sánh thành phần hóa học của thép 20XΦ với các mác thép tương đương theo các tiêu chuẩn: Tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN), Mỹ (ASTM), Nga (ГОСТ), Nhật (JIS), Trung Quốc (GB):

Tiêu chuẩn	Mác thép	Thành phần hóa học							
		% C	% Si	% Mn	% Cr	% P	% S	% Ni	% V
TCVN	15CrV	0,17 ÷ 0,23	0,17 ÷ 0,37	0,5 ÷ 0,8	0,8 ÷ 1,1	≤ 0,035	≤ 0,035	≤ 0,30	0,1 ÷ 0,2
ASTM	6120	0,17 ÷ 0,22	0,20 ÷ 0,35	0,70 ÷ 0,90	0,70 ÷ 0,90	≤ 0,040	≤ 0,040	-	≥ 0,10
ГОСТ	20XΦ	0,17 ÷ 0,23	0,17 ÷ 0,37	0,5 ÷ 0,8	0,8 ÷ 1,1	≤ 0,035	≤ 0,035	≤ 0,30	0,1 ÷ 0,2
JIS	SCr420	0,18 ÷ 0,23	0,15 ÷ 0,35	0,60 ÷ 0,85	0,9 ÷ 1,2	≤ 0,030	≤ 0,030	≤ 0,25	-
GB	20CrV	0,17 ÷ 0,23	0,17 ÷ 0,37	0,5 ÷ 0,8	0,8 ÷ 1,1	-	-	≤ 0,30	0,1 ÷ 0,2

Nhận xét:

Thành phần hóa học giữa các mác thép tương đương có sự khác biệt rất nhỏ vì vậy không ảnh hưởng đến cơ tính của thép khi sử dụng bất cứ mác thép của nước nào.

Câu 3:

Vai trò của các nguyên tố hợp kim chính trong thép 20XΦ:

* Đối với cơ tính:

- Các bon: do thành phần của Các bon trong thép chỉ chiếm (0,17 ÷ 0,23) % nên tổ chức tế vi của thép là pherit và peclit nên thép có tính dẻo, dai và bền.

- Mangan, Silic: thành phần mangan chiếm khoảng (0,5 ÷ 0,8) %, Silic khoảng (0,17 ÷ 0,37) % có tác dụng loại bỏ tác hại của lưu huỳnh trong thép, hòa tan vào pherit nâng cao độ bền, độ cứng, tăng độ thấm tôi nhưng lại làm giảm đáng kể độ dẻo và độ dai làm cho thép giòn. Tuy nhiên tác dụng không lớn do lượng chứa của nó nhỏ.

- Phốt pho và lưu huỳnh: trong mác thép chọn, phốt pho và lưu huỳnh chỉ đóng vai trò như tạp chất vì lượng chứa trong thép rất nhỏ ($\% P \leq 0,035 \%$; $\% S \leq 0,035 \%$), không ảnh hưởng tới cơ tính của thép.

- Crôm và Niken: làm tăng độ bền và độ cứng cho thép không mạnh bằng Si và Mn nhưng lại không làm giảm nhiều độ dẻo và độ dai. Thép được hợp kim hóa bằng Crôm và Niken thì nâng cao được độ bền, độ cứng, tăng mạnh độ thấm tôi mà vẫn duy trì được độ dẻo và độ dai.

- Vanadi: với mác thép đã chọn, thành phần Vanadi chiếm (0,1 ÷ 0,2) % có tác dụng làm tăng độ bền, độ dẻo và độ dai cho thép. Vanadi có khả năng tạo các bít mạnh nên khi cho vào thép sẽ tạo các bít có kiểu mạng đơn giản làm tăng độ cứng, tính chống mài mòn, nâng cao nhiệt độ tôi mà vẫn giữ được kích thước hạt nhỏ, nâng cao tính cứng nóng do vậy nâng cao độ dai và cơ tính. Ngoài ra, Vanadi còn có tác dụng tăng nhiệt độ thường hóa, nhiệt độ ủ và tăng nhiệt độ tôi.

* Đối với quá trình nhiệt luyện:

- Chuyển biến khi nung nóng để tôi: Các thép thông thường đều có tổ chức peclit (trừ một số thép đặc biệt), do đó khi nung nóng sẽ có chuyển biến từ peclit thành austenit, các bít hòa tan vào austenit và hạt austenit phát triển lên. Tuy nhiên có một số đặc điểm sau:

+ Sự hòa tan các bít hợp kim khó khăn hơn nên cần nhiệt độ tôi cao hơn và thời gian giữ nhiệt lâu hơn.

