

NGHIÊN CỨU QUÁ TRÌNH KẾT TINH DẠNG NHÁNH CÂY

I. MỤC ĐÍCH YÊU CẦU:

- Sinh viên phải hiểu được quá trình kết tinh từ lỏng sang rắn, quá trình tạo mầm và phát triển mầm.
- Sự phát triển của tinh thể hình nhánh cây.

II. VẬT TƯ THIẾT BỊ VÀ HOÁ CHẤT:

Quá trình kết tinh của hầu hết kim loại và hợp kim đều xảy ra ở nhiệt độ khá cao và thời gian rất ngắn. Do vậy, chúng ta không thể quan sát trực tiếp quá trình kết tinh dạng nhánh cây của chúng. Trong thí nghiệm này, chúng ta dùng các hoá chất có quá trình kết tinh dạng nhánh cây ở nhiệt độ thường để nghiên cứu. Đó là các dung dịch quá bão hoà NH_4Cl , CuSO_4 và $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$.

Thiết bị vật tư thường dùng gồm có:

- Kính hiển vi sinh vật: Loại này cho ánh sáng xuyên qua mẫu quan sát.
- Dung dịch nghiên cứu: NH_4Cl quá bão hoà trong nước, loại dung dịch này cho dạng nhánh cây rõ và đẹp.
- Tấm kính nhỏ (lam kính, lamel): Để chứa giọt dung dịch nghiên cứu.
- Bếp điện: Để sấy cho dung dịch mau khô.
- Đũa thuỷ tinh: Lấy dung dịch và dàn mỏng lên tấm kính nhỏ
- Khăn lau: Để lau sạch tấm kính sau mỗi lần quan sát xong.

III. TRÌNH TỰ THÍ NGHIỆM:

1. Điều chỉnh tiêu cự kính hiển vi: Theo sự hướng dẫn của cán bộ thí nghiệm. Đưa mẫu vào bàn vật và hạ vật kính xuống từ từ cho đến khi nhìn thật rõ mẫu. Chú ý không được để vật kính chạm vào giọt dung dịch vì sẽ bị hỏng.
2. Dùng khăn lau sạch tấm kính nhỏ. Lấy giọt dung dịch nhỏ vào tấm kính và dàn mỏng ra cho mau khô.
3. Hơ tấm kính lên bếp điện cho đến khi rìa mép giọt dung dịch mờ đục thì nhanh chóng đặt vào kính hiển vi để quan sát quá trình tạo thành nhánh cây.
4. Vẽ lại nhánh cây đã quan sát.

IV. PHẦN THỰC HÀNH TẠI PHÒNG THÍ NGHIỆM:

- Mỗi sinh viên nhận một tấm kính nhỏ. Mỗi nhóm sử dụng một kính hiển vi.
- Thực hiện quá trình tạo thành các nhánh cây như đã hướng dẫn.
- Quan sát trên kính hiển vi quá trình kết tinh của nhánh cây. Mỗi sinh viên thực hiện ít nhất 8 lần.
- Làm báo cáo thí nghiệm theo nội dung sau:
 - + Mục đích yêu cầu và tóm tắt phần lý thuyết cần dùng cho thí nghiệm.
 - + Vẽ quá trình tạo thành nhánh cây và vẽ một số nhánh cây điển hình nhất.
 - + Giải thích tất cả các hiện tượng quan sát được bằng kiến thức đã học.

LÀM MẪU ĐỂ NGHIÊN CỨU TỔ CHỨC TẾ VI

I. MỤC ĐÍCH VÀ YÊU CẦU:

Sau khi thực hành bài thí nghiệm này sinh viên cần nắm được các vấn đề sau đây:

- Biết cách làm mẫu để nghiên cứu tổ chức tế vi bằng kính hiển vi kim loại học. Nắm được các bước thực hành: Chọn mẫu, cắt và mài mẫu (trên đá mài và giấy nhám các cỡ), đánh bóng, tẩm thực, rửa và sấy mẫu.
- Hiểu rõ tầm quan trọng của quá trình làm mẫu và ảnh hưởng của nó đến kết quả nghiên cứu.
- Nắm được các thiết bị, vật tư và hoá chất dùng cho việc làm mẫu cũng như tác dụng của chúng.

II. VẬT TƯ, THIẾT BỊ VÀ HOÁ CHẤT DÙNG CHO THÍ NGHIỆM:

- Mẫu thép cần nghiên cứu
- Một bộ giấy nhám để mài
- Tấm kính phẳng để kê giấy nhám.
- Máy mài bóng kim loại (có đá mài và bột mài) hay máy đánh bóng điện phân.
- Dung dịch tẩm thực (với thép, gang dùng 4-5 % HNO_3 trong cồn)
- Bông thấm nước, giấy thấm.
- Đèn sấy hay máy sấy mẫu.
- Kính hiển vi kim loại học.

III. TRÌNH TỰ THÍ NGHIỆM:

1. CHỌN MẪU:

Đây là khâu quan trọng nhất vì mẫu được chọn phải điển hình cho loại vật liệu cần nghiên cứu. Khi cắt mẫu cần làm nguội thật tốt để tránh sự thay đổi tổ chức. Kích thước thông dụng nhất của mẫu là: $\phi 12 \times 10$ mm hay $12 \times 12 \times 10$ mm, với những trường hợp cụ thể mẫu sẽ có kích thước theo thực tế. Với mẫu có kích thước quá nhỏ bé phải dùng gá kẹp hay đồ khuôn (nhựa, hợp kim chì thiếc..v.v.) để dễ cầm khi mài.

Tại phòng thí nghiệm việc chọn mẫu do cán bộ thí nghiệm thực hiện.

2. MÀI THÔ:

Quá trình này tiến hành trên giấy nhám từ cỡ hạt thô nhất cho đến mịn nhất. Với tiêu chuẩn Việt nam, giấy nhám từ thô đến mịn có các số thứ tự như sau: 3, 2, 1, 0 và 00. Giấy nhám được đặt lên tấm kính phẳng để tạo mặt phẳng khi mài. Khi mài mẫu phải ăn đều trên giấy nhám, bề mặt mẫu phải luôn song song với giấy nhám. Trong quá trình mài chỉ cho phép mẫu tiếp xúc với giấy nhám theo một chiều nhất định để tránh bị vệt mẫu. Ấn mẫu nhẹ và đều tay để tránh vết xước quá sâu khó tẩy sạch ở lượt mài sau. Nếu mặt mẫu đã phẳng, các vết xước song song nhau và tương đối đều thì chuyển sang mài ở giấy nhám mịn hơn. Khi chuyển sang giấy nhám mới thì xoay mẫu đi 90° để cho các vết xước mới vuông góc với các vết xước cũ. Tiếp tục mài hết các vết xước cũ cho đến khi mặt mẫu phẳng, các

vết xước mới mịn hơn, song song theo một hướng thì chuyển qua tờ giấy nhám mới. Quá trình cứ tiếp tục như vậy cho đến tờ giấy nhám cuối cùng.

Mài thô đạt yêu cầu khi: Các vết xước trên mẫu phải rất mịn, đều đặn và song song nhau, mặt mẫu thật phẳng và vuông góc với trục mẫu (trường hợp mẫu hình trụ). Lúc này ta chuyển qua mài bóng, trước khi mài bóng dùng bông rửa sạch mẫu bằng nước.

3. ĐÁNH BÓNG:

Trong thực tế có thể dùng nhiều phương pháp đánh bóng khác nhau: Đánh bóng cơ học, đánh bóng cơ hoá học và đánh bóng điện phân. Thường sử dụng đánh bóng cơ học và đánh bóng điện phân.

a. Đánh bóng cơ học:

Được tiến hành trên máy đánh bóng. Máy đánh bóng gồm có một đĩa mài được bọc một lớp dạ hay vải bông mịn và được quay bởi động cơ điện. Để tăng cường quá trình đánh bóng, miếng dạ luôn được tẩm ướt bằng dung dịch mài (dung dịch Al_2O_3 hay Cr_2O_3). Thường dùng Al_2O_3 vì có màu trắng, sạch sẽ.

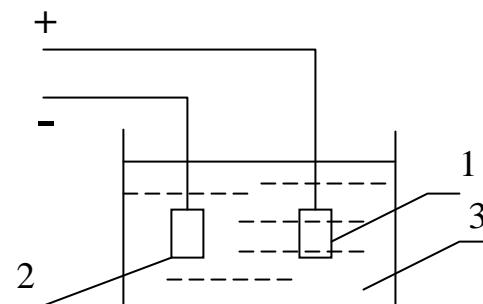
Nếu đánh bóng không có cơ cấu tự động giữ mẫu thì phải mài bằng tay. Cầm chắc mẫu và ấn nhẹ lên đĩa mài sao cho các vết xước của mẫu đều hướng về tâm của đĩa. Thường xuyên cho dung dịch mài vào lớp dạ để mài nhanh hơn và mẫu không bị nóng lên. Quá trình đánh bóng tiến hành cho đến khi không còn vết xước nào trên mặt mẫu nữa. Không nên mài bóng quá lâu vì sẽ làm bong các thành phần tổ chức như: graphít, cacbít, tạp chất phi kim loại v.v... Đánh bóng đạt yêu cầu khi: mặt mẫu sáng như gương và không còn vết xước. Rửa sạch mẫu bằng nước và cồn, sấy khô để chuẩn bị tẩm thực.

b. Đánh bóng điện phân:

Phương pháp đánh bóng điện phân hiện nay được sử dụng khá rộng rãi. Nó có ưu điểm hơn đánh bóng cơ học là: Thời gian ngắn hơn và không làm thay đổi tổ chức ở bề mặt mẫu. Sơ đồ đánh bóng điện phân như sau:

Hình 1:

1. Mẫu đánh bóng
2. Điện cực âm
3. Dung dịch điện phân



Mẫu đánh bóng được nối với cực dương của nguồn điện một chiều và nhúng trong dung dịch điện phân. Cực âm là kẽm hay niken nằm cách mẫu một khoảng nhất định. Với mật độ dòng điện đủ lớn đối với từng kim loại và hợp kim nhất định, thì phần nhấp nhô của mẫu sẽ bị hoà tan, do vậy bề mặt của mẫu sẽ phẳng và bóng. Một số chế độ đánh bóng điện phân thông dụng tra ở bảng cuối bài.

Sau khi đánh bóng điện phân phải dùng bông thấm nước rửa sạch mẫu bằng nước và cồn, sấy khô để tẩm thực.

4. TẨM THỰC:

Sau khi đánh bóng đưa mẫu lên kính hiển vi kim loại học quan sát ta chỉ thấy một nền sáng đều vì mặt mẫu phẳng phản xạ ánh sáng như nhau. Trường hợp này chỉ dùng để nghiên cứu tạp chất phi kim loại, graphít và chì trong kim loại hay vài loại pha khác.

