

Thực nghiệm xác định sự thay đổi độ cứng của thép C45 sau khi nhiệt luyện

1. Đặt vấn đề

Trong quá trình tôi thép, chi tiết được làm nguội với tốc độ nhanh, chênh lệch nhiệt độ giữa bề mặt và trong lõi rất lớn nên ở trong chi tiết luôn tồn tại ứng suất dư. Do đó, việc xác định được nguyên nhân, vị trí và mức độ biến dạng của chi tiết trong quá trình nhiệt luyện là vấn đề quan trọng trong việc nâng cao chất lượng chi tiết máy

2. Thực nghiệm xác định sự thay đổi độ cứng của thép C45 sau khi nhiệt luyện

2.1. Mẫu thực nghiệm

Mẫu thực nghiệm có hình trụ kích thước đường kính $d = 20\text{mm}$, chiều cao mẫu $h = 15\text{mm}$.



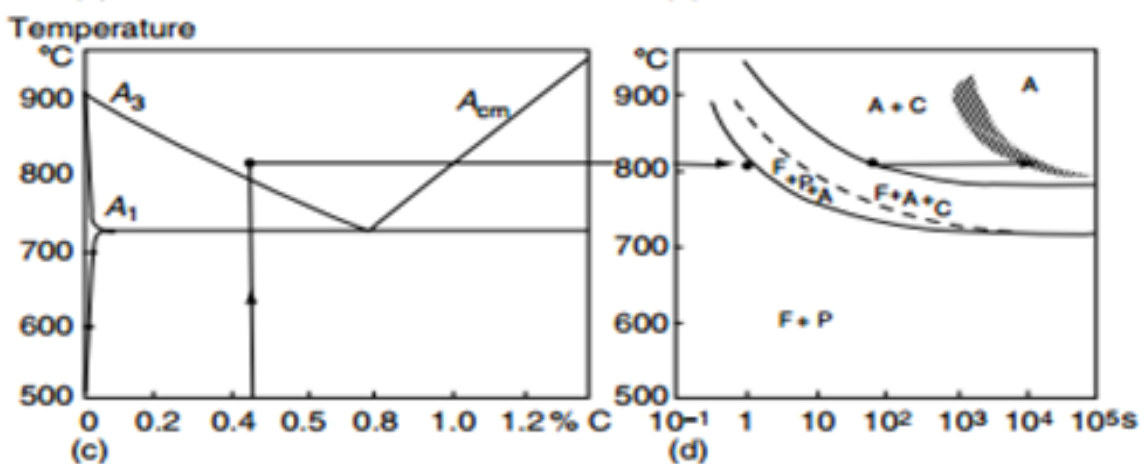
Hình 1. Mẫu thực nghiệm

2.2. Quy trình tôi thép C45.

* Nhiệt độ nung tôi

Nhiệt độ tôi có ảnh hưởng trực tiếp đến cơ tính của thép sau khi tôi. Đối với thép Cacbon, có thể dựa vào giản đồ trạng thái sắt cacbon để chọn nhiệt độ tôi. Trong trường hợp vật liệu thực nghiệm là thép cacbon kết cấu chất lượng tốt ($\%C = 0,45\%$): nhiệt độ tôi được nhóm tác giả lựa chọn là nhiệt độ tôi cao hơn A_{C3} , tức nung nóng thép đến trạng thái hoàn toàn ostenit (tôi hoàn toàn).

$$T_{\text{Tôi}} = A_{C3} + (30 - 50)^{\circ}\text{C}$$



Hình 2. Phạm vi nhiệt độ tôi thích hợp của thép cacbon

* Thời gian nung nóng

Trong nghiên cứu này nhóm tác giả tính thời gian nung mẫu thực nghiệm là thép C45 nên đến nhiệt độ nung là 850°C theo công thức:

$$\tau_{\text{nung}} = k \cdot D \text{ (phút)}.$$

Trong đó k: hệ số nung phụ thuộc vào nhiệt độ nung và hình dáng của chi tiết là hình tròn, hình vuông vậy hệ số nung ở đây $k = 0,9$ cho 1mm đường kính

