

## **CÁC BIỆN PHÁP KỸ THUẬT KIỂM SOÁT NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG SẢN PHẨM CƠ KHÍ**

*Người trình bày: ThS. Đào Chí Tuệ*

*Trung tâm đánh giá hư hỏng vật liệu (COMFA)*

*Viện Khoa học vật liệu (IMS), Viện khoa học và công nghệ Việt Nam(VAST)*

### **1. Chất lượng sản phẩm cơ khí và những vấn đề liên quan**

Các sản phẩm của ngành công nghiệp cơ khí rất đa dạng và đóng một vai trò rất quan trọng trong đời sống và sản xuất. Chúng ta tiếp xúc và sử dụng các sản phẩm những sản phẩm này hàng ngày từ những vật dụng sinh hoạt cho đến các phương tiện đi lại như ô tô, xe máy, các máy móc dụng cụ sản xuất... Hiện nay, các ngành sản xuất và chế tạo các sản phẩm cơ khí tại Việt Nam còn tồn tại nhiều hạn chế và phát triển chưa tương xứng với tiềm năng mà chúng ta đang có. Các sản phẩm của chúng ta chủ yếu là các sản phẩm đơn giản, giá trị không cao, sức cạnh tranh thấp. Nguyên nhân chủ yếu dẫn tới tình trạng này là do chất lượng sản phẩm còn thấp. Do nhiều khó khăn từ nguồn nhân lực, trang thiết bị, vốn đầu tư và cơ chế quản lý... nhiều doanh nghiệp đã không theo kịp với yêu cầu đổi mới nâng cao chất lượng sản phẩm. Nền kinh tế hội nhập đòi hỏi các doanh nghiệp sản xuất cơ khí không ngừng cải tiến nâng cao chất lượng sản phẩm, giảm chi phí sản xuất từ đó nâng cao tính cạnh tranh, nâng cao hiệu quả hoạt động sản xuất kinh doanh.

*Chất lượng sản phẩm cơ khí là gì?*

Chất lượng sản phẩm cơ khí là khả năng đáp ứng được các yêu cầu về kỹ thuật (chức năng chính) đối với sản phẩm (kích thước, khả năng chịu lực, khả năng

chịu tác động yếu tố môi trường như ăn mòn, nhiệt độ... và các yêu cầu khác như tính tiện dụng, tính thẩm mỹ...

Ví dụ: Một chiếc bu lông, về cơ bản cần phải có kích thước chính xác để lắp với đai ốc, phải có khả năng chịu được lực siết theo thiết kế.

Ngoài ra, tùy điều kiện sử dụng mà bu lông cần phải đảm bảo:

Khả năng chống ăn mòn khi làm việc trong môi trường có yếu tố ăn mòn – cần được hợp kim hóa chống ăn mòn, sơn phủ bảo vệ.

Khả năng chống mỏi khi làm việc trong điều kiện chịu tải động - cần biên dạng không bị tập trung ứng suất, bề mặt ở trạng thái ứng suất dư nén, gia công bằng phương pháp dập tăng khả năng chịu mỏi, ...

Có hệ số giãn nở nhiệt phù hợp khi làm việc ở môi trường có sự thay đổi nhiệt độ

Có tính thẩm mỹ: sơn, mạ, nhuộm màu...

➤ Chất lượng sản phẩm đặt trong tổng thể hài hòa với điều kiện sử dụng

*Các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm:*

Điều kiện sản xuất: vật tư ,trang thiết bị (sai số cao, hiệu chỉnh thông số không tốt...)

Khả năng quản lý (kiểm soát chất lượng vật liệu đầu vào, chất lượng sản phẩm...)

Tính kinh tế: chất lượng đi đôi với giá thành và thị trường tiêu thụ

Năng suất, tiến độ...

- Những phân tích về các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm sẽ đưa đến các giải pháp thỏa đáng phù hợp với tình hình doanh nghiệp nhằm nâng cao chất lượng sản phẩm và hiệu quả sản xuất.
- Các giải pháp mang tính kỹ thuật bao gồm:
  - Kiểm soát vật liệu đầu vào
  - Sử dụng phương pháp chế tạo hợp lý
  - Kiểm tra hiệu chuẩn đảm bảo máy móc thiết bị vận hành chính xác
  - Kiểm tra kiểm soát chất lượng sản phẩm
  - Đánh giá hư hỏng của sản phẩm, thiết bị trong quá trình chế tạo và sử dụng để tìm biện pháp cải tiến nâng cao chất lượng và năng suất