Muốn nghiên cứu nền kim loại (tổ chức tế vi) phải tẩm thực mẫu. Tẩm thực là quá trình ăn mòn bề mặt mẫu bằng các dung dịch hoá học thích hợp gọi là dung dịch tẩm thực. Có thể nhúng bề mặt mẫu vào dung dịch tẩm thực hay dùng đĩa thuỷ tinh quán bóng lấy dung dịch bôi lên bề mặt mẫu. Thời gian tẩm thực phụ thuộc tổ chức và trạng thái của mẫu nghiên cứu. Với thép và gang ở trạng thái cân bằng thời gian tẩm thực từ 10-15 giây. Thông thường thời gian tẩm thực xác định theo kinh nghiệm, khi thấy bề mặt mẫu từ nền sáng bóng chuyển sang mờ đục là được. Khi tẩm thực các pha trong hợp kim bị ăn mòn với các tốc độ khác nhau, nên tạo thành các nhấp nhô rất nhỏ trên bề mặt mẫu. Vì vậy khi đưa lên kính hiển vi do sự phản xạ ánh sáng khác nhau trên bề mặt mẫu ta thấy được tổ chức cần nghiên cứu.

Khi tẩm thực có thể xảy ra hai trường hợp:

- *Tẩm thực quá non*: Mặt mẫu chưa hiện rõ các tổ chức do thời gian tẩm thực quá ngắn. Cần đánh bóng và tẩm thực lại với thời gian đủ.

- *Tẩm thực quá già*: Bề mặt mẫu đen xạm, không thấy rõ tổ chức, do thời gian tẩm thực quá dài. Cần đánh bóng và tẩm thực lại với thời gian vừa đủ.

Sau khi tẩm thực xong rửa mẫu bằng nước sạch và bằng cồn. Sau đó sấy khô bằng đèn sấy hay máy sấy. Các dung dịch tẩm thực cho ở bảng cuối bài.

IV. PHẦN THỰC HÀNH TẠI PHÒNG THÍ NGHIỆM:

- Mỗi sinh viên được nhận một mẫu thép ở trạng thái cân bằng (thường là thép trước cùng tích), một bộ giấy nhám với các cỡ hạt khác nhau, một tấm kính phẳng.

- Thực hành các quá trình: Mài thô, đánh bóng, tẩm thực, quan sát trên kính hiển vi, vẽ lại tổ chức quan sát.

- Đánh giá kết quả tại phòng thí nghiệm bằng cách: Kiểm tra mẫu của sinh viên trên kính hiển vi. Mẫu đạt yêu cầu là không có vết xước (hoặc vết xước rất ít), tổ chức sáng và rõ ràng.

- Mẫu không đạt yêu cầu phải đánh bóng và tẩm thực lại cho đến khi đạt yêu cầu nói trên.

CÁC DUNG DỊCH TẨM THỰC THÔNG DỤNG:

Thành phần dung dịch	Công dụng	Ghi chú
* 4% axit HNO ₃ trong cồn	Gang, thép cacbon	Tất cả đều sử dụng sau khi pha 24 giờ
* 4% axit picric trong cồn	Như trên	
* Dung dịch picrat natri	Phân biệt ferit với xêmentit	
* 20cm ³ HCl đậm đặc + 5g CuSO ₄ + 20cm ³ H ₂ O	Thép bền nóng	
* Dung dịch 3 phần HCl và một phần HNO ₃	Thép không rỉ	
* Dung dịch 0,5% HF trong nước	Hợp kim nhôm	
* 1% HF + 2,5% HNO ₃ + 1,5% HCl + 95% H ₂ O	Hợp kim nhôm	
* 3% FeCl ₃ trong dung dịch 10% HCl	Hợp kim đồng	
* 2-4% HNO ₃ trong cồn	Babít và hợp kim magiê	

MỘT SỐ CHẾ ĐỘ ĐÁNH BÓNG ĐIỆN PHÂN THÔNG DỤNG:

Số	Kim loại	Thành phần dung dịch điện phân	Chế độ điện phân			
			Mật độ dòng điện [A/dm ²]	Điện áp [V]	Nhiệt độ [°C]	Thời gian [phút]
1	Tất cả kim loại đen	800cm ³ axit octophotphoric (1,54) 100cm ³ H ₂ SO ₄ (1,84) 100g anhydric crôm 100cm ³ H ₂ O	30 - 40	1,1 - 1,8	75 - 95	7 - 12
2	Đồng	H ₃ PO ₄ (1,48)	2,5 - 3	1,1 - 1,8	15 - 18	10 - 20
		H ₃ PO ₄ (1,55)	1,75-2,3	1,1 - 1,8	15 - 18	10 - 20
3	Brông một pha (α)	H ₃ PO ₄ (1,48)	3 - 6,5	1,2 - 1,8	15 - 18	10 - 15
		H ₃ PO ₄ (1,55)	2,5 - 3	1,3 - 1,9	15 - 18	10 - 18
4	Brông hai pha (α + β)	H ₃ PO ₄ (1,48)	5	1,4 - 1,6	15 - 18	10
		H ₃ PO ₄ (1,55)		1,3 - 1,7	15 - 18	10
5	Nhôm 10% Al	H ₃ PO ₄ (1,55)	4,5	1,6	15 - 18	5
6	Brông thiếc 10% Sn	H ₃ PO ₄ (1,55)	4,5	1,6	15 - 18	2
7	Thiếc	805cm ³ CH ₃ COOH 98% + 194cm ³ HClO ₄ (1,51)	9 - 15	25 - 40	20 - 30	10
8	Nhôm	785mm ³ Cu ₂ CO ₃ + 215cm ³ HClO ₄ (1,48)	3 - 5	5 - 100	45 - 50	15

KÍNH HIỂN VI KIM LOẠI HỌC

I. MỤC ĐÍCH VÀ YÊU CẦU:

- Sinh viên phải nắm được nguyên lý làm việc, cấu tạo của kính hiển vi kim loại học và phân biệt được với kính hiển vi sinh vật.
- Có thể xử dụng được kính hiển vi để quan sát và chụp ảnh tổ chức kim loại và hợp kim.
- Nắm được phương pháp lau chùi và bảo quản kính hiển vi.

II. LÝ THUYẾT VỀ KÍNH HIỂN VI:

Kính hiển vi là công cụ chủ yếu để nghiên cứu kim loại và hợp kim. Do vậy, việc hiểu rõ nguyên lý làm việc và sử dụng kính hiển vi là yêu cầu cần thiết đối với các nhà vật liệu học. Kính hiển vi có thể phân chia thành hai nhóm lớn: Kính hiển vi sinh vật (làm việc với ánh sáng xuyên thấu qua mẫu) và kính hiển vi kim loại học hay kính hiển vi khoáng vật (làm việc với ánh sáng phản chiếu trên bề mặt mẫu).

1. ĐỘ PHÓNG ĐẠI:

Độ phóng đại của kính hiển vi là tích số độ phóng đại của vật kính và thị kính. Nếu ký hiệu L_k là độ phóng đại của kính hiển vi, L_v là độ phóng đại của vật kính và L_t là độ phóng đại của thị kính, ta có:

$$L_k = L_v \cdot L_t$$

Trong kính hiển vi MIM - 7 và MIM - 8M của Nga thì vật kính không ghi độ phóng đại mà ghi tiêu cự (F) và khẩu số (A). Muốn chọn độ phóng đại ta phải tra bảng. Còn lại đa số các kính hiển vi đều ghi độ phóng đại trên vật kính và thị kính. Tuy nhiên, ta vẫn có thể tính độ phóng đại của vật kính theo khẩu số. Theo kinh nghiệm, giới hạn dưới của độ phóng đại là 500A và giới hạn trên là 1000A. Ví dụ với vật kính có $A = 0,30$ thì khả năng quan sát tốt của nó khi độ phóng đại từ 150 lần đến 300 lần. Trên cơ sở đó chọn thị kính cho phù hợp với độ phóng đại trên.

2. KHẢ NĂNG PHÂN LY VÀ KHẨU SỐ:

Khả năng phân ly của kính hiển vi là khả năng phân biệt rõ hai ảnh của hai điểm gần nhau trên mẫu quan sát. Đây là đặc tính quan trọng của vật kính. Miệng vật kính chính là đáy của chùm tia sáng hình nón có đỉnh xuất phát từ một điểm trên bề mặt mẫu quan sát. Nếu vật kính có thể nhận được chùm tia sáng hình nón rộng (nghĩa là vật kính có khẩu số lớn) tức là khả năng phân ly của nó cũng càng lớn. Xác định khả năng phân ly theo công thức:

$$d = \frac{\lambda}{n \cdot \sin \alpha} = \frac{\lambda}{A}$$

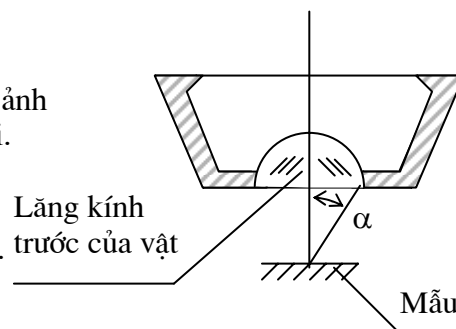
d: Khoảng cách ngắn nhất giữa hai điểm mà ảnh của nó có thể phân biệt được ở kính hiển vi.

λ : Chiều dài bước sóng.

n: Hệ số khúc xạ (chiết suất)

α : Nửa góc mở của chùm ánh sáng hình nón.

A: Khẩu số của vật kính.



Nếu dùng ánh sáng chiếu xiên trên mặt mẫu, có thể tăng khả năng phân ly lên hai lần (tức là d giảm đi hai lần) và $d = \lambda/2A$.

Từ công thức trên đây ta thấy:

- Bước sóng càng ngắn thì khả năng phân ly càng lớn (d càng nhỏ).
- Hệ số khúc xạ càng lớn, khả năng phân ly càng lớn (trong thực tế sử dụng vật kính dầu để làm tăng hệ số khúc xạ).
- Góc mở α càng lớn thì khả năng phân ly càng lớn. Trong thực tế góc mở $2\alpha < 140^\circ$ nên $\alpha_{\max} = 70^\circ$ và $\sin\alpha = 0,94$. Vậy A_{\max} với vật kính khô là $n \cdot \sin\alpha = 1,0,94 = 0,94$. Với vật kính dầu là: $1,51 \cdot 0,94 = 1,42$.