D: Đường kính của chi tiết: $D = 20\text{mm}$

τ_{nung} : Thời gian nung của chi tiết là thép C45 trong công nghiệp.

$$\tau_{\text{nung}} = 0,9 \times 20 \times 20 = 360 \text{ (phút)}$$

Đối với phòng thực nghiệm vật liệu nhỏ, hơn nữa chi tiết ít, lò lại thoáng nên thời gian nung chỉ chọn 1/2 thời gian nung trong công nghiệp tức là thời gian nung $\tau_{\text{nung}} = 180$ Phút

Thông thường, thời gian giữ nhiệt ở trạng thái nung sẽ được tính bằng 1/3 thời gian nung, do vậy quá trình nhiệt luyện đối với thép C45 : $T_{\text{tôi}} = 850^{\circ}\text{C}$, $\tau_{\text{nung}} = 180$ phút; $\tau_{\text{gn}} = 60$ phút,



Hình 3: Thép C45 được đưa vào trong lò tôi

2.3. Quá trình làm nguội

Sau tôi chi tiết được làm nguội trong các môi trường :

- + Phương pháp 1: Làm nguội trong NaOH
- + Phương pháp 2: Làm nguội trong H₂O
- + Phương pháp 3: Làm nguội trong Dầu
- + Phương pháp 4: Làm nguội trong không khí



Hình 4: Quá trình làm nguội chi tiết trong môi trường NaOH



Hình 5: Chi tiết được lấy ra làm nguội trong môi trường nước



Hình 6: Các mẫu sau khi làm nguội trong các môi trường khác nhau.

2.4. Quá trình làm sạch mẫu sau khi tôi.

Sau khi tôi, mẫu được tiến hành mài lại bề mặt.



Hình 7: Các mẫu được mài sau khi tôi

2.5. Quá trình soi tổ chức tế vi

Chi tiết sau khi đã được làm sạch bề mặt ngoài. Chi tiết được cắt, tiến hành soi tổ chức tế vi để xác định các pha bên trong lõi làm cơ sở đánh giá được độ bền của mẫu thép trước và sau khi tôi.