## 2. Các biện pháp kỹ thuật trong quá trình sản xuất

Quy trình sản xuất thông thường:

Nhập vật liệu → kiểm tra vật liệu → xử lý vật liệu → gia công thô → xử lý nhiệt → gia công kết thúc → kiểm tra chất lượng sản phẩm, thử nghiệm sản phẩm → sản phẩm thành phẩm

Các biện pháp trong quá trình sản xuất:

- Kiểm soát vật liệu đầu vào
- Kiểm soát thiết kế và gia công
- Kiểm soát và lưu trữ những thông số thiết bị trong sản xuất
- Kiểm tra kiểm soát chất lượng sản phẩm

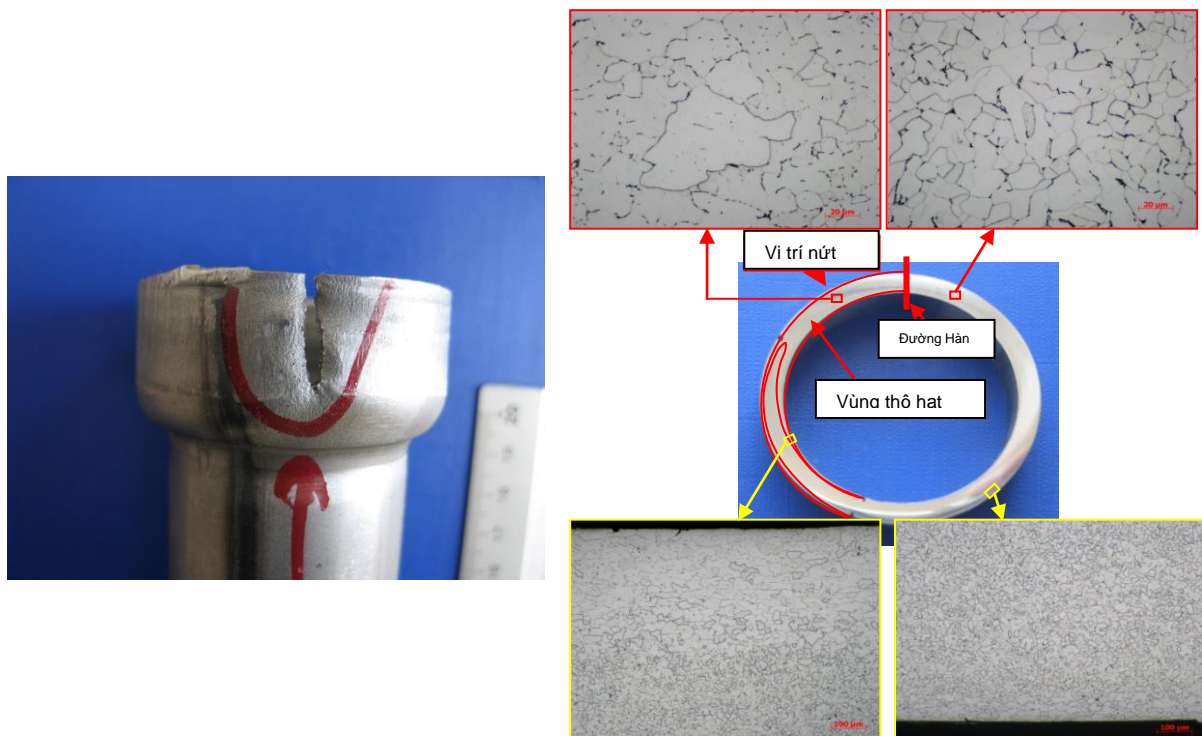
### 2.1 Kiểm soát vật liệu đầu vào

Các thông số vật liệu đầu vào cần kiểm soát tùy thuộc vào yêu cầu chất lượng của sản phẩm cần chế tạo và tuân theo các tiêu chuẩn chế tạo.

Các thông số vật liệu đầu vào cần quan tâm gồm: thành phần, cấu trúc, cơ tính (độ cứng, độ bền, độ dẻo dai...)