3. MỘT SỐ KHUYẾT TẬT CỦA THẤU KÍNH TRONG KÍNH HIỂN VI:

Để tăng cường khả năng phân ly của kính hiển vi, ngoài việc tính toán chính xác, cần phải loại trừ các khuyết tật của thấu kính quang học. Các khuyết tật chính của thấu kính là *cầu sai* và *sắc sai*.

a. Cầu sai:

Là hiện tượng khúc xạ khác nhau của những chùm ánh sáng đi qua giữa thấu kính và rìa thấu kính. Hiện tượng cầu sai làm cho ảnh quan sát không được nét. Các biện pháp khắc phục:

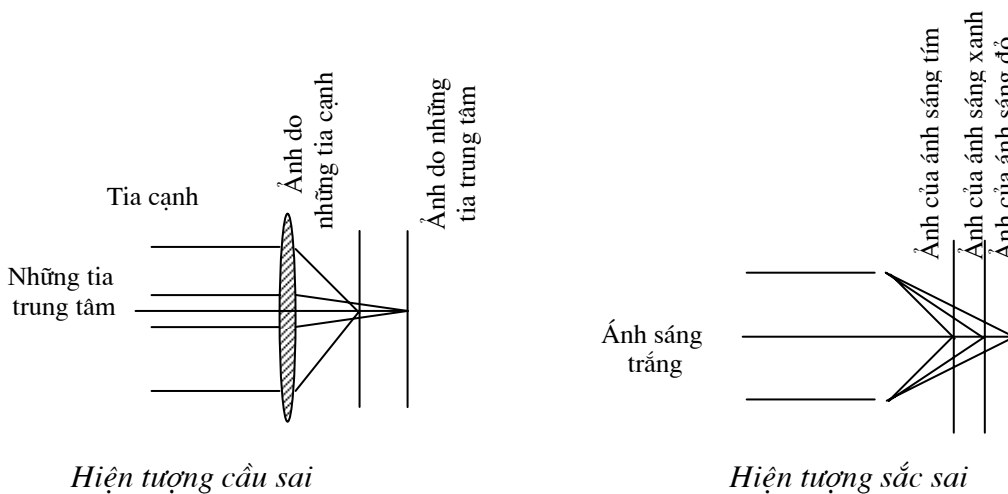
Dùng màn chắn để chỉ cho những chùm tia sáng giữa đi qua thấu kính. Nhưng màn chắn sẽ làm giảm độ sáng của ảnh quan sát.

Dùng vật kính phức tạp gồm thấu kính hội tụ và phân kỳ ghép vào nhau. Hiện tượng cầu sai của chúng là ngược nhau nên sẽ triệt tiêu nhau.

b. Sắc sai:

Là hiện tượng khúc xạ khác nhau của các ánh sáng có bước sóng khác nhau, ánh sáng tím khúc xạ mạnh nhất, ánh sáng đỏ khúc xạ yếu nhất. Do hiện tượng sắc sai nên ảnh không phải là một điểm mà là một vòng. Khắc phục hiện tượng này bằng cách phối hợp các thấu kính.

Tuy nhiên các khuyết tật trong tất cả các loại thấu kính chỉ được khắc phục hoàn toàn khi dùng vật kính apocromat với thị kính bù trừ.



III. CẤU TẠO CỦA KÍNH HIỂN VI:

Các loại kính hiển vi quang học nói chung có bốn bộ phận chính sau đây:

- * Hệ thống vật kính và thị kính
- * Hệ thống chiếu sáng
- * Hệ thống cơ khí
- * Bộ phận chụp ảnh

1. HỆ THỐNG VẬT KÍNH VÀ THỊ KÍNH:

a. Vật kính:

Các đặc tính quan trọng của kính hiển vi là độ phóng đại và chất lượng ảnh quan sát. Hai đặc tính này phụ thuộc vào khẩu số và khả năng khắc phục khuyết tật quang học của vật kính.

Vật kính được phân chia theo hai cách sau:

* Theo khả năng phân ly và độ phóng đại của vật kính. Chúng gồm ba loại:

+ Vật kính có khẩu số nhỏ: $A > 0,3$

Tiêu cự của nó: 2-4mm.

+ Vật kính có khẩu số trung bình: $0,3 < A < 0,8$

Tiêu cự của nó: 9-18mm.

+ Vật kính có khẩu số lớn: $A > 0,95$.

Tiêu cự của nó: 60 - 95mm.

Vật kính dầu có khẩu số $A > 0,95$.

Trên vật kính thường ghi tiêu cự F và khẩu số A hoặc độ phóng đại và khẩu số A .

* Theo chất lượng khắc phục quang sai và chất lượng ảnh: Hiện tại các vật kính sản xuất ra đã loại bỏ hiện tượng cầu sai nên chúng chỉ khác nhau ở mức độ sắc sai. Theo khả năng này chia ra làm hai loại:

+ *Vật kính acromat*: Khắc phục được hiện tượng cầu sai với ánh sáng vàng sáng là loại ánh sáng thông dụng khi quan sát. Còn sắc sai với hai vùng vàng sáng và đỏ. Vật kính acromat nên dùng với ánh sáng vàng sáng để tăng chất lượng quan sát các chi tiết nhỏ của tổ chức. Với ánh sáng phân cực cũng nên dùng loại vật kính này.

+ *Vật kính apocromat*: Loại này có chất lượng cao hơn, đã khắc phục được sắc sai với vùng trông thấy của phổ ánh sáng (ánh sáng xanh, đỏ, tím đến khúc xạ tại mọi điểm). Với ánh sáng xanh lá cây, xanh lơ và tím thường dùng khi chụp ảnh đã khắc phục hiện tượng cầu sai.

Vật kính acromat dùng khi quan sát là tốt nhất, nhưng khi chụp ảnh thì dùng vật kính apocromat. Vật kính này cho ảnh nét và rõ khi quan sát các tổ chức có màu sắc (ví dụ trong kim tương màu).

Ngày nay với các loại vật kính mới không cần phải thay đổi màu sắc khi chụp ảnh và quan sát mà chỉ dùng ánh sáng đèn bình thường.

b. Thị kính:

Cũng được đặc trưng bởi độ phóng đại và mức độ khắc phục quang sai. Độ phóng đại ghi ngay trên vỏ thị kính. Độ phóng đại của thị kính từ 3 đến 20 lần và tiêu cự từ 80 - 120mm. Theo mức độ khắc phục quang sai chia làm ba loại:

+ Thị kính đơn giản (Thị kính Houghens)

+ Thị kính bổ chính (Ký hiệu thêm chữ K trên vỏ)

+ Thị kính chụp ảnh (Goman)

Thị kính đơn giản có độ phóng đại 4, 7, 10 và 15 lần. Thường dùng với vật kính acromat để quan sát. Thị kính bổ chính có độ phóng đại 3, 5, 15 và 20 lần, thường dùng

với vật kính apocromat. Nó cũng có thể dùng với vật kính acromat khi độ phóng đại trung bình và lớn.

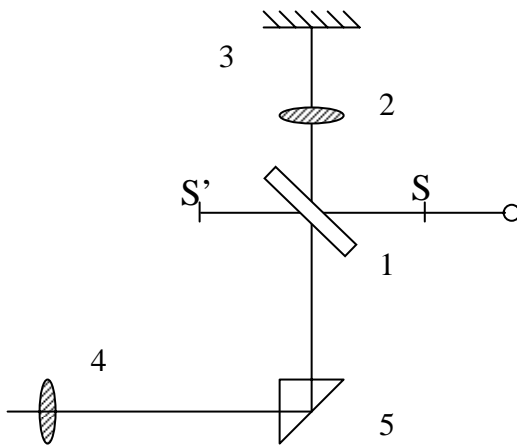
2. HỆ THỐNG CHIẾU SÁNG:

Trong kính hiển vi kim loại học dùng hai phương pháp: Chiếu sáng nhờ tấm kính phẳng và chiếu sáng bằng thấu kính để quan sát mẫu.

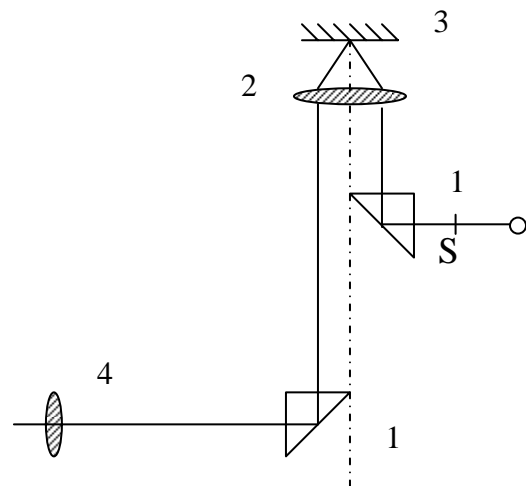
a. Chiếu sáng nhờ tấm kính phẳng:

Tấm kính phẳng đặt nghiêng với mặt mẫu quan sát một góc 45° .

Chùm tia sáng S rơi vào tấm kính phẳng 1, một phần xuyên qua nó, còn một phần phản xạ đi qua vật kính 2 và đến mặt mẫu quan sát. Sau đó ánh sáng phản xạ từ mặt mẫu lại đi qua lăng kính 5 và tới thị kính 4. Trong phương pháp này toàn bộ khoảng mở của vật kính đều tận dụng được, nhưng không phải toàn ánh sáng được dùng để chiếu sáng nên ảnh hưởng đến cường độ chiếu sáng mặt mẫu. Phương pháp chiếu sáng này thường dùng khi quan sát tổ chức.



Sơ đồ chiếu sáng nhờ tấm kính phẳng



Sơ đồ chiếu sáng bằng thấu kính.

b. Chiếu sáng bằng thấu kính:

Trường hợp này chỉ dùng một nửa khoảng mở của vật kính để chiếu sáng, còn một nửa dùng để tạo ảnh. Với phương pháp này ảnh sẽ có bóng nên dùng để phát hiện các nhấp nhô trên bề mặt mẫu.

Mỗi phương pháp chiếu sáng trên đều có ưu nhược điểm nhất định. Vì vậy, trong kính hiển vi kim loại học đã dùng cả hai phương pháp chiếu sáng này gắn liền trong một vỏ. Tùy trường hợp cụ thể sử dụng cho hợp lý.

Ngoài ra, còn dùng phương pháp chiếu sáng bằng tụ quang kim loại parabol khi quan sát trong nhãn trường tối.

Nguồn sáng của kính hiển vi kim loại học thường dùng là loại bóng đèn công suất cao, có cấu trúc dây tóc đặc biệt. Trong một số trường hợp còn dùng đèn thủy ngân hay ánh sáng hồ quang.

Trong hệ thống chiếu sáng của một số loại kính hiển vi còn lắp thêm bộ phận lọc ánh sáng (như MIM - 7, MIM - 8M của Nga). Tác dụng của bộ lọc ánh sáng là để điều chỉnh và kiểm tra cường độ ánh sáng tạo điều kiện tốt nhất cho kính hiển vi kim loại học làm việc và phát hiện những thành phần tổ chức khác nhau. Thường sử dụng hai loại lọc sáng:

+ *Lọc sáng trung tính*: Không làm thay đổi các đặc tính của ánh sáng mà chỉ làm giảm cường độ hay thay đổi sự phân bố cường độ ánh sáng.

+ *Lọc sáng màu*: Có tính chất chọn hay hấp thụ những ánh sáng có bước sóng xác định.

Các vật kính apocromat có thể không dùng lọc sáng mà vẫn tạo ảnh tốt. Tuy vậy trong điều kiện cho phép nên dùng lọc màu để thay đổi độ tương phản khi quan sát và chụp ảnh.

