

## THIẾT KẾ ĐẢM BẢO ĐỘ TIN CẬY DFR

Trần Đăng Hiên<sup>(1)</sup>, Trần Đại Nguyên<sup>(2)</sup>, Phạm Ngọc Tuấn<sup>(2)</sup>

(1)XNLH Z751 - Tổng cục kỹ thuật

(2)Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 28 tháng 11 năm 2008, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 15 tháng 02 năm 2009)

**TÓM TẮT:** Bài báo giới thiệu các nguyên tắc hướng dẫn nhằm thực hiện thiết kế đảm bảo độ tin cậy với mục tiêu sản phẩm được chế tạo và vận hành với các hư hỏng và thời gian ngừng máy là tối thiểu.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong thị trường cạnh tranh ngày càng cao, một sản phẩm được triển khai sản xuất thành công phải đạt được ba yếu tố:

- Tốt hơn: chúng phải có tính năng và độ tin cậy cao hơn
- Nhanh hơn: chúng phải được đưa ra thị trường nhanh hơn
- Rẻ hơn: chúng phải có chi phí chế tạo và giá bán thấp hơn.

Trong thực tế, rất khó đạt độ tin cậy và khả năng bảo trì cao với chi phí thấp bằng việc rút ngắn thiết kế và chu kỳ sống, bỏ qua việc thử nghiệm và hoàn thiện. Trước đây, thiết kế một sản phẩm mới thường mất khoảng 3-5 năm, sản phẩm đứng được trên thị trường hơn 5 năm. Ngày nay, thời gian thiết kế chỉ còn vài tháng đến 1,5 năm cho mọi sản phẩm, kể cả sản phẩm phức tạp nhất, thời gian sản xuất sản phẩm đầu tiên chỉ còn vài tháng và sản phẩm chỉ đứng được trên thị trường từ 1-2 năm. Đó thực sự là một thách thức không nhỏ đối với người thiết kế.

Thiết kế đảm bảo độ tin cậy (DFR) liên quan đến nhiều yếu tố như đặc tính, kết cấu, dung sai, vật liệu, công nghệ,... Tất cả cần phải được xác định kỹ lưỡng và phải tuân theo những nguyên tắc nhất định. Để một sản phẩm ít hư hỏng, kéo dài được tuổi thọ khi đưa vào sử dụng, các nguyên tắc cần được đề ra và tuân theo ngay từ giai đoạn đầu của quá trình thiết kế.

### 2. CÁC NGUYÊN TẮC DFR

Độ tin cậy là tính chất của máy, chi tiết máy, công trình thực hiện được chức năng, nhiệm vụ đã định, duy trì trong một thời gian các chỉ tiêu sử dụng, các thông số làm việc trong giới hạn quy định tương ứng với chế độ, điều kiện vận hành và bảo trì cụ thể [5].

Độ tin cậy được đo bằng xác suất Thời gian hoạt động trung bình giữa các lần hư hỏng (gọi tắt là MTBF) hoặc thời gian hoạt động trung bình đến khi hư hỏng (gọi tắt là MTTF). Thiết bị có độ tin cậy càng cao sẽ càng ít hư hỏng trong quá trình sử dụng.

Sau đây là 17 nguyên tắc của DFR được đề xuất:

#### 2.1 Xác định các đặc tính sản phẩm [2]

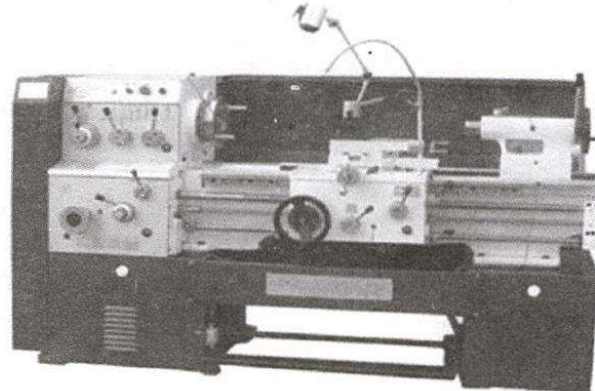
Khi phát triển một sản phẩm hoặc hệ thống mới, việc đề ra những yêu cầu đối với sản phẩm là bước đầu tiên. Yêu cầu ở đây là độ tin cậy, hoặc là đặc tính sử dụng của sản phẩm. Đặc tính của sản phẩm là sự mô tả chính xác sản phẩm làm được những gì, bao gồm các thông số và giá trị. Ví dụ “điện áp làm việc” là thông số, “220 V” là giá trị. Đặc tính của một sản phẩm là tập hợp của những đặc tính riêng lẻ. Chúng cần phải được xuất phát từ khách hàng hay từ những nhu cầu của người sử dụng, những chỉ tiêu kinh tế (ví dụ chi phí chu kỳ sống) và những yếu tố khác.