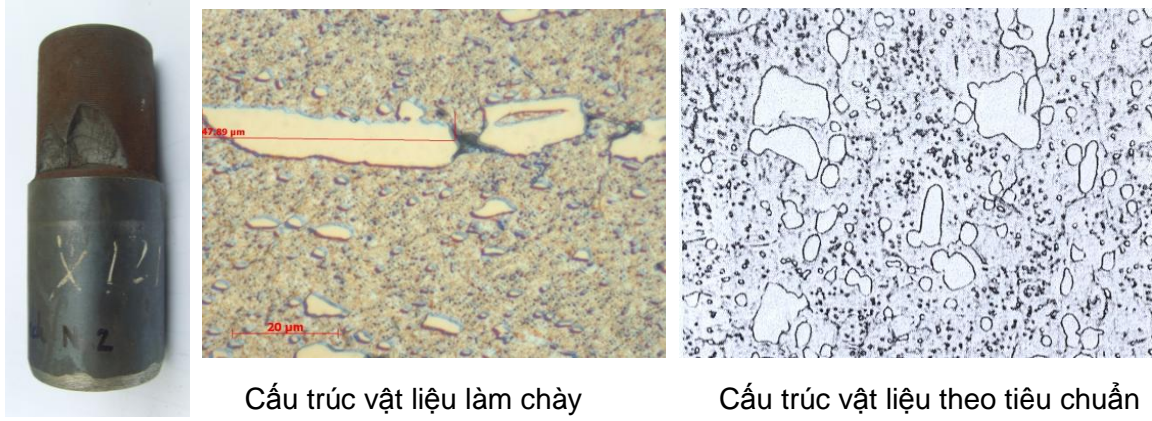
Thông thường các nhà máy cơ khí chỉ quan tâm đến thành phần hóa học vật liệu. Tuy nhiên, đặc tính vật liệu không chỉ được quyết định bởi thành phần hóa học mà còn do cấu trúc vật liệu. Trong nhiều trường hợp, vật liệu sử dụng có thành phần hóa học đúng nhưng chất lượng sản phẩm thấp:

Ví dụ 1: ống thép hàn chất lượng cao cho công nghiệp sản xuất ô tô xe máy bị nứt trong quá trình gia công do vật liệu có cấu trúc không phù hợp



Hình 1. Ống thép bị nứt trong khi dập nóng đầu ống do vật liệu sử dụng chế tạo ống có cấu trúc không hợp lý (bị thô hạt một bên đường hàn)

Ví dụ 2: Chày dập nguội hay bị nứt vỡ do cấu trúc không đảm bảo (hạt các bit thô) dù quy trình nhiệt luyện đảm bảo:



Hình 2. Chày dập nguội bị nứt do cấu trúc vật liệu đầu vào chứa Cacbit thô

Các chi tiết khác nhau có yêu cầu về vật liệu đầu vào khác nhau. Các chi tiết đòi hỏi yêu cầu kỹ thuật cao thường đòi hỏi vật liệu đầu vào được kiểm soát khắt khe. Ví dụ như đối với bánh răng ô tô, tiêu chuẩn của Đức yêu cầu:

*Thành phần hóa học vật liệu: (DIN 50049), thành phần Ni >1,5% khối lượng. Cơ tính của lô, mẻ thép phải được đồng đều, 100% các thời thép phải được kiểm tra*

*Kiểm tra tính thấm tôi theo phương pháp Jominy theo DIN 50191.*

*Áp dụng phương pháp tinh luyện chân không hoặc tinh luyện điện xỉ*

*Cấp hạt Austenit (DIN 50601) : cấp 5 tới 8 (không khác nhiều so với cấp 5 đến 8 theo tiêu chuẩn ASTM) được kiểm tra trong một mẫu lấy từ mẻ nóng chảy hoặc từ cắt ngang của phôi.*

*Độ sạch vật liệu (DIN 50602, DIN 17210) K3=0, K1=0 (Quy định về hàm lượng và kích thước của các dạng sunfua và oxit)*

*100% vật liệu thổi đúc được yêu cầu kiểm tra NDT: không tồn tại khuyết tật (tới 0,5 mm hoặc hơn hơn)*

*Với các thổi vật liệu có kích thước 220 mm, yêu cầu có cấu trúc Ferrit-Bainit (phải kiểm soát quá trình nguội từ cán), mức độ biến dạng khi cán đạt cấp ~5*