3. HỆ THỐNG CƠ KHÍ:

Hệ thống này gồm các kết cấu bằng kim loại hay nhựa lắp ghép trên kính hiển vi kim loại học. Nó gồm mấy bộ phận chính: Đế kính hiển vi, bàn mẫu và cơ cấu điều chỉnh.

a. Đế kính hiển vi:

Thông thường đế kính hiển vi có 3 hay 4 điểm tựa để cho kính đứng vững không bị rung khi quan sát và nhất là khi chụp ảnh. Một số loại kính cũng có đế mà điểm tựa là các mặt phẳng (MIM-7, DRU-3 và Olympus).

b. Bàn mẫu:

Bàn mẫu là nơi đặt vật quan sát. Thông thường bàn mẫu nằm phía trên kính hiển vi vì mẫu có kích thước và hình dáng bất kỳ. Trên bàn mẫu có cơ cấu di chuyển mẫu theo hai phương vuông góc nhau để có thể quan sát toàn bộ tiết diện mẫu. Bàn mẫu còn có các mặt bích với các lỗ trống đường kính khác nhau để thay đổi diện tích mẫu được chiếu sáng. Trên bàn mẫu còn có các thanh kẹp để giữ chắc mẫu khi quan sát.

c. Cơ cấu điều chỉnh:

Gồm hai cơ cấu chính: Điều chỉnh thô đại và điều chỉnh tinh (vi chỉnh).

+ *Núm điều chỉnh thô*: Dùng để đưa bàn mẫu lên xuống nhanh chóng. Sau khi điều chỉnh thô phải khóa kính lại rồi mới điều chỉnh tinh. Với các loại kính hiển vi có cơ cấu tự hãm sẽ không có khóa.

+ *Núm điều chỉnh tinh*: Khi không cần thiết điều chỉnh nhiều ta dùng điều chỉnh tinh. Cần chú ý là núm điều chỉnh tinh không được vặn nhiều vòng. Nếu cần điều chỉnh nhiều thì phải dùng núm chỉnh thô sau đó mới điều chỉnh tinh.

Ngoài ra, còn có các cơ cấu điều chỉnh đèn, hệ thống chiếu sáng, vật kính chụp ảnh v.v... để giúp cho hoạt động của kính hiển vi được tốt.

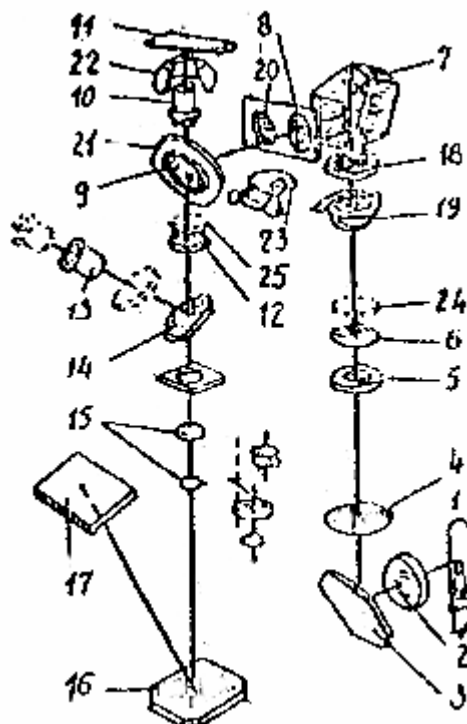
4. BỘ PHẬN CHỤP ẢNH:

Với kính hiển vi MIM-7, MIM-8M, Olympus, bộ phận này gắn liền trên kính. Chỉ cần lắp thêm hộp đựng phim là chụp ảnh được. Một số loại kính khác khi cần chụp ảnh phải lắp máy ảnh trực tiếp trên ống lắp thị kính quan sát. Thị kính chụp ảnh và các lăng kính cần thiết được lắp ngay trong kính hiển vi.

Dưới đây chúng tôi giới thiệu sơ đồ quang học, cấu tạo và hình dáng của kính hiển vi kim loại học MIM-7. Các loại kính hiển vi khác: MIM-8M, DRU-3, D-4750 và Olympus... về nguyên tắc chung cũng tương tự.

1. Nguồn sáng
2. Kính hội tụ
3. Gương
4. Thấu kính
5. Màn chắn khẩu độ
6. Thấu kính
7. Lăng kính
8. Thấu kính
9. Tấm phản chiếu
10. Vật kính
11. Vật quan sát
12. Thấu kính acromat
13. Thị kính
14. Gương
15. Thị kính chụp ảnh
16. Gương
17. Kính ảnh (phim)
18. Màn chắn trường quan sát
19. Tấm chắn ánh sáng
20. Thấu kính
21. Gương vòng
22. Gương parabol
23. Màn chắn (đóng khi quan sát ở trường tối)
(Từ 26 đến 44 xem hình vẽ trang ở tiếp theo)
24. Bộ phận phân cực
25. Bộ phận phân tích
26. Đế kính hiển vi
27. Đế hay vỏ chụp ảnh
28. Buồng chụp ảnh
29. Đèn chiếu sáng
30. Vít điều chỉnh đèn
31. Bộ lọc ánh sáng (kính màu)
32. Bộ phận thay đổi thị kính chụp ảnh
33. Núm xe dịch và quay màn chắn 5
34. Ốc hãm chi tiết 33
35. Vỏ kính hiển vi
36. Bàn mẫu
37. Núm điều chỉnh thô để di chuyển bàn mẫu theo hướng thẳng đứng
38. Chốt hãm núm điều chỉnh thô
39. Ống thị kính
40. Núm điều chỉnh tinh
41. Ống chiếu sáng
42. Tay quay màn chắn trường quan sát
43. Vít chỉnh tâm
44. Vít để xe dịch bàn mẫu theo hai phương vuông góc nhau

Sơ đồ quang học của kính hiển vi MIM - 7



IV. BẢO QUẢN VÀ LAU CHÙI KÍNH HIỂN VI:

1. BẢO QUẢN:

Kính hiển vi là dụng cụ quang học phức tạp, nên phải để ở phòng sạch, ít bụi, ít rung động và có điều hòa nhiệt độ. Điều kiện tốt nhất để bảo quản kính là nhiệt độ từ 20-25°C, độ ẩm từ 70-75%. Kính hiển vi phải để trong các tủ thủy tinh, chụp thủy tinh hay đậy bằng vải sạch (thường là vải đen) để chống bụi. Trong các tủ đựng kính cần có chất hút ẩm. Sau khi sử dụng, cần phải tháo rời thị kính và vật kính ra, cho vào hộp riêng đậy kín lại để tránh bụi. Vận hành kính nhẹ nhàng và thận trọng. Mỗi lần sử dụng xong phải lau chùi ngay. Trước khi sử dụng kính cần rửa sạch tay và lau khô.

2. LAU CHÙI:

a. Phần cơ khí:

Dùng giẻ mềm và sạch để lau. Nếu có các vết bẩn khó lau, dùng giẻ thấm benzen hay ête để tẩy sạch. Sau đó chùi lại bằng khăn khô. Khi dầu mỡ ở các mặt trượt bị khô rít cần dùng benzen hay ête lau sạch dầu mỡ cũ, rồi bôi lên một lớp thật mỏng dầu mỡ mới (sử dụng loại chuyên dùng cho kính hiển vi).

b. Phần quang học:

Tuyệt đối không được sờ vào mặt các thấu kính. Dụng cụ lau chùi (giẻ, chổi lông, bàn chải...) phải để riêng không được có bụi hay dầu mỡ. Dùng bơm cao su thổi bụi phân quang học, không được thổi bằng mồm. Dùng bông non, mềm và mịn để lau các bộ phận quang học. Để tẩy mốc dùng que nhọn cuốn bông nhúng vào benzen hay ête rồi lau. Sau đó dùng khăn bông khô lau sạch.

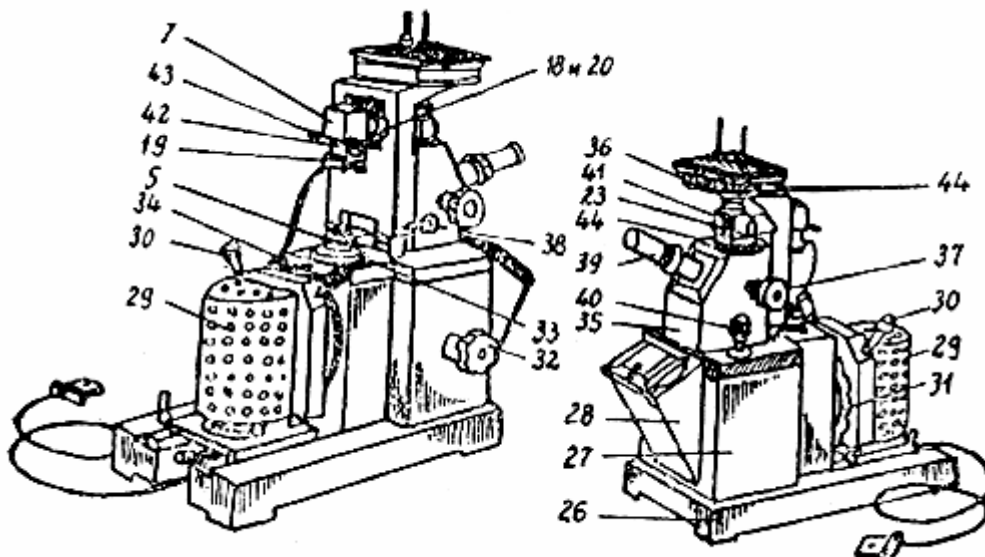
Việc tháo lắp các thấu kính chỉ được tiến hành với các chuyên gia ngành quang học.

V. PHÂN THỰC HÀNH TẠI PHÒNG THÍ NGHIỆM:

Sinh viên nghe giới thiệu cấu tạo của kính hiển vi kim loại học và kính hiển vi sinh vật. Nghe giới thiệu các thao tác quan sát, chụp ảnh và các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng ảnh.

Thực hành sử dụng kính hiển vi kim loại học MIM-7 (hay Olympus) và kính hiển vi DRU-3.

Hình dáng chung của kính hiển vi MIM-7



XÁC ĐỊNH ĐỘ CỨNG CỦA KIM LOẠI VÀ HỢP KIM

I. MỤC ĐÍCH VÀ YÊU CẦU:

- Hiểu rõ được nguyên lý của các phương pháp đo độ cứng Brinen, Rôcven, Vicke, tế vi Knoop và các phương pháp gần đúng: Poldi, Sor và dũa mẫu.
- Biết cách sử dụng các máy đo độ cứng Brinen, Rôcven và các dụng cụ đo gần đúng.

II. CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐO ĐỘ CỨNG:

1. KHÁI NIỆM:

Độ cứng là khả năng chống lại biến dạng dẻo cục bộ của kim loại và hợp kim dưới tác dụng của tải trọng ngoài.