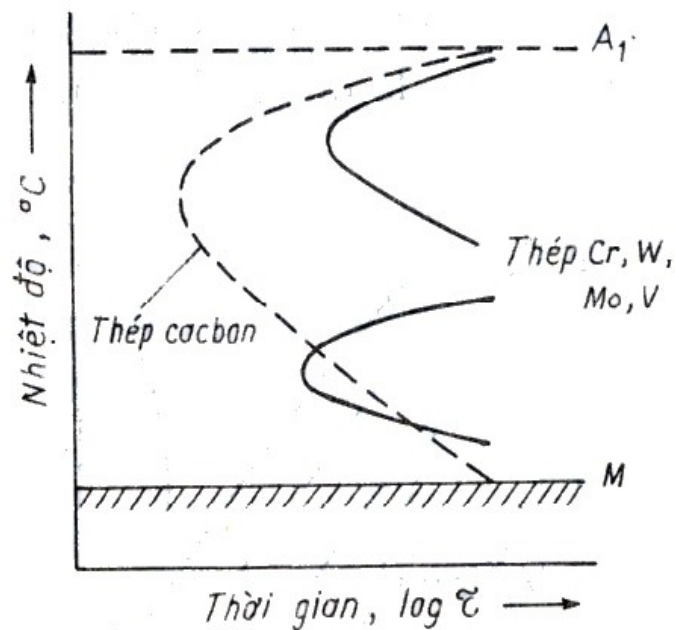
+ Các bít khó hòa tan vào austenit nằm tại biên giới hạt như hàng rào giữ cho kích thước hạt nhỏ. Tác dụng này mạnh với V. Do đó thép hợp kim giữ được hạt thép nhỏ hơn so với thép các bon khi nung ở cùng nhiệt độ.

- Sự phân hóa đẳng nhiệt của austenit quá nguội và độ thấm tôi: Đây là tác dụng quan trọng nhất và điển hình nhất của nguyên tố hợp kim.

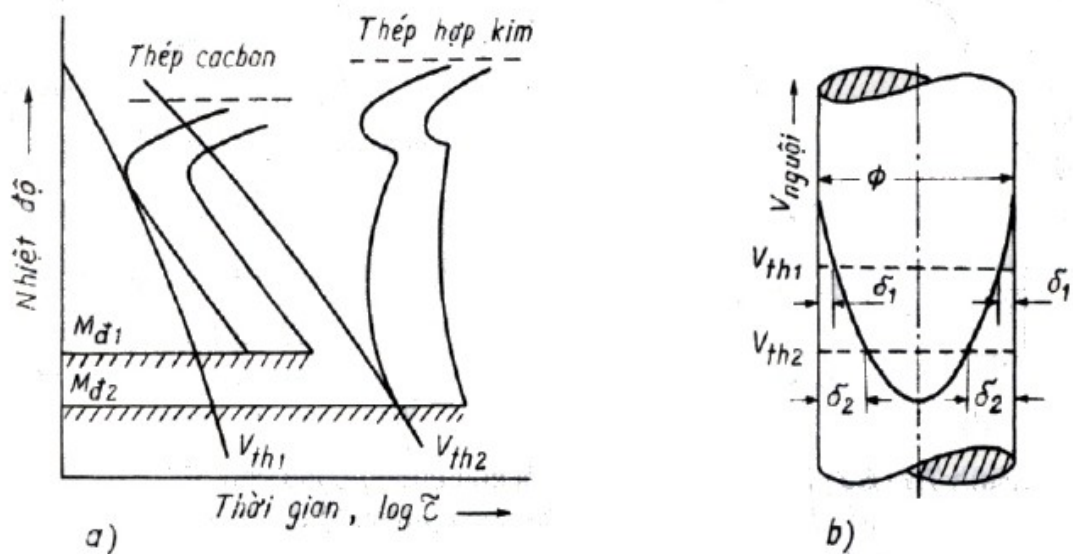
+ Khi hòa tan vào austenit tất cả các nguyên tố hợp kim (trừ Co) với

các mức độ khác nhau đều làm chậm tốc độ phân hóa đẳng nhiệt của austenit quá nguội (làm đường cong chữ C chạy sang phải) do đó làm giảm tốc độ tôi tới hạn. Nếu không hòa tan vào austenit mà ở dạng các bít sẽ có tác dụng ngược lại.