*Kiểm tra NDT 100% vật liệu sau khi gia công*

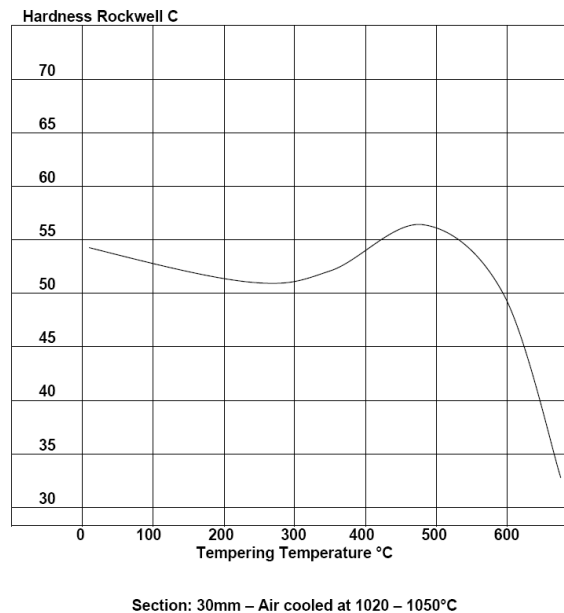
*Đối với bánh răng có đường kính rên yêu cầu là 400 mm, mức độ rên là: A1/A0 = 3 đến 5*

## 2.2 Kiểm soát thiết kế và gia công

Để đạt được sản phẩm có chất lượng cao thỏa mãn đồng thời nhiều yêu cầu, chi tiết cần phải được gia công chế tạo theo công nghệ và quy trình hợp lý. Nhiều phương pháp gia công tưởng như sẽ cho cùng kết quả về chất lượng nếu chỉ xét trên một chỉ tiêu nào đó nhưng các tính chất khác có thể rất khác nhau:

Ví dụ 1: phương pháp gia công biên dạng răng bằng cắt và dập: về hình dạng và cơ tính sau nhiệt luyện có thể như nhau (kiểm tra chất lượng không thể phân biệt) nhưng bánh răng được gia công theo phương pháp dập biên dạng có khả năng chịu bền mỏi cao hơn nhiều.

Ví dụ 2: Phương pháp ram cho thép dụng cụ làm khuôn chày dập nóng đạt cùng độ cứng nhưng có khả năng chịu va đập khác nhau, chịu nhiệt khác nhau



Hình 3. Thép dụng cụ H13 có độ cứng thứ hai khi ram, để đạt được độ cứng làm việc theo yêu cầu từ 53-55HRC thì ram ở vùng khoảng 520°C sẽ cho tính cứng nóng tốt hơn, bền nóng cao hơn, chịu mài mòn tốt hơn...do có sự kết pha của các bít hợp kim

Ví dụ 3. Thép dập nguội sau khi tôi không ram ngay mà để nguội qua ngày hôm sau mới ram. Sản phẩm bị nứt vỡ trong quá trình ram và sử dụng.

- Lựa chọn quy trình chế tạo hợp lý
- Đảm bảo gia công theo đúng quy trình đã thiết kế

### 2.3 Kiểm soát các thông số công nghệ

Cần có hệ thống ghi chép và lưu giữ các thông số công nghệ trong quá trình sản xuất nhằm kiểm soát quy trình và tìm biện pháp xử lý khi chất lượng sản phẩm không đảm bảo.

Các thiết bị đo đạc kiểm tra cần phải được hiệu chuẩn định kỳ tránh sai số dẫn đến sai lệch quy trình công nghệ ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm.

Ví dụ về cảm biến nhiệt độ sai → thông số nhiệt luyện sai → cơ tính sản phẩm không đảm bảo

Ví dụ về thiết bị đo độ cứng sai → cơ tính của sản phẩm không đảm bảo theo thiết kế

- Phải xây dựng hệ thống kiểm tra và lưu trữ số liệu điều kiện sản xuất trong thời gian dài
- Phải định kỳ kiểm tra đánh giá sai số của thiết bị và hiệu chỉnh các thông số thiết bị

#### 2.4 Kiểm tra, thử nghiệm và đánh giá chất lượng sản phẩm theo các tiêu chuẩn

Mỗi doanh nghiệp đều có một hệ thống quản lý chất lượng và thực hiện kiểm tra chất lượng sản phẩm theo quy định của hệ thống đó (ISO 9000 về hệ thống quản lý chất lượng, ISO 17025 về đảm bảo kết quả thử nghiệm của phòng thí nghiệm...).

Một số sản phẩm sản xuất theo đơn đặt hàng (sản phẩm cơ khí phục vụ công nghiệp ô tô, xe máy, đóng tàu...) thường đi kèm với yêu cầu về chất lượng. Đảm bảo chất lượng sản phẩm không những chứng minh được năng lực của công ty mà còn tránh được thiệt hại do vi phạm hợp đồng về đảm bảo chất lượng: trả hàng, phạt tiền, mất hợp đồng...