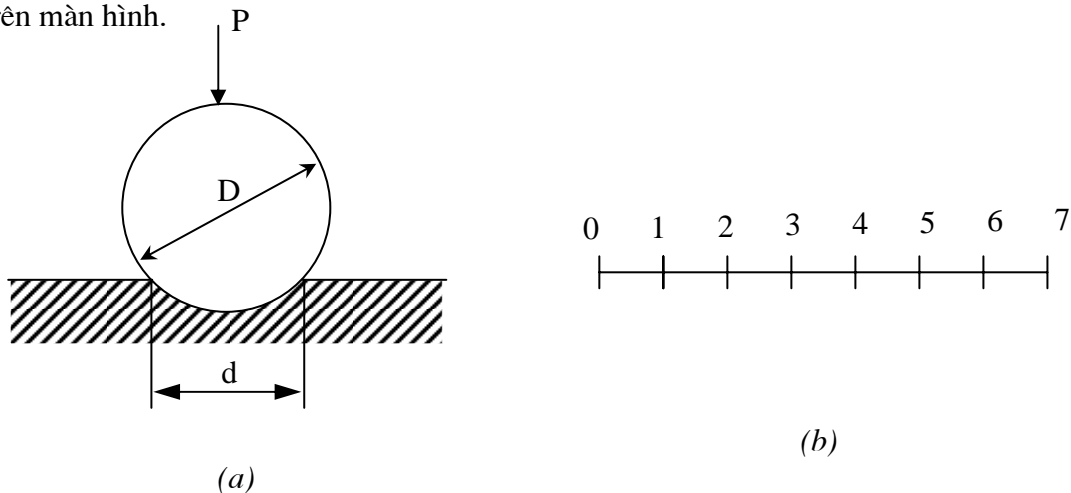
Độ cứng là một trong những đặc trưng cơ tính quan trọng của vật liệu kim loại. Xác định được độ cứng ta có thể sơ bộ đánh giá được độ bền và độ dẻo của vật liệu kim loại.

Các phương pháp đo độ cứng có ưu điểm là: Tiến hành nhanh và không phá hủy chi tiết thử. Do vậy được sử dụng rộng rãi trong các phòng thí nghiệm và cơ sở sản xuất.

2. PHƯƠNG PHÁP ĐO ĐỘ CỨNG BRINEN (HB):

Nguyên lý:

Ấn vào bề mặt cần thử một viên bi bằng thép đã tôi cứng, có đường kính D với tải trọng P . Sau khi cất tải trọng, viên bi sẽ để lại trên bề mặt mẫu thử một vết lõm có đường kính d và với chiều sâu h . Dùng kính hiển vi đo (có gắn thước đo trong thị kính) để đo đường kính d của vết lõm và tra theo bảng cho sẵn sẽ có độ cứng Brinen (ký hiệu HB). Với máy đo hiện số kết quả đọc trên màn hình.



Hình 1: Sơ đồ đo độ cứng Brinen (a) và đo đường kính vết lõm bằng lúp có thước mẫu (b)

Cũng có thể dùng công thức để tính kết quả như sau:

$$HB = \frac{P}{F} \text{ [kG/mm}^2\text{]}$$

Trong đó F là diện tích vết lõm, được tính như sau:

$$F = \frac{\pi \cdot D \cdot (D - \sqrt{D^2 - d^2})}{2}$$

Vậy:
$$HB = \frac{2P}{\pi \cdot D \cdot (D - \sqrt{D^2 - d^2})} \quad [\text{kG/mm}^2]$$

(Hiện nay có nơi dùng đơn vị mới là MPa với giá trị $1\text{MPa} = 0,10196 \text{ kG/mm}^2$)

Đường kính viên bi phụ thuộc vào chiều dày vật đo. Vật đo càng mỏng đường kính viên bi càng nhỏ. Đường kính viên bi được tiêu chuẩn hoá, theo tiêu chuẩn Việt nam (TCVN): 10; 5; 2,5; 2; và 1 mm, có độ cứng không nhỏ hơn HV 800.

Tải trọng đo phụ thuộc vào vật liệu đo, nó tỷ lệ thuận với tỷ số P/D^2 . Thực tế được quy định như sau:

- Thép và gang: 30
- Hợp kim đồng: 10
- Hợp kim ổ trượt: 2,5
- Thiếc chì và hợp kim của chúng: 1

Tuy nhiên muốn kết quả đo được chính xác hơn, ta nên chọn tải trọng sao cho đường kính vết lõm (d) tạo nên nằm trong khoảng (0,2 - 0,6)D.

Thời gian tác dụng tải trọng cũng ảnh hưởng đến kết quả đo nên cũng chọn cho phù hợp. Thời gian này phụ thuộc vào độ cứng của vật liệu đo. Thời gian đặt tải càng tăng nếu nhiệt độ chảy của vật liệu càng thấp. Thông thường có thể chọn như sau:

Với kim loại đen và hợp kim đen:

* HB = 140 - 450 chọn 10s

* HB < 140 chọn 30s

Với kim loại màu và hợp kim màu:

* HB = 31,8 - 130 chọn 30s

* HB = 8 - 35 chọn 60s

Phương pháp đo độ cứng Brinen thường dùng đo các vật liệu có độ cứng thấp (các thép ủ, thường hoá). Thang đo của nó từ: 0 - 450 HB. Quá giới hạn này phép đo không còn chính xác nữa vì viên bi đo cũng bị biến dạng.

Kết quả đo được ghi như sau:

Nếu độ cứng đo ở điều kiện tiêu chuẩn ($P = 3000\text{kG}$; $D = 10 \text{ mm}$, thời gian đặt tải trọng 30s) thì ghi đơn giản bởi HB và số đo. Ví dụ: HB 350.

Khi đo ở các điều kiện phi tiêu chuẩn thì phải ghi đầy đủ các điều kiện đó. Ví dụ: $HB_{10/750/30} 135$ Ghi như vậy có nghĩa là: Mẫu đo có độ cứng là HB 135, được đo với viên bi có $D = 10\text{mm}$, tải trọng đo là 750kG và thời gian đặt tải là 30s.

Từ độ cứng Brinen, có thể suy ra giới hạn bền kéo của vật liệu như sau:

* Thép (trừ thép không rỉ, bền nóng): $\sigma_b \approx 0,344 \text{ HB}$

* Thép đúc: $\sigma_b \approx (0,3 - 0,4) \text{ HB}$

* Gang xám: $\sigma_b \approx \frac{HB - 40}{6}$

* Đồng, latông, brông biến cứng: $\sigma_b \approx 0,40 \text{ HB}$

* Đồng, latông, brông sau ủ: $\sigma_b \approx 0,55 \text{ HB}$

* Đura: $\sigma_b \approx 0,35 \text{ HB}$

3- PHƯƠNG PHÁP ĐO ĐỘ CỨNG RÔCVEN (HRA, HRB, HRC):

Phương pháp Brinen không sử dụng được khi gặp vật liệu có độ cứng cao, chi tiết mỏng nhỏ hơn 1 - 2 mm và kết quả có độ chính xác không cao (đo đường kính vết lõm bằng mắt khó chính xác và phụ thuộc vào kỹ năng của từng người). Vì vậy, dùng phương pháp đo độ cứng Rôcven khắc phục được các nhược điểm nêu trên.

Nguyên lý đo độ cứng Rôcven:

Ấn vào bề mặt cần đo một tải trọng xác định qua mũi đâm bằng kim cương hình nón có góc ở đỉnh là 120° và bán kính cong $R = 0,2 \text{ mm}$ (với thang A, C, D và super) hay viên bi bằng thép tôi cứng có đường kính 1/16, 1/4 và 1/6 in. Sau đó tiến hành đo chiều sâu vết lõm bằng đồng hồ so. Kết quả đo được xác định trên đồng hồ so ngay sau khi cất tải trọng (Hoặc hiện số nếu dùng máy hiển thị số).

Độ cứng Rôcven được xác định theo một đại lượng quy ước, không có thứ nguyên, phụ thuộc vào chiều sâu của vết lõm. Chiều sâu càng lớn thì độ cứng càng nhỏ và ngược lại. Độ cứng Rôcven xác định theo công thức: $HR = k - e$

Trong đó:

k là chiều sâu quy ước, $k = 100$ với các thang đo A, D, C và super.

$k = 130$ với các thang đo còn lại (dùng mũi đâm bằng viên bi thép)

e là chiều sâu của vết lõm khi đo.

Giá trị một độ chia của $e = 0,002 \text{ mm}$ với các thang đo thông thường và $= 0,001 \text{ mm}$ với thang đo super.

TCVN 275 - 85 và 41170-85 chỉ quy định cho các thang đo A, B, C, N và T. Nhưng thực tế dùng nhiều hơn cả là các thang A, B, C.

Phương pháp đo độ cứng Rôcven sử dụng hai loại tải trọng:

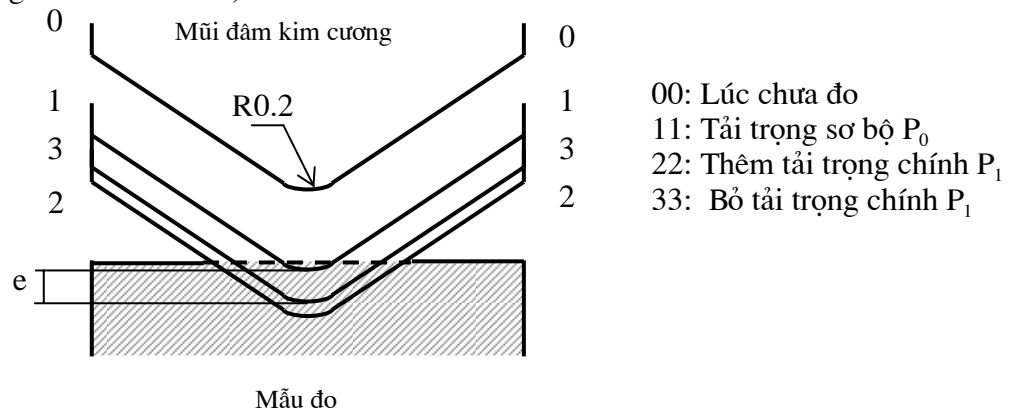
- Tải trọng sơ bộ 10 kG (ký hiệu P_0). Chiều sâu do tải trọng này gây ra không dùng để tính độ cứng. P_0 chỉ có tác dụng san bằng sự nhấp nhô trên bề mặt mẫu để đảm bảo kết quả đo được chính xác hơn.

- Tải trọng chính (ký hiệu P_1). Tải trọng này được tác dụng thêm sau tải trọng sơ bộ. Sau khi cất bỏ tải trọng chính đồng hồ sẽ cho kết quả đo (Hoặc hiệu số đo).

Phụ thuộc vào thang đo ta sử dụng các mũi đâm và tải trọng khác nhau:

- Khi đo theo thang B (HRB) dùng mũi đâm bằng viên bi và tải trọng tác dụng tổng cộng là 100kG. Do dùng viên bi nên thang B sử dụng đo các vật liệu mềm, độ cứng trung bình trong khoảng HV 60-240 hay HRB 25-100 (thép, gang sau ủ và thường hoá hợp kim nhôm, đồng).