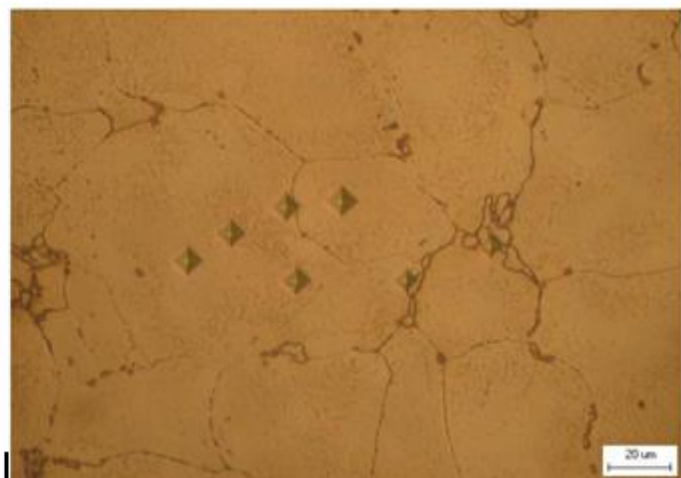


Hình 8: Máy chụp ảnh tổ chức tế vi

2.6. Xác định cứng của mẫu thép C45 trong các môi trường làm nguội khác nhau bằng phương pháp thử độ cứng Rockwell.



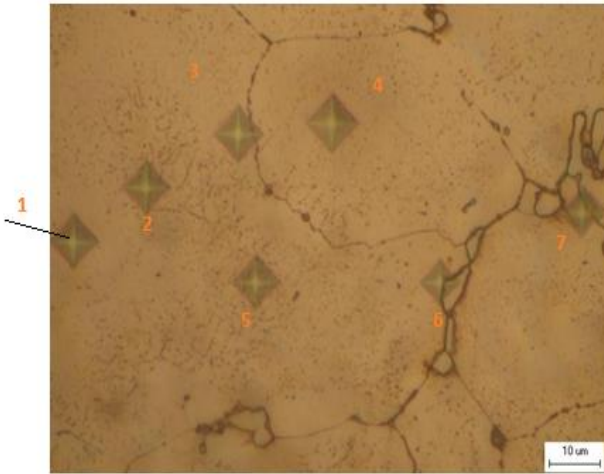
Hình 9: Máy đo độ cứng Rockwell



Hình 10: Ảnh vết đo độ cứng của chi tiết sau khi tôi

Bảng 1 :Số liệu đo độ cứng của vật mẫu

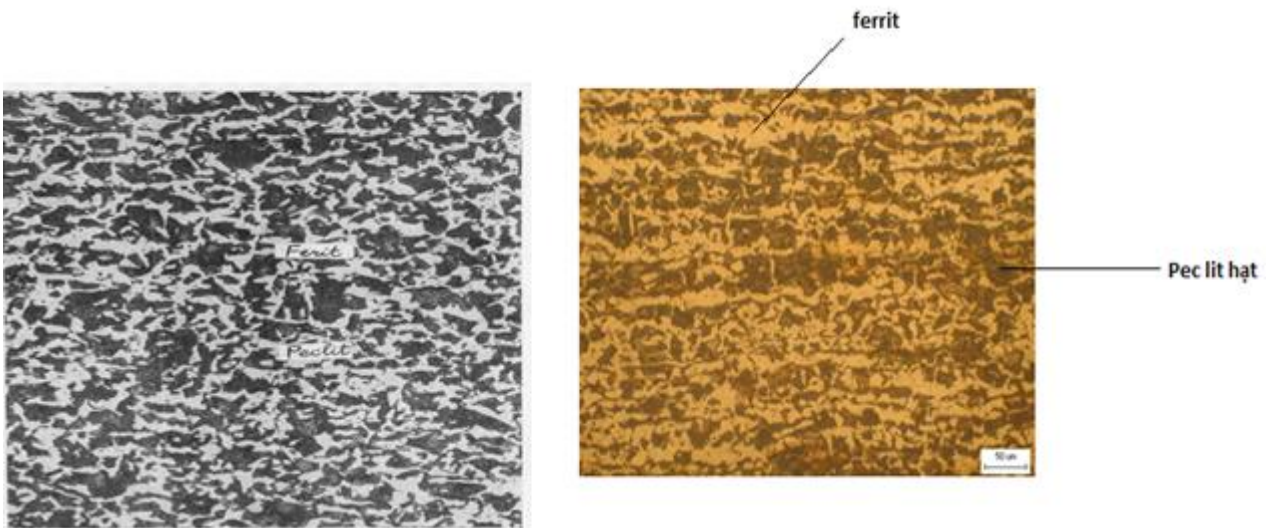
Vị trí đo	HV	HRC
1	374	38.2
2	398	40.6
3	397	40.5
4	329	33.2
5	395	40.3
6	560	53
7	464	46.4



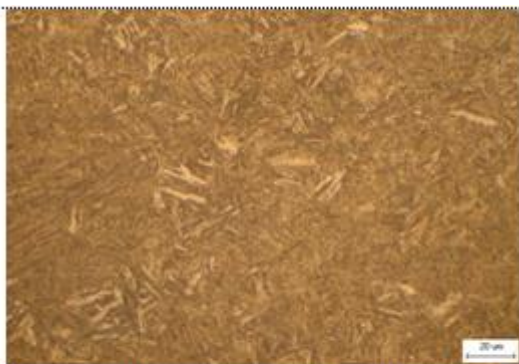
Hình 11: Vị trí các mũi đâm

2.7. Kết quả thực nghiệm:

Tổ chức của chi tiết trước và sau khi tôi.