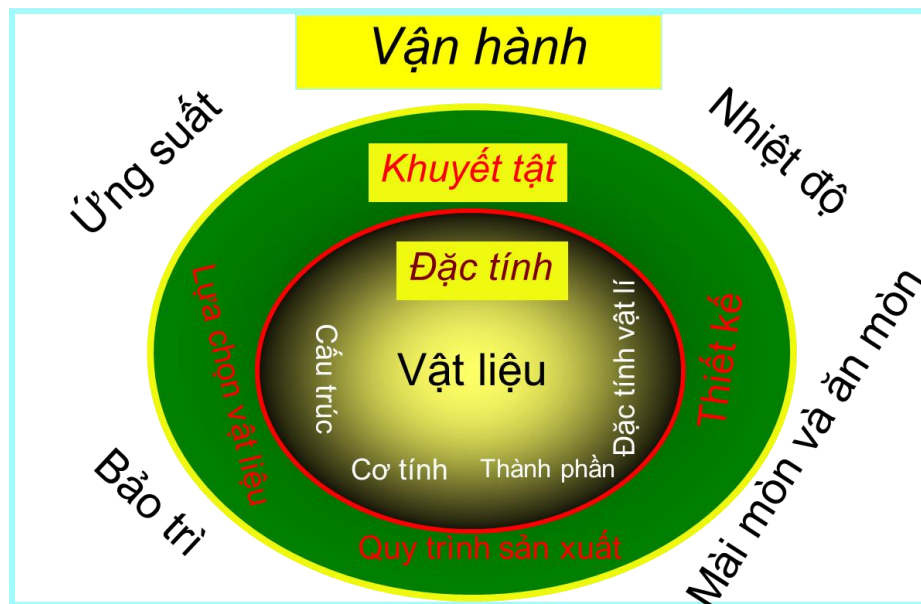
- Xây dựng hệ thống quản lý chất lượng và đảm bảo kết quả kiểm tra
- Xây dựng hệ thống đánh giá chất lượng và nghiên cứu các giải pháp cải tiến nâng cao chất lượng sản phẩm



### 3. Đánh giá hư hỏng giải - pháp tổng thể nâng cao chất lượng sản phẩm

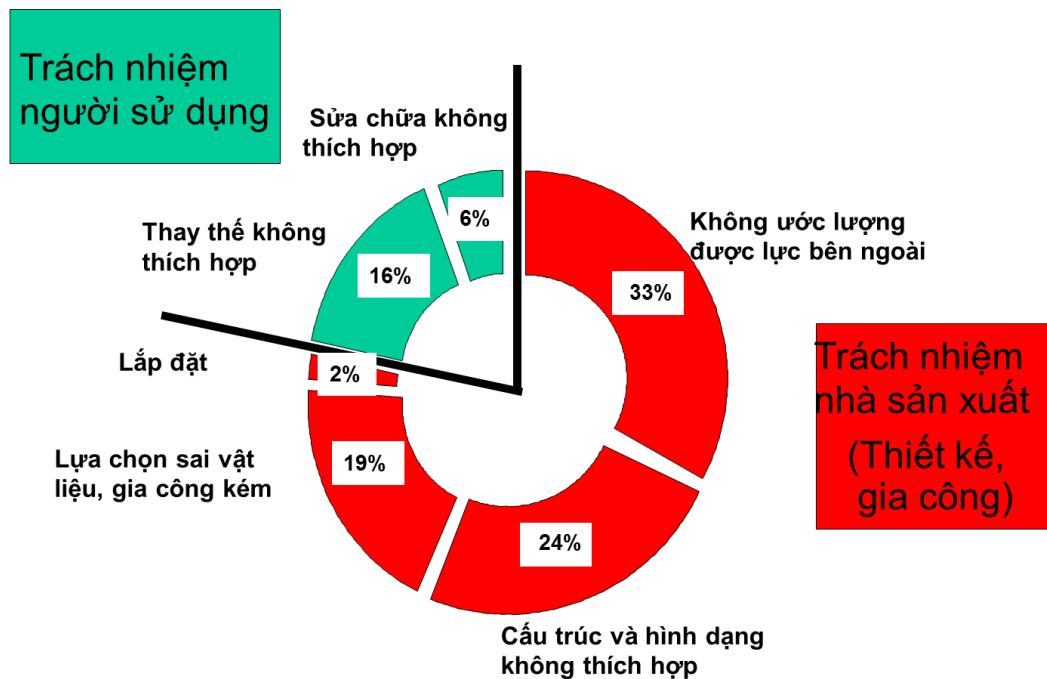
Hư hỏng của một chi tiết/thiết bị, một cách tổng quát là hiện tượng chi tiết/thiết bị không có khả năng thực hiện các chức năng được thiết kế một cách đáng tin cậy, hiệu quả và an toàn.