- Khi đo theo thang A và C (HRA, HRC) dùng mũi đâm kim cương hình nón. Tải trọng tổng cộng tác dụng với thang A là 60 kG và thang C là 150 kG. Thang A dùng để đo các vật liệu rất cứng như: hợp kim cứng, lớp thấm các bon-nitơ có độ cứng cao hơn HV 700. Thang A có phạm vi đo từ HV 360-900 hay từ HRA 70-85. Thang C dùng để đo các vật liệu có độ cứng trung bình và cao với độ cứng trong khoảng HV 240-700 hay HRC 20-67 (ví dụ thép, gang sau khi tôi ram).



Hình 2: Vị trí tương đối giữa mũi đâm và mẫu đo ở các thời điểm đo

Để đo các lớp có chiều dày nhỏ hơn 0,30mm phải dùng các thang super.

Phương pháp Rôcven gây ra vết lõm rất nhỏ, đo được các vật liệu mỏng và không phá hủy chi tiết nên được sử dụng rất rộng rãi để kiểm tra chất lượng sản phẩm cơ khí.

Để thuận lợi trong việc lựa chọn phương pháp xác định độ cứng, ta sơ bộ phân loại như sau:

- * Loại có độ cứng thấp (mềm): Gồm các vật liệu có độ cứng nhỏ hơn HB 220, HRC 20, HRB 100.
- * Loại có độ cứng trung bình: Có giá trị độ cứng trong khoảng: HB 250-450 và HRC 25 đến HRC 45.
- * Loại có độ cứng cao: Có giá trị độ cứng từ HRC 52 đến cao hơn HRC 60 một ít.
- * Loại có độ cứng rất cao: Có giá trị độ cứng > HRC 62 hay > HRA 80.

4. PHƯƠNG PHÁP ĐO ĐỘ CỨNG VICKE (HV):

Ta ấn mũi kim cương hình tháp bốn mặt (có góc giữa hai mặt đối diện là 136°) với tải trọng P không lớn lắm. Sau khi cất tải trọng, tiến hành đo đường chéo d của vết lõm và tra bảng sẽ có giá trị độ cứng Vicke (Hoặc hiển thị số đo nếu dùng máy hiển thị số).

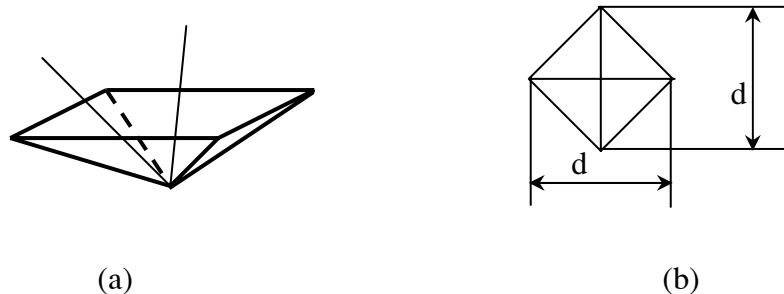
Số đo độ cứng Vicke tính theo công thức:

$$HB = \frac{P}{F} = \frac{2P \cdot \sin \frac{\alpha}{2}}{d^2} = 1,854 \cdot \frac{P}{d^2} \text{ [kG/mm}^2 \text{]}$$

Trong đó:

P: Tải trọng tác dụng có giá trị từ 200G đến 100 kG (thường dùng nhất từ 5-10 kG). F: Diện tích vết lõm (mm^2).

d: Giá trị trung bình của hai đường chéo vết lõm (mm).



Hình 3: Mũi đâm hình tháp (a) và vết lõm (b) khi đo độ cứng bằng phương pháp Vicke.

Quy ước tải trọng đo 30kG và thời gian giữ tải 10-15s được xem là điều kiện tiêu chuẩn. Độ cứng đo ở điều kiện tiêu chuẩn chỉ cần ghi ngắn gọn là HV và số đo, ví dụ HV 500. Nếu đo phi tiêu chuẩn thì phải ghi thêm các điều kiện đo. Ví dụ HV_{20/30} 500 tức là độ cứng Vicke khi đo với tải trọng 20 kG và thời gian đặt tải trọng 30s là 500kG/mm².

Phương pháp Vicke thường dùng đo độ cứng các vật liệu từ rất mềm đến rất cứng, với các lớp cần đo rất mỏng (đến 0,04 - 0,06mm) trong các mẫu mỏng (0,3 - 0,5 mm) như thấm các bon, thấm ni tơ, bo, các lớp mạ và các tấm rất mỏng. Phương pháp này được coi là độ cứng chuẩn trong nghiên cứu khoa học, chủ yếu dùng ở phòng thí nghiệm, viện nghiên cứu.

5. PHƯƠNG PHÁP ĐO ĐỘ CỨNG TẾ VI (H_μ):

Nguyên lý đo của nó giống như phương pháp Vicke nhưng ở đây mẫu phải chuẩn bị rất công phu như để quan sát tổ chức tế vi. Tải trọng dùng trong trường hợp này rất bé từ 0,5 đến 200G (có khi dùng đến 1000G). Sau khi ấn mũi đâm kim cương xong phải dùng kính hiển vi để đo đường chéo d của vết lõm (đơn vị đo là μm) và tra bảng cho sẵn sẽ có độ cứng tế vi.

Có thể tính độ cứng tế vi theo công thức:

$$H\mu = 1,854 \cdot \frac{P}{d^2}$$

Trong đó:

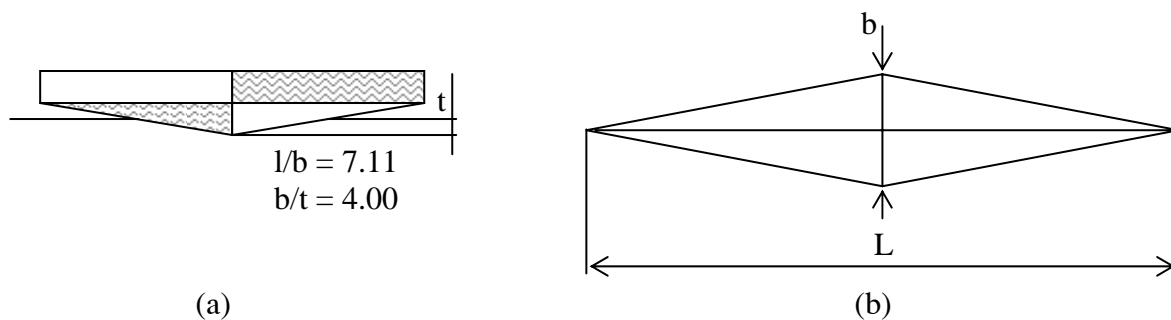
P: Tải trọng tác dụng (G).

d: Đường chéo vết lõm (μm).

Phương pháp này sử dụng đồng thời hai loại thiết bị: máy đo độ cứng Vicke và kính hiển vi kim loại học. Được sử dụng để đo độ cứng của các hạt, các pha riêng rẽ. Độ cứng tế vi không đặc trưng cho độ cứng tổng hợp của chi tiết.

6. ĐỘ CỨNG KNOOP (HK):

Phương pháp đo độ cứng Knoop cũng giống như phương pháp Vicke nhưng với mũi đâm kim cương hình tháp có cấu tạo sao cho vết đo để lại có dạng hình thoi.



Hình 4: Mũi đâm hình tháp (a) và hình dạng vết lõm (b)

Phương pháp này dùng để đo các vật liệu giòn như gốm. Độ cứng được tính theo công thức sau:

$$HK = \frac{P}{F} = 1,42 \cdot \frac{P}{L^2} \quad [\text{kG/mm}^2]$$

Trong đó:

F: Diện tích vết lõm (mm^2).

L: Giá trị độ dài lớn nhất của vết lõm (mm).

7. CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐO ĐỘ CỨNG GẦN ĐÚNG:

a. Phương pháp Poldi (HB_d):

Nguyên lý như sau:

Ta đồng thời tạo hai vết lõm ở cả mẫu chuẩn và mẫu cần đo. Sau đó đo đường kính vết lõm ở mẫu chuẩn và mẫu cần đo. Độ cứng Poldi xác định theo công thức:

$$HB_d = HB_c \cdot \frac{d_0^2}{d_d^2}$$

Trong đó:

HB_c : Độ cứng mẫu chuẩn.

d_c : Đường kính vết lõm của mẫu chuẩn.

d_d : Đường kính của mẫu cần đo.

b. Độ cứng Sor (HS_n):

Nguyên lý đo:

Dùng một viên bi bằng thép tôi cứng nặng 2,5G cho rơi từ độ cao $h = 254$ mm xuống bề mặt chi tiết đo. Căn cứ vào chiều cao nảy lên của viên bi trong thiết bị đo ta xác định được độ cứng Sor.

c. Xác định độ cứng bằng dũa mẫu:

Dùng một bộ dũa mẫu đã có độ cứng cho trước để thử mẫu. Thông thường các dũa có độ cứng cách nhau 5 đơn vị HRC: 35, 40, 45, 50, 55, 60 HRC. Muốn xác định độ cứng của chi tiết ta dùng dũa thử lên bề mặt của nó. Ví dụ: xác định độ cứng một chi tiết bằng thép sau khi tôi. Đầu tiên ta lấy dũa có độ cứng thấp nhất dũa thử lên chi tiết đó. Nếu không dũa được chứng tỏ rằng mẫu có độ cứng cao hơn dũa. Ta lần lượt dùng các dũa có độ cứng cao hơn để dũa thử. Đến khi bắt đầu dũa được (ăn dũa) thì chi tiết có độ cứng bằng độ cứng của dũa đang dùng. (Chính xác hơn là bằng độ cứng dũa trước đó cộng với độ cứng dũa đang dùng chia hai). Các phương pháp gần đúng sử dụng rộng rãi trong sản xuất.

8. MỘT SỐ ĐIỂM CẦN LƯU Ý:

- * Giữa các loại độ cứng không có công thức chuyển đổi lẫn nhau. Muốn tìm mối quan hệ của chúng phải tra bảng. Với hai loại độ cứng thông dụng Brinen và Rôcven có thể tính gần đúng $HRC 1 \approx HB 10$.
- * Mẫu đo độ cứng (hoặc chi tiết) cần phải lau sạch dầu mỡ, bề mặt nhẵn bóng và không có vẩy ôxyt. Chiều dày nhỏ nhất của mẫu đo phải bằng 10h (h là chiều sâu vết lõm đo) để kết quả đo được chính xác.
- * Khoảng cách của vết lõm khi đo với rìa mẫu (mép mẫu) và giữa các vết lõm với nhau phải lớn hơn hoặc bằng 5d (d là đường kính vết lõm) để không bị sai số.
- * Mỗi phương pháp phải đo tối thiểu 3 lần và lấy giá trị trung bình làm kết quả đo.

PHẦN THỰC HÀNH TẠI PHÒNG THÍ NGHIỆM

Mỗi sinh viên nhận một mẫu thép và tiến hành đo độ cứng theo sự hướng dẫn của cán bộ thí nghiệm. Sau đó làm báo cáo theo mẫu quy định.