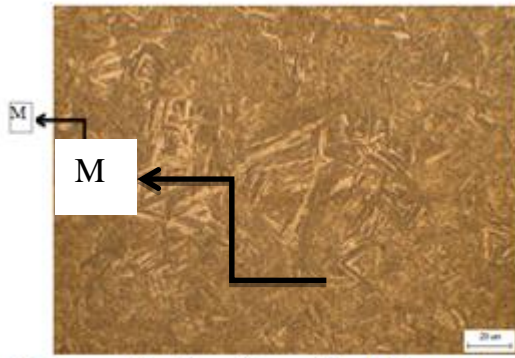
Hình 12: Tổ chức tế vi của mẫu thép C45 trước khi tôi (ban đầu)



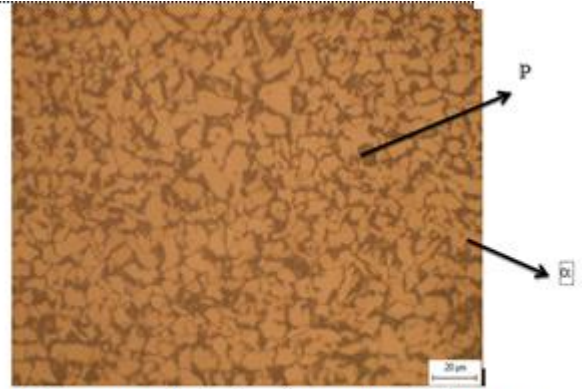
Hình 13: Tổ chức tế vi mẫu thép C45 làm nguội trong môi trường NaOH (x500)



Hình 14 :Tổ chức tế vi mẫu thép C45 làm nguội trong môi trường H₂O (x500)



Hình 15: Tổ chức tế vi mẫu thép C45 làm nguội trong môi trường dầu (x500)



Hình 16: Tổ chức tế vi mẫu thép C45 làm nguội trong môi trường không khí (x500)

Qua các ảnh tổ chức tế vi thu được trước và sau khi tôi trong các môi trường khác nhau thì ta thu được kết quả sau:

+ Tổ chức tế vi của thép C45 làm nguội trong không khí có cấu trúc hạt đồng đều, không suất hiện ứng suất các pha trong tổ chức tế vi vẫn còn nhiều ferrit và các hạt peclit bao xung quanh.

+ Tổ chức tế vi của thép C45 làm nguội trong môi trường nước và môi trường hóa chất NaOH ta thấy cấu trúc tinh thể Mactenxit hình kim thể hiện rõ rệt, tổ chức đạt được gần như hoàn toàn là Mactenxit. Do vậy độ cứng của chi tiết đo được sẽ rất cao.

+ Tổ chức tế vi của thép C45 làm nguội trong môi trường dầu và không khí thì cấu trúc tinh thể mactenxit gần như thu được rất ít, dẫn đến chi tiết sau khi tôi chưa đạt được độ cứng như mục đích sử dụng. Vì chi tiết sau khi tôi xuyên tâm phải đạt được độ cứng lớn hơn 58 - 60HRC thì chi tiết mới đảm bảo được độ cứng, khả năng chịu ma sát mài mòn của chi tiết.

+ Tổ chức Mác tenxit nhận được khi làm nguội trong môi trường NaOH ở hình 13 thì có cấu trúc tinh thể hình trụ nhỏ, độ xít chặt và đồng đều cao dẫn đến chi tiết có độ cứng cao.

+ Tổ chức Mác tenxit nhận được khi làm nguội trong môi trường H₂O ở hình 14 thì có cấu trúc tinh thể đồng trục, độ xít chặt và đồng đều của tổ chức không cao, dẫn đến cơ tính của chi tiết giảm hơn so với tổ chức hình 13.