Hư hỏng của một chi tiết thiết bị có thể liên quan đến nhiều yếu tố, nhiều công đoạn.



Hình 4. Các yếu tố liên quan đến hư hỏng của chi tiết/thiết bị

Hư hỏng của chi tiết, thiết bị trách nhiệm chủ yếu thuộc về nhà sản xuất:



Hình 5. Hư hỏng của chi tiết và trách nhiệm các bên liên quan

Hư hỏng xảy ra khi nào?

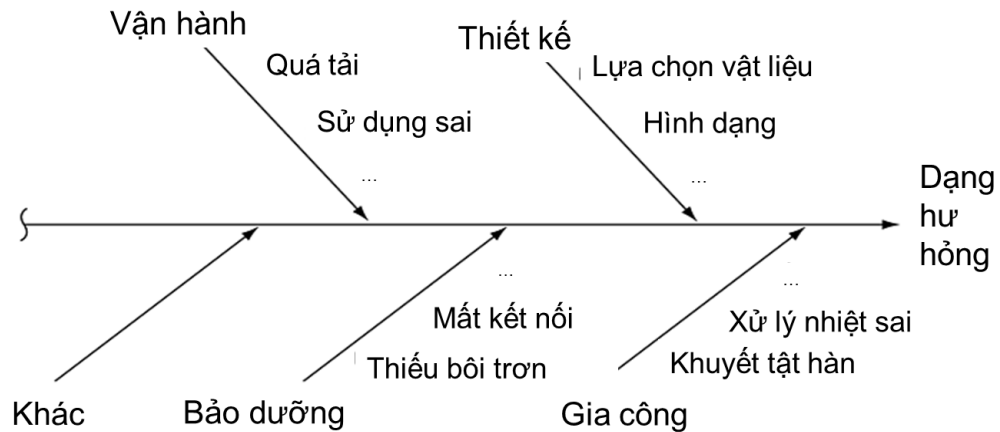
- Trong quá trình sản xuất
- Trong quá trình sử dụng

Mục đích của đánh giá hư hỏng: tìm ra nguyên nhân gây ra hư hỏng và tìm giải pháp khắc phục nhằm tránh hư hỏng lặp lại, nâng cao chất lượng sản phẩm, nâng cao hiệu quả sản xuất.

Phương pháp đánh giá hư hỏng: xem xét lần lượt các tác nhân có thể dẫn đến hư hỏng (từ điều kiện môi trường vận hành, bảo dưỡng, gia công... đến trạng thái vật liệu đầu vào), thực hiện các thí nghiệm kiểm tra đánh giá để xác định nguyên nhân trực tiếp dẫn đến hư hỏng, nguyên nhân cội rễ dẫn đến hư hỏng và lập phương án khắc phục.

Quy trình thực hiện đánh giá hư hỏng:

- Liệt kê tất cả các yếu tố có thể ảnh hưởng đến hư hỏng của chi tiết
- Sử dụng các phép phân tích, so sánh với tiêu chuẩn và mẫu đối chứng để tìm ra các nguyên nhân gây lỗi hoặc loại trừ các yếu tố không ảnh hưởng



Hình 6. Sơ đồ dạng xương cá đơn giản xác định nguyên nhân gây hư hỏng

Quy trình đánh giá hư hỏng cơ bản:

- Thu thập các dữ liệu và thông tin cơ bản (xem xét lại dữ liệu, tài liệu, tiêu chuẩn, thiết kế...)
- Thu thập các mẫu bị hư hỏng và các mẫu tốt đối chứng để phân tích

- Phân tích sơ bộ mẫu bị hư hỏng
- Kiểm tra không phá hủy mẫu (NDT)
- Kiểm tra cơ tính (độ cứng, bền kéo, độ dai va đập...)
- Kiểm tra và đánh giá cấu trúc thô đại