BÁO CÁO THÍ NGHIỆM ĐO ĐỘ CỨNG CỦA KIM LOẠI VÀ HỢP KIM

Họ và tên:

Lớp:

- 1- Mục đích và yêu cầu của bài thí nghiệm:
- 2- Thiết bị và dụng cụ dùng trong thí nghiệm:
- 3- Các số liệu đo và tính toán kết quả:
- 4- Các nhận xét về kết quả đo:

NGHIÊN CỨU TỔ CHỨC TẾ VI CỦA THÉP CÁC BON, GANG VÀ HỢP KIM MÀU THÔNG DỤNG

I. MỤC ĐÍCH VÀ YÊU CẦU:

Sinh viên bước đầu làm quen với các tổ chức cân bằng của thép, gang và hợp kim màu thông dụng.

- * Phân biệt được tổ chức các loại thép: Trước cùng tích, cùng tích và sau cùng tích.
- * Tổ chức của các loại gang trắng, gang xám, gang dẻo, gang cầu và hợp kim màu thông dụng.
- * Biết cách tính sơ bộ %C của thép trước cùng tích dựa vào quy tắc cân bằng và theo quy tắc đòn bẩy.
- * Xác định đúng nền kim loại của từng loại gang xám, gang dẻo và gang cầu.

II. PHẦN LÝ THUYẾT:

Như đã biết thép, gang và một số hợp kim màu thông dụng là các loại vật liệu chủ yếu trong ngành cơ khí. Các vật liệu này đã giới thiệu kỹ trong phần lý thuyết. Ta chỉ nhắc lại phân loại các vật liệu thông dụng.

1. THÉP CÁC BON:

Thép là hợp kim của sắt và cacbon với hàm lượng cacbon $< 2,14\%$.

Dựa vào lượng cacbon trong thép ta phân làm ba loại:

- + *Thép trước cùng tích*: Có % C $< 0,8\%$, tổ chức gồm pherít và péclít.
- + *Thép cùng tích*: Có % C = $0,8\%$, tổ chức là péclít. Theo hình dáng của xêmentít được chia làm hai loại: Thép cùng tích péclít hạt và thép cùng tích péclít tấm.
- + *Thép sau cùng tích*: Có % C $> 0,8\%$, tổ chức gồm péclít và xêmentít thứ hai.

2. GANG:

Là hợp kim của sắt và cacbon với hàm lượng cacbon $> 2,14\%$.

Gang có tổ chức tương ứng với giản đồ trạng thái Fe-C gọi là *gang trắng*. Tùy theo lượng cacbon, gang trắng được chia làm ba loại:

- + *Gang trắng trước cùng tinh*: Có lượng cacbon $< 4,3\%$, tổ chức gồm peclít, xêmentít thứ hai và lêđêburít (P+Xe).
- + *Gang trắng cùng tinh*: Có lượng cacbon bằng $4,3\%$, tổ chức là lêđêburít.
- + *Gang trắng sau cùng tinh*: Có lượng cacbon $> 4,3\%$, tổ chức gồm xêmentít thứ nhất và lêđêburít.

Các loại gang có graphít, tổ chức của chúng không tương ứng với giản đồ trạng thái Fe-C. Tùy theo hình dáng của graphít ta có gang xám, gang dẻo và gang cầu.

Gang xám: Là loại gang mà tổ chức graphít của nó có dạng tấm, phiến, chuỗi. Dựa theo nền kim loại (nền cơ bản), gang xám được chia ra làm ba loại:

- + *Gang xám pherít*: Là loại gang xám trong đó tổ chức graphít phân bố trên nền pherít.
- + *Gang xám pherít-péclít*: Tổ chức graphít phân bố trên nền pherít-péclít.

+ **Gang xám péclít:** Tổ chức graphít phân bố trên nền péclít.

Gang dẻo : Là loại gang trong đó tổ chức graphít của nó ở dạng thu gọn thành cụm, bông. Tương tự như gang xám, dựa trên nền kim loại có ba loại gang dẻo: Gang dẻo phe rít, gang dẻo phe rít-péclít và gang dẻo péclít.

Gang cầu : Là loại gang trong đó tổ chức graphít của nó ở dạng thu gọn nhất là hình cầu hay gần như hình cầu. Dựa trên nền kim loại có ba loại gang cầu: Gang cầu phe rít, gang cầu phe rít-péclít và gang cầu péclít.

3. HỢP KIM MÀU THÔNG DỤNG:

+ **Hợp kim đồng:** Gồm có hai loại sau:

- *Latông:* Là hợp kim của đồng và kẽm.
- *Brông:* Là hợp kim của đồng và các nguyên tố khác trừ kẽm.

+ **Hợp kim nhôm:** Gồm hai loại:

- *Hợp kim nhôm đúc:* Điển hình là loại silumin (chứa 12-13% Si)
- *Hợp kim nhôm biến dạng:* Nghiên cứu điển hình là Đura (Cu: 3,8-4% ; Mg: 0,4-1,2% ; còn lại là Al).
- *Hợp kim làm ổ trục:* Ta nghiên cứu loại điển hình là bécbit B83 và B89.

III.. PHẦN THỰC HÀNH TẠI PHÒNG THÍ NGHIỆM:

1. Vẽ lại giản đồ trạng thái Fe-C và đánh dấu các hợp kim sẽ quan sát.
2. Quan sát và vẽ lại tổ chức của thép trước cùng tích, thép cùng tích péclít tấm và péclít hạt, thép sau cùng tích.
3. Quan sát và vẽ lại tổ chức của gang trắng trước cùng tinh, cùng tinh và sau cùng tinh, các loại gang xám, gang dẻo và gang cầu.
4. Quan sát và vẽ lại tổ chức của latông, brông và bécbit.
5. Thực hành tính lượng cacbon trong hai mẫu thép trước cùng tích qua tổ chức cân bằng. Tính lượng pherít và péclít, lượng pherít và xêmentít trong thép 35, 65 bằng quy tắc đòn bẩy.
6. Làm báo cáo thí nghiệm theo mẫu sau:
 - Tóm tắt lý thuyết cần dùng trong thí nghiệm.
 - Vẽ lại các tổ chức quan sát trong vòng tròn $\phi 45$ và ghi tên mẫu ngay phía dưới hình.

THỰC HÀNH TÔI VÀ RAM THÉP

I - MỤC ĐÍCH VÀ YÊU CẦU:

1- Biết cách thực hiện các thao tác tôi và ram thép, có nghĩa là biết phương pháp xác định nhiệt độ tôi, thời gian giữ nhiệt và chọn môi trường tôi phù hợp với loại thép đã cho, cũng như biết được cách chọn chế độ ram (nhiệt độ, thời gian) để đạt được yêu cầu cơ tính quy định.

2- Qua thí nghiệm hiểu được ảnh hưởng của nhiệt độ tôi và tốc độ làm nguội khi tôi đến độ cứng của thép. Hiểu được ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian ram đến độ cứng của thép.

II- PHẦN LÝ THUYẾT:

1. TÔI :

Tôi thép là thao tác nhiệt luyện rất thông dụng gồm: Nung nóng thép đến nhiệt độ cao hơn nhiệt độ chuyển biến pha ($> A_{C1}$), giữ nhiệt và làm nguội nhanh trong môi trường đã cho. Mục đích của tôi là nhận được tổ chức mác-ten-xít (hay các tổ chức cứng khác) có độ cứng và tính chống mài mòn cao. Kết quả của thao tác tôi phụ thuộc vào nhiều yếu tố, nhưng quan trọng hơn cả là nhiệt độ và môi trường tôi.

a. Chọn nhiệt độ tôi:

Đây là yếu tố rất quan trọng vì nó có ảnh hưởng rất lớn đến tính chất của thép sau khi tôi. Nguyên tắc chung để chọn nhiệt độ tôi là: làm xuất hiện tổ chức austenit (có khả năng hòa tan các bon lớn nhất). Với thép các bon ta có thể dựa vào giản đồ pha Fe-C để xác định nhiệt độ tôi.

Với thép trước cùng tích chọn nhiệt độ tôi là: $A_{C3} + (30 - 50^{\circ}\text{C})$. Với thép sau cùng tích là: $A_{C1} + (30 - 50^{\circ}\text{C})$.

Thép trước cùng tích nếu ta chọn nhiệt độ tôi cao hơn A_{C1} , nhưng thấp hơn A_{C3} thì sau khi tôi tổ chức nhận được là mác-ten-xít và phe-rít làm cho thép có độ cứng thấp (phe rít là pha mềm). Thép sau cùng tích nếu chọn nhiệt độ tôi cao hơn A_{Ccm} thì xê men tít 2 hòa tan hết vào austenit, sau khi tôi nhận được tổ chức mác ten xít nhưng còn nhiều austenit dư độ cứng cũng thấp đi và không tận dụng được tính chống mài mòn cao của Xê_{II}. Do vậy chọn nhiệt độ tôi theo quy luật trên là phù hợp nhất. Các điểm tới hạn A_{C1} , A_{C3} có thể tra trong các sổ tay nhiệt luyện. Nếu không có sổ tay, ta có thể tính gần đúng dựa vào giản đồ pha Fe -C và xem đường GS và ES là đường thẳng. Với thép hợp kim nhiệt độ tôi được tra trong các sổ tay nhiệt luyện.

b. Thời gian nung nóng:

Gồm cả thời gian nâng lên nhiệt độ tôi và thời gian giữ chi tiết tại nhiệt độ này. Thời gian này có thể tra trong sổ tay nhiệt luyện hay theo bảng 1.

c. Chọn môi trường tôi:

Môi trường tôi có các yêu cầu cơ bản sau: Có tốc độ làm nguội lớn hơn tốc độ nguội tới hạn của thép đem tôi, có khả năng bám dính vào bề mặt chi tiết cao, dẫn nhiệt tốt... Dựa vào số hiệu thép mà ta chọn môi trường tôi cho phù hợp. Thép các bon nói chung tôi trong dung dịch xút, dung dịch muối hóa học hoặc nước. Thép hợp kim tôi trong dầu, thép dụng cụ các bon

kích thước nhỏ có thể tôi trong dầu. Chọn đúng môi trường tôi là điều kiện quan trọng để nhận được độ cứng cao và tránh cong vênh cho chi tiết.

Nhiệt độ °C	Hình dạng chi tiết		
	Tròn	Vuông	Tám
	Thời gian nung [phút]		
	Cho 1 mm đường kính	Cho 1 mm chiều dày	Cho 1 mm chiều dày
600	2	3	4
700	1,5	2,2	3
800	1,0	1,5	2
900	0,8	1,2	1,6
1000	0,4	0,6	0,8

Bảng 1: Định mức thời gian nung nóng mẫu thép trong lò thí nghiệm

2- RAM :

Ram là thao tác nhiệt luyện gồm có nung nóng thép đã tôi đến nhiệt độ nhỏ hơn nhiệt độ tới hạn ($< A_{C1}$), giữ nhiệt rồi làm nguội để biến tổ chức sau khi tôi thành các tổ chức có cơ tính phù hợp với điều kiện làm việc của chi tiết. Ram là thao tác bắt buộc đối với thép sau khi tôi.