+ Độ thấm tôi: Do làm giảm tốc độ tôi tới hạn nên các nguyên tố hợp kim (trừ Co) khi hòa tan vào austenit đều làm tăng độ thấm tôi. Nhờ tác dụng này mà thép hợp kim có thể tôi thấu hay tự tôi (làm nguội trong không khí vẫn tạo thành mactenxit - thép gió) mà thép các bon không thể có được.



Hình 3: Thép C và thép hợp kim hóa bằng Cr, W, Mo và V



Hình 4: Sơ đồ biểu diễn sự giảm tốc độ tôi giới hạn (a) và sự tăng độ thấm tôi của thép hợp kim so với thép C

- Chuyển biến mactenxit: Khi hòa tan vào austenit, các nguyên tố hợp kim (trừ Co, Si, Al) đều hạ thấp nhiệt độ chuyển biến mactenxit do vậy làm tăng lượng austenit dư sau khi tôi. Do đó sẽ làm giảm độ cứng sau khi tôi từ 1÷10 HRC. Tuy nhiên hoàn toàn có thể khắc phục được nhược điểm này bằng cách gia công lạnh.

- Chuyển biến khi ram: Nói chung các nguyên tố hợp kim khi hòa tan vào mactenxit đều cản trở sự phân hóa của nó khi ram có nghĩa là làm tăng các nhiệt độ chuyển biến khi ram. Có hiện tượng trên là do các nguyên tố hợp kim cản trở khá mạnh sự khuếch tán của các bon. Do vậy dẫn tới kết quả sau:

+ Các bít tạo ra rất nhỏ mịn và phân tán làm tăng độ cứng và tính chống mài mòn. Hiện tượng này gọi là biến tính phân tán. Trong một số thép hợp kim cao khi ram ở nhiệt độ thích hợp austenit dư chuyển biến thành mactenxit ram và các bít tiết ra nhỏ mịn, phân tán làm độ cứng tăng lên so với sau khi tôi gọi là độ cứng thứ hai.

+ Khi ram hay làm việc ở cùng nhiệt độ, thép hợp kim bao giờ cũng có độ bền, độ cứng cũng như độ dai cao hơn (do ram cao hơn khử bỏ ứng suất dư nhiều hơn).

Câu 4:

Để đảm bảo cơ tính để đáp ứng được các yêu cầu làm việc của chi tiết, phôi thép phải trải qua các quá trình nhiệt luyện. Các chế độ nhiệt luyện như sau:

- Ủ: Ủ là phương pháp nung nóng thép đến nhiệt độ nhất định và làm nguội chậm cùng là để đạt được tổ chức ổn định (gần với tổ chức cân bằng) có độ bền, độ cứng thấp nhất và độ dẻo cao. Ủ nhằm mục đích:

+ Giảm độ cứng của thép để dễ gia công cắt gọt.

+ Làm tăng độ dẻo để dễ tiến hành biến dạng nguội.

+ Làm giảm hay khử bỏ hoàn toàn ứng suất bên trong do gia công cắt gọt và biến dạng.

+ Làm đồng đều thành phần hóa học trên vật đúc bị thiên tích.

+ Làm nhỏ hạt thép.

Các phương pháp ủ gồm có: Ủ thấp ($T_{\text{ủ}} = 200 \div 600^{\circ}\text{C}$), ủ kết tinh lại ($T_{\text{ủ}} = 600 \div 700^{\circ}\text{C}$), ủ hoàn toàn ($T_{\text{ủ}} = A_{c_3} + (30 \div 50)^{\circ}\text{C}$), ủ không hoàn toàn ($T_{\text{ủ}} = A_{c_1} + (30 \div 50)^{\circ}\text{C}$), ủ cầu hóa ($T_{\text{ủ}}$ dao động tuần hoàn quanh nhiệt độ A_{c_1} , số lượng chu trình phụ thuộc vào kích thước chi tiết và mức độ cầu hóa) và ủ khuếch tán ($T_{\text{ủ}} = 1100 \div 1150^{\circ}\text{C}$, giữ nhiệt trong khoảng $10 \div 15\text{h}$).