+ Tổ chức nhận được ở hình 15 do làm nguội trong môi trường dầu, quá trình làm nguội lại lâu và có xu hướng lại nung nóng chi tiết chính vì vậy mà tổ chức tế vi có cấu trúc không đạt hoàn toàn ở trạng thái Mactenxit mà vẫn còn có Austenit dư nhiều ảnh hưởng đến cơ tính của vật liệu sau khi tôi.

+ Tổ chức tế vi ở hình 16 chưa tiến hành tôi nên tổ chức tế vi gần như vẫn còn ferrit và Peclit nên cơ tính của chi tiết còn rất thấp. Vì vậy mà vật liệu nhất thiết cần qua tôi để đạt được độ cứng cao, khả năng chịu ma sát mài mòn tốt, hơn thế nữa còn chuyển được hoàn toàn tổ chức ferrit và peclit sang tổ chức Austenit.

2. Kết quả độ cứng của mẫu trước và sau khi tôi.

Tiến hành thí nghiệm 5 phương pháp thì mỗi quá trình chọn 10 mẫu thí nghiệm rồi đem tiến hành tôi và làm nguội trong các môi trường khác nhau kết quả của được ghi lại ở bảng số liệu sau:

Từ bảng số liệu thu được qua quá trình tôi và làm nguội trong các môi trường khác nhau được thể hiện qua các biểu đồ sau:

Cùng một nhiệt độ tôi và thời gian giữ nhiệt như nhau nhưng ở các môi trường làm nguội khác nhau ta thấy độ cứng của mẫu thép C45 đo được cũng khác nhau rất rõ ràng thể hiện qua biểu đồ mối quan hệ giữa độ cứng và tốc độ nung của chi tiết.

Qua bảng 2 ta thấy nếu cùng một loại thép C45, cùng nhiệt độ tôi và thời gian giữ nhiệt như nhau và làm thí nghiệm trên nhiều mẫu khác nhau, lấy kết quả đo độ cứng của nhiều lần đo thì sau khi làm nguội thép C45 trong các môi trường khác nhau thì ta thấy:

+ Độ cứng của mẫu làm nguội trong môi trường muối và hóa chất là cao nhất rồi lần lượt đến các môi trường nước, sau đó mới đến môi trường dầu và môi trường không khí.

+ Qua quan sát thí nghiệm thì môi trường làm nguội là muối và hóa chất thì chi tiết lại dễ bị oxy hóa, môi trường làm nguội trong dầu và không khí thì chi tiết lại không đảm bảo độ cứng yêu cầu của chi tiết khi làm việc hay nói cách khác là độ cứng của chi tiết sau khi tôi còn nhỏ hơn độ cứng của chi tiết lúc ban đầu.

Từ biểu đồ trên có thể khẳng định được môi trường tôi của thép C45 trong ngành công nghiệp đối với các chi tiết công kênh, đơn giản ta nên chọn môi trường tôi là môi trường nước. Vì đây là môi trường rất dễ sử dụng, không đòi hỏi nhân công cần có tay nghề cao, hơn nữa lại không gây ra độc hại đối với sức khỏe của người lao động, giá thành sản phẩm sau gia công rẻ. Đây là yếu tố đặc biệt khi chọn môi trường làm nguội đối với mỗi một chi tiết.

3. Kết luận

- Xác định được mối quan hệ giữa các nhiệt độ tôi với môi trường làm nguội của quá trình nhiệt luyện để khẳng định các yếu tố quyết định đến chất lượng của sản phẩm (độ cứng, độ mài mòn, chuyển biến tổ chức, ứng suất, biến dạng...) từ đó lựa chọn được môi trường làm nguội và nhiệt độ nung phù hợp nhất cho thép C45.

- Xây dựng được biểu đồ thể hiện mối quan hệ giữa độ cứng của vật liệu và tốc độ nung làm cơ sở cho việc lựa chọn các thông số nhiệt luyện sản phẩm phù hợp với yêu cầu sử dụng.