Ta biết rằng thép sau khi tôi có tổ chức mactenxit và austenit dư. Tổ chức này có độ cứng cao, kém dẻo dai, ứng suất bên trong rất lớn, không thể làm việc được. Vì vậy ta phải tiến hành ram để biến chúng thành hỗn hợp của phe rít và xêmentít. Dựa vào nhiệt độ ram ta phân ra ba phương pháp ram thép:

a) Ram thấp: Nhiệt độ ram từ 150 - 250°C, tổ chức nhận được là mactenxit ram.

b) Ram trung bình: Nhiệt độ ram từ 300 - 450°C, tổ chức nhận được là trustít ram.

c) Ram cao: Nhiệt độ ram từ 500 - 650°C, tổ chức nhận được là xoóc bít ram.

Để đánh giá ảnh hưởng đồng thời của nhiệt độ và thời gian ram đến tính chất của thép ta dùng thông số ram, được xác định như sau: $M = T(C + \lg\tau)$

Trong đó: T- nhiệt độ ram, °K; C - hằng số phụ thuộc vào thành phần của thép, thường dùng $C \approx 0,20$; τ - thời gian ram [phút]

Từ công thức trên ta thấy: tác dụng giữa thời gian ram và nhiệt độ ram có mối quan hệ nhất định, nếu tăng nhiệt độ ram phải giảm thời gian ram và ngược lại để có thể nhận được kết quả như nhau.

III- PHẦN THỰC NGHIỆM:

1. TÔI :

1- Xác định ảnh hưởng của nhiệt độ tôi đến độ cứng của thép: Mỗi nhóm sinh viên nhận 5 mẫu thép C40 hay C45, 5 mẫu CD120. Các mẫu thép C45 đem nung ở các nhiệt độ 740°C,

780⁰C, 820⁰C, 860⁰C và 900⁰C. Các mẫu thép CD120 mang nung đến các nhiệt độ: 720⁰C, 760⁰C, 820⁰C, 860⁰C và 900⁰C. Sau khi giữ nhiệt đủ thời gian, các mẫu này được tôi trong dung dịch 10% NaOH. Sau đó đem mài bột một lớp bề mặt dày 1-1,5mm để tránh bị lớp thoát các bon. Dùng giấy nhám đánh sạch các vết xước khi mài. Đem đo độ cứng tất cả các mẫu và ghi giá trị vào bảng 2.

2- Xác định ảnh hưởng của môi trường tôi đến độ cứng của thép: Mỗi nhóm sinh viên nhận 4 mẫu thép C45 và 4 mẫu thép CD120. Mang các mẫu này nung ở một nhiệt độ thích hợp cho mỗi loại thép. Sau đó làm nguội trong các môi trường sau đây (cho từng loại thép):

- Một mẫu làm nguội trong nước ($V_{\text{nguội}} = 600^{\circ}\text{C/s}$)
- Một mẫu làm nguội trong dung dịch 10% NaOH ($V_{\text{nguội}} = 1200^{\circ}\text{C/s}$)
- Một mẫu làm nguội trong dầu ($V_{\text{nguội}} = 150^{\circ}\text{C/s}$)
- Một mẫu làm nguội trong không khí ($V_{\text{nguội}} = 30^{\circ}\text{C/s}$)

Sau đó tiến hành đo độ cứng và ghi kết quả vào bảng 3

Nhiệt độ tôi °C	Độ cứng của các loại thép, HRC	
	C45	CD120
720		
740		
760		
780		
820		
860		
900		

Bảng 2: Ảnh hưởng của nhiệt độ tôi đến độ cứng của thép

Tốc độ nguội °C/s	Độ cứng của các loại thép, HRC	
	C45	CD120
30		
150		
600		
1200		

Bảng 3: Ảnh hưởng của tốc độ nguội đến độ cứng của thép

2. RAM :

1- Xác định ảnh hưởng của nhiệt độ ram đến tính chất của thép: Mỗi nhóm sinh viên nhận 10 mẫu thép CD120 tôi ở nhiệt độ 760-780⁰C trong dung dịch 10% NaOH. Sau đó mang ram 30 phút ở các nhiệt độ khác nhau: 2 mẫu ở 200⁰C, 2 mẫu ở 300⁰C, 2 mẫu ở 400⁰C, 2 mẫu ở 500⁰C và 2 mẫu ở 600⁰C. Sau đó tiến hành đo độ cứng như trên, kết quả ghi vào bảng 4.

2- Xác định ảnh hưởng của thời gian ram đến độ cứng của thép: Cũng dùng các mẫu như trên nhưng ram ở các khoảng thời gian khác nhau: 60 phút, 90 phút và 120 phút. Sau đó ghi kết quả vào bảng 4.

Nhiệt độ ram °C	Độ cứng sau khi ram với thời gian, HRC			
	30 phút	60 phút	90 phút	120 phút
200				
300				
400				
500				
600				

Bảng 4: Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian ram đến độ cứng của thép

IV- BÁO CÁO THÍ NGHIỆM:

1- TÔI

- Tóm tắt lý thuyết của thao tác tôi: chọn nhiệt độ tôi, thời gian nung nóng, môi trường tôi
- Ghi lại kết quả của bảng 2 và 3. Sau đó dùng kết quả này vẽ đồ thị sự phụ thuộc của độ cứng vào nhiệt độ tôi và tốc độ nguội khi tôi.
- Giải thích kết quả thí nghiệm và rút ra kết luận về việc chọn nhiệt độ tôi, môi trường tôi cho hai loại thép thí nghiệm.

2- RAM :

- Tóm tắt lý thuyết về quá trình ram.
- Ghi lại kết quả của bảng 4. Dùng các kết quả này vẽ các đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của độ cứng vào nhiệt độ ram và thời gian ram.
- Giải thích kết quả thí nghiệm và rút ra các kết luận.

THẨM CÁC BON THỂ RẮN

I- MỤC ĐÍCH VÀ YÊU CẦU:

1- Sinh viên nắm được quá trình thực hiện một thao tác hóa nhiệt luyện đơn giản nhất và lâu đời nhất, đó là thẩm các bon ở thể rắn (chọn chất thẩm, xếp chi tiết vào hộp, chọn nhiệt độ và thời gian thẩm, nhiệt luyện sau khi thẩm...)

2- Tập làm quen với tổ chức của lớp thẩm trước và sau khi nhiệt luyện, biết cách đo chiều dày lớp thẩm ở kính hiển vi kim loại học.

II- PHẦN LÝ THUYẾT:

Thẩm các bon là quá trình làm bão hòa các bon vào bề mặt chi tiết thép ($\%C \leq 0,25\%$), để sau đó tiến hành tôi và ram nhằm nâng cao độ cứng và tính chống mài mòn cho lớp bề mặt.

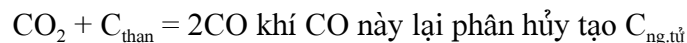
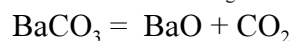
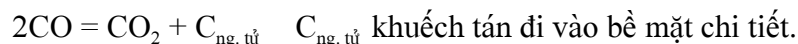
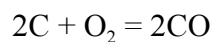
Thẩm các bon là một dạng hóa nhiệt luyện rất phổ biến trong thực tế sản xuất. Tùy theo dạng chất thẩm, thẩm các bon được chia làm ba loại: thẩm thể rắn, thể lỏng và thể khí. Trong đó thẩm các bon thể rắn là đơn giản nhất và được sử dụng rất lâu đời.

Chất thẩm thể rắn gồm có:

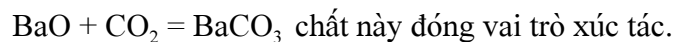
- Than gỗ cỡ hạt 2-5 mm (than xoan là tốt nhất): 85 - 90%
- Chất xúc tác ($BaCO_3$, Na_2CO_3 , K_2CO_3 ...): 10 - 15%
- Trong một số trường hợp có thể cho thêm CaO để chống dính kết, dầu nặng để tăng diện tích tiếp xúc giữa chất thẩm và chi tiết, than cốc để tăng độ bền chất thẩm... Lúc này tỷ lệ trên sẽ điều chỉnh cho phù hợp. Thông thường chỉ dùng hai thành phần chính nói trên.

Chất thẩm được trộn đều, sau đó rải một lớp dày 25 mm lên đáy hộp trước khi xếp chi tiết vào. Cứ một lớp hỗn hợp thẩm lại xếp một lớp chi tiết và đảm nhẹ cho chặt. Khoảng cách giữa chi tiết với nhau và với thành hộp ≥ 25 mm. Cuối cùng đập nắp và dùng bột nhão (thường dùng đất sét) trát kín các khe hở giữa nắp và hộp. Hình dạng hộp thẩm nên phù hợp với hình dạng chi tiết để lớp chất thẩm tiếp xúc đồng đều với bề mặt.

Phản ứng xảy ra khi thẩm các bon thể rắn:



Sau khi thẩm làm nguội sẽ có phản ứng:



Mặc dù chất thẩm là thể rắn, nhưng quá trình thẩm xảy ra ở pha khí. Nhiệt độ thẩm khoảng 900 - 920°C (Với thép bản chất hạt nhỏ có thể thẩm ở nhiệt độ 950 - 1000°C). Thời gian thẩm phụ thuộc yêu cầu của chiều dày lớp thẩm của chi tiết. Trong thực tế thường quy định như sau: Với chi tiết nhỏ chiều dày thẩm từ 0,8 - 1,2 mm, với chi tiết lớn từ 1,8 - 2,2mm.

Tổ chức lớp thẩm khi chưa tôi từ bề mặt vào gồm có: Vùng thép sau cùng tích (P+Xê_{II}), vùng thép cùng tích (P), vùng thép trước cùng tích (P+F) nhiều pec lit, vùng thép trước cùng tích ít pec lit và vùng thép ban đầu.

Nhiệt luyện sau khi thấm gồm: Tôi hai lần và ram thấp. Với thép có bản chất hạt nhỏ: tôi một lần và ram thấp. Tổ chức sau nhiệt luyện: Bề mặt là mác ten xít ram và austenit dư, còn lõi là mác ten xít ram và phe rít.

III- PHẦN THỰC HÀNH:

- 1- Mỗi nhóm sinh viên nhận 4 mẫu thép C20.
- 2- Chọn chất thấm, chuẩn bị chất thấm và xếp hộp.
- 3- Chọn nhiệt độ và thời gian thấm.
- 4- Nghiên cứu tổ chức lớp thấm các bon trước và sau khi nhiệt luyện, đo chiều dày lớp thấm trên kính hiển vi kim loại học.

IV- BÁO CÁO THÍ NGHIỆM:

- 1- Tóm tắt quá trình thấm các bon thể rắn, cách tạo thành lớp thấm, các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình thấm.
- 2- Kết quả thí nghiệm: Tổ chức lớp thấm trước và sau khi nhiệt luyện, chiều dày lớp thấm.