Đối với chi tiết chốt xích máy kéo như đề bài cho ta có thể dùng phương pháp nhiệt luyện ủ đẳng nhiệt. Phương pháp này giúp thép nhận được tổ chức tế vi là tổ chức peclit đồng nhất và rút ngắn được thời gian ủ.

- Thường hóa: Là phương pháp nhiệt luyện gồm có nung nóng thép đến trạng thái hoàn toàn là austenit, giữ nhiệt và làm nguội ngoài không khí tĩnh.

Thường hóa có tác dụng như ủ nhưng cũng có một số đặc điểm khác:

+ Với thép C có thành phần $\leq 0,25\%$ nếu ủ độ cứng quá thấp, phoi sẽ dẻo khó cắt gọt. Thường hóa giúp khắc phục được vấn đề này.

+ Làm nhỏ xementit chuẩn bị cho quá trình gia công kết thúc. Mục đích này thường áp dụng khi tôi.

+ Phá lưới xementit II của thép sau cùng tích.

Nhiệt độ thường hóa được tính theo công thức:

$$T_{\text{th}} = A_{c_3} + (30 \div 50)^{\circ}\text{C}$$

Với mác thép 20XΦ thì $A_{c_3} = 840^{\circ}\text{C}$ và nhiệt độ thường hóa $T_{\text{th}} = (870 \div 890)^{\circ}\text{C}$.

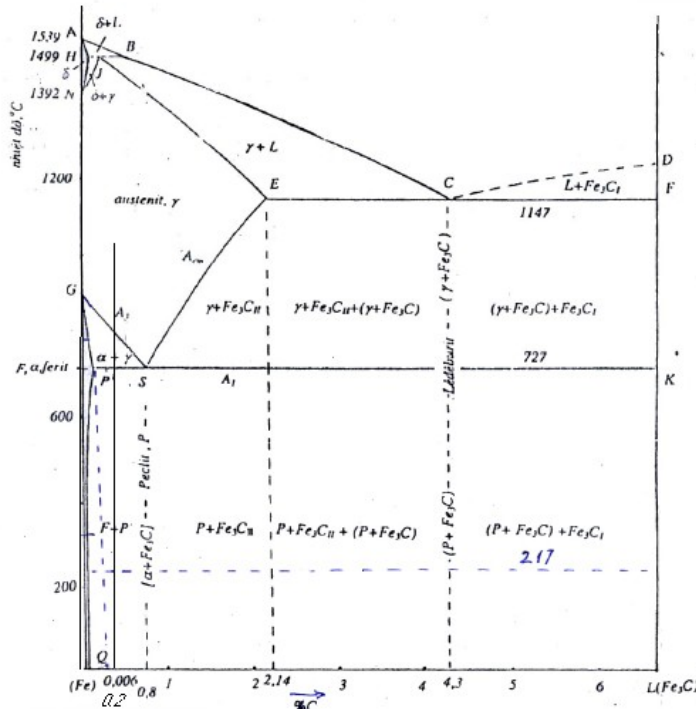
- Tôi: Trong các nguyên công nhiệt luyện thì tôi là nguyên công quan trọng nhất vì nó tạo chi thép độ cứng và tính chống mài mòn cao nhất.

Đối với thép 20XΦ ta cần tôi 2 lần. Tôi lần 1 với nhiệt độ tôi $T_t = 880^{\circ}\text{C}$, làm nguội trong dầu. Tôi lần 2 với nhiệt độ tôi $T_t = (770 \div 820)^{\circ}\text{C}$, môi trường làm nguội là dầu hoặc nước.

- Ram: Là phương pháp nhiệt luyện gồm nung nóng thép đã tôi đến nhiệt độ thấp hơn A_{c_1} , giữ nhiệt và làm nguội để biến đổi tổ chức sau khi tôi thành các tổ chức có tính chất phù hợp với điều kiện làm việc qui định.

Ram là nguyên công bắt buộc đối với thép sau khi tôi.

Nhiệt độ ram của thép 20XΦ là $T_r = 180^\circ\text{C}$, môi trường làm nguội là không khí hoặc dầu.



Hình 5: Giản đồ pha Fe - C:

Dựa vào giản đồ pha Fe - C ta thấy thép C có cùng thành phần C với thép 20XΦ là thép C20 (%C = 0,2%).