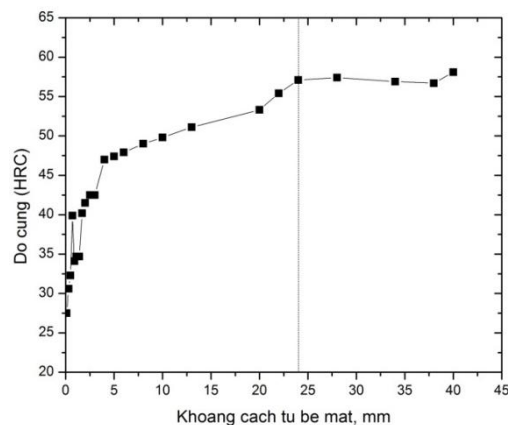
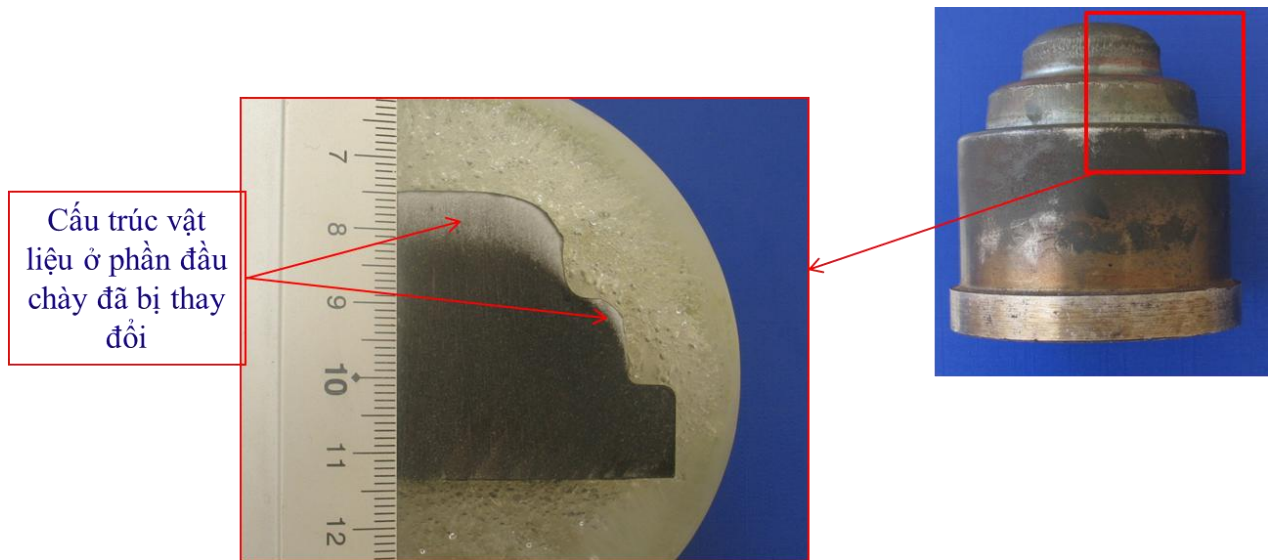
- Kiểm tra và đánh giá cấu trúc tế vi
- Xác định dạng hư hỏng
- Kiểm tra thành phần hóa học
- Kiểm tra mặt gãy trên kính hiển vi điện tử quét (SEM/EDX)
- Mô phỏng

- Đánh giá các bằng chứng vừa tìm được
- Kết luận
- Khuyến nghị để phòng tránh hư hỏng lặp lại, đưa ra giải pháp cải tiến

Ví dụ 1: Xác định nguyên nhân dẫn đến tuổi thọ thấp của chày dập nóng

Chày dập nóng được gia công chế tạo bằng vật liệu nhập ngoại nhưng tuổi thọ không cao.

Các nghiên cứu cho thấy cấu trúc vật liệu đầu chày đã bị thay đổi dưới tác dụng của nhiệt độ trong quá trình làm việc. Phần đầu chày tiếp xúc với phôi dập có nhiệt độ cao đã không được làm mát hợp lý là nguyên nhân làm giảm tuổi thọ chày.