Từ đó ta có:

$$Ac_3 = \frac{0,8 - 0,2}{0,8} \times 911 + \frac{0,2}{0,8} \times 727 = 865^\circ\text{C}$$

$$T_{th} = Ac_3 + 30 = 895^\circ\text{C}$$

$$T_t = T_{th} + 50 = 945^\circ\text{C}$$

$$T_r = 180^\circ\text{C}$$

Nhận xét: nhiệt độ tới hạn Ac_3 và nhiệt độ thường hóa T_{th} theo tính toán của thép C cao hơn so với thép hợp kim đã chọn.

Khi làm nguội chậm qua điểm tới hạn Ac_3 tổ chức tế vi của thép đạt được như sau:

+ Khi nhiệt độ làm nguội $T_{ng} = T^* > Ac_3$, tổ chức tế vi của thép là austenit hoàn toàn. %C = 0,2%

+ Khi nhiệt độ làm nguội $T_{ng} \leq Ac_3$, tổ chức austenit bị phân hóa thành tổ chức ferit I + austenit (ferit được tiết ra từ pha austenit)

+ Khi nhiệt độ làm nguội $T_{ng} \geq Ac_1 = 727^\circ\text{C}$ tổ chức tế vi vẫn là ferit I +

austenit.

+ Khi nhiệt độ làm nguội $T_{ng} \leq A_{c1}$ tổ chức tế vi đạt được là ferit I + peclit

$$\% \alpha_1 = \frac{0,8}{0,8} \frac{0,2}{0,02} \times 100\% = 76,923\%$$

$$\% Peclit = 100\% - 76,923\% = 23,077\%$$

Cơ tính của pha α_1 là rất mềm, rất dẻo trong khi cơ tính của tổ chức peclit (là tổ chức 2 pha ferit + xementit) có tính tổng hợp cao, nghiêng nhiều về cơ tính của pha ferit.

Câu 5:

Đối với chi tiết chốt xích máy kéo, do chi tiết có dạng trụ nên phương pháp gia công thường dùng là phương pháp tiện.

Khi gia công chi tiết chốt xích với mác thép đã chọn bằng phương pháp tiện, trong quá trình gia công, bề mặt của chi tiết tiếp xúc với lưỡi dao cắt sẽ sinh nhiệt lớn. Vì vậy, trước khi gia công ta xử lý nhiệt bằng phương pháp ủ và thường hóa với T_u và T_{th} như đã phân tích ở câu 4. Sau khi gia công cơ khí, quá trình nhiệt luyện kết thúc bao gồm: tôi 2 lần và ram thấp, môi trường làm nguội là dầu hoặc nước với mục đích làm tăng độ bền, độ cứng cho lõi chi tiết, tăng khả năng chịu mài mòn, chịu va đập cho bề mặt chi tiết.

Sau khi tôi bề mặt tổ chức tế vi đạt được là mactenxit và austenit dư. Hai tổ chức này có cơ tính là rất cứng và có độ bền cao nên giúp cho chi tiết đạt độ bền và độ cứng tốt nhất.

Sau khi ram thấp bề mặt, tổ chức nhận được là mactenxit ram có độ cứng không kém sau khi tôi và có tính chống mài mòn lớn.

Khi không tìm được mác thép phù hợp với mác thép đã chọn, ta có thể thay thế bằng các mác thép tương đương. Ví dụ như: 20X, 15XΦ, 25XΦ, 20XH..

Ta có thể thay thế bằng mác thép 20X hay 15XΦ. Nếu thay bằng hai mác thép này sẽ giảm được giá thành sản phẩm do chất lượng của thép không tốt bằng mác thép đã chọn nhưng cũng vì thế mà chất lượng sản phẩm giảm xuống (do không có thành phần hợp kim đối với thép 20X và thành phần C giảm xuống đối với thép 15XΦ làm cho cơ tính của thép giảm)

Phương pháp thay thế tốt hơn là thay thế bằng thép 25XΦ hoặc 20XH. Hai mác thép này có cơ tính tốt hơn mác thép đã chọn là 20XΦ (vì có thành phần C cao hơn đối với thép 25XΦ và ảnh hưởng của nguyên tố Ni tới cơ tính của thép tốt hơn so với ảnh hưởng của nguyên tố V). Tuy nhiên, giá thành của hai mác thép này sẽ cao hơn giá thành của mác thép 20XΦ.