Hình 7. Chày dập nóng bị thay đổi cấu trúc và biến mềm vùng đầu chày do không được làm mát hợp lý trong quá trình sử dụng

Giải pháp được khuyến cáo áp dụng: cải thiện hệ thống làm mát đầu chày bằng cách phun dung dịch làm mát đã đem lại hiệu quả cao cho nhà máy

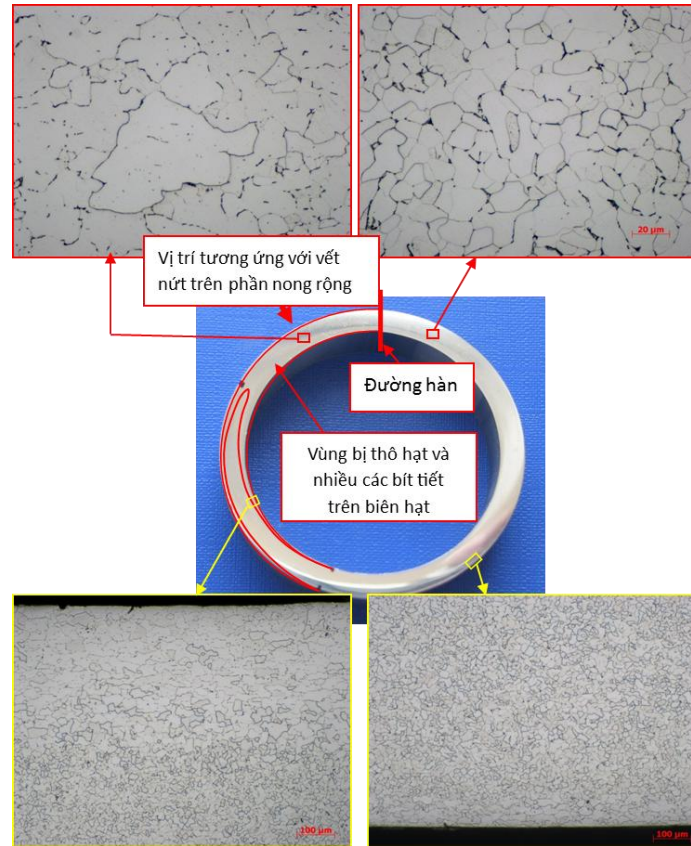
Ví dụ 2: Chi tiết dạng ống trong xe máy bị nứt gần mối hàn trong quá trình gia công chế tạo

Các nghiên cứu cho thấy nguyên nhân gây ra nứt ống không phải lỗi do quá trình nong ống hay mối hàn kém chất lượng mà lỗi gây ra do vật liệu sử dụng chế tạo ống không đảm bảo. Một vùng vật liệu trên ống có cấu trúc không phù hợp với cơ tính kém đã làm nứt ống. Tình trạng xảy ra đối với các ống được chế tạo từ mép ngoài của cuộn vật liệu nhập về.

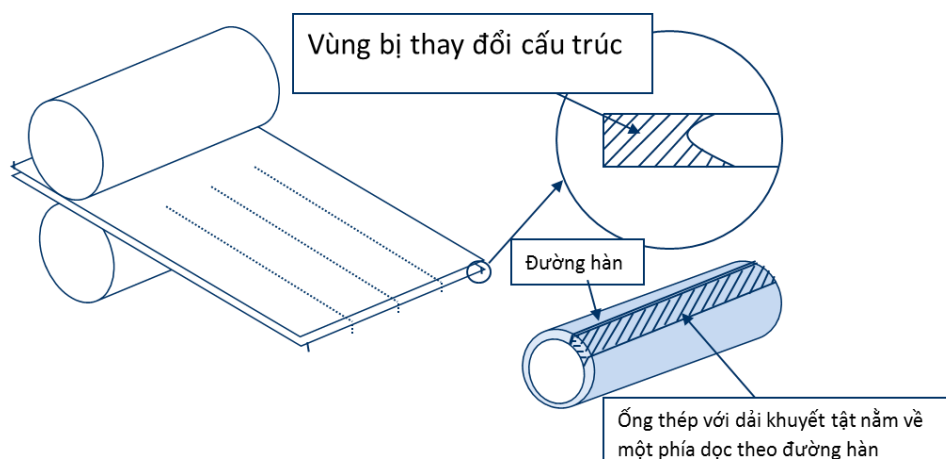
Giải pháp được khuyến cáo: kiểm tra cấu trúc vật liệu đầu vào, cắt bỏ phần vật liệu phía rìa cuộn thép đảm bảo loại bỏ hoàn toàn phần vật liệu có cấu trúc không đảm bảo.



Hình 8. Chi tiết trên xe máy bị nứt trong quá trình gia công



Hình 9. Kết quả phân tích cấu trúc tế vi cho thấy vật liệu có cấu trúc không phù hợp tại một bên của đường hàn



Hình 10. Vị trí vùng vật liệu bị thay đổi cấu trúc trên cuộn thép sử dụng chế tạo ống