Máy tiện vạn năng



Máy tiện CNC



Hình 1. Máy tiện với các đặc tính khác nhau

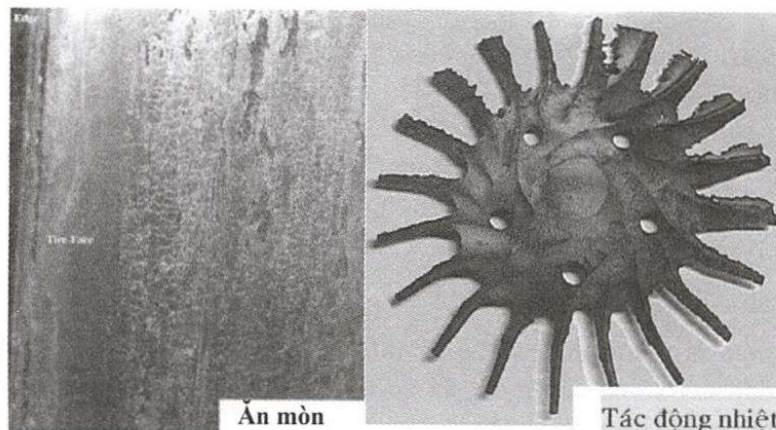
Xác định các đặc tính là chuyển những nhu cầu của khách hàng thành các đặc tính kỹ thuật có thể đo lường được và có giá trị, giới hạn cụ thể. Tuy nhiên, có thể thấy rằng một số nhu cầu không dễ dàng gì để chuyển sang thông số kỹ thuật. Hình 1 nêu hai máy tiện có cùng các đặc tính cơ bản như chiều cao tâm, độ dài chống tâm,... nhưng giá thành và khả năng đáp ứng nhu cầu là khác nhau do máy tiện CNC có thể điều khiển theo chương trình, thay dao tự động.

Xác định đúng các đặc tính khi thiết kế sẽ làm giảm giá thành của sản phẩm, giảm khả năng hư hỏng xảy ra trong quá trình sử dụng. Thực tế cho thấy không thể phòng ngừa tất cả các hư hỏng xảy ra, nhưng thiết kế phù hợp có thể giúp hạn chế các hư hỏng xảy ra trong sử dụng, nâng cao độ tin cậy của thiết bị thỏa mãn các yêu cầu của khách hàng.

## 2.2 Kiểm tra việc lựa chọn chi tiết và vật liệu [2], [9]

Muốn chọn được vật liệu thích hợp cần nắm vững các điều kiện làm việc của chi tiết máy, đồng thời cần hiểu biết đầy đủ về đặc trưng của các loại vật liệu hiện có. Độ tin cậy của máy phụ thuộc vào độ tin cậy của các chi tiết, bộ phận.

Có nhiều yếu tố cần cân nhắc khi lựa chọn như chi phí, chức năng, đặc tính, khối lượng,... Trong nhiều trường hợp không thể đáp ứng đồng thời các yêu cầu, do đó cần phân tích điều kiện làm việc cụ thể của chi tiết máy và máy để chọn vật liệu và chi tiết đáp ứng những yêu cầu cụ thể.



Hình 2. Hậu quả do lựa chọn vật liệu không phù hợp



Để giảm giá thành và thời gian thiết kế mà vẫn đảm bảo độ tin cậy yêu cầu của sản phẩm, biện pháp hiệu quả nhất là sử dụng tối đa các chi tiết và bộ phận máy, các mô đun được tiêu chuẩn hóa và thống nhất hóa; sử dụng những bộ phận máy có chức năng giống nhau.

### 2.3. Phân tích độ bền - ứng suất [2], [3], [6], [8]

Thiết kế hệ thống bền vững là thiết kế sản phẩm chịu được hư hỏng và ứng suất thay đổi. Lý do làm chi tiết hay kết cấu hư hỏng là cường độ và dạng tải trọng mà nó phải chịu đựng vượt khả năng độ bền của chi tiết, kết cấu.

Khi phân tích và thiết kế bất kì một chi tiết máy hay kết cấu, cần phải chú ý đến các yếu tố kích thước hình học từng bộ phận, đồng thời xác định được tải trọng tác dụng lên chúng và độ bền của vật liệu chế tạo chúng.

Có 4 loại yếu tố gây ứng suất trong các chi tiết, kết cấu máy: điện, cơ, nhiệt và hóa học. Ứng suất sinh ra do tác động của môi trường hoặc do vận hành. Các tác động đó gồm tải trọng, nhiệt độ, rung động và độ ẩm. Có hai phương pháp thiết kế để đảm bảo khả năng làm việc của hệ thống là: lựa chọn chi tiết và vật liệu có độ bền chịu được tải trọng lớn nhất hoặc bảo vệ chi tiết khỏi quá tải.

Các chi tiết cơ khí và các công trình thường bị hư hỏng dưới tác dụng tải trọng thay đổi, lặp lại, dao động và ngẫu nhiên. Trường hợp này, ứng suất lớn nhất khi hư hỏng đều nhỏ hơn giới hạn bền hoặc giới hạn chảy của vật liệu. Các dạng hư hỏng này được gọi là các dạng hư hỏng do mỏi.

Các vết nứt do mỏi thông thường xuất hiện trên bề mặt của chi tiết là những chỗ tập trung ứng suất cao, nơi có khuyết tật và các thớ vật liệu, các vết xước bề mặt, các tạp chất, bọt khí, nhấp nhô bề mặt gia công, thay đổi tiết diện ngang, góc lượn, rãnh then và các lỗ. Vì vậy, khi thiết kế cần tránh tập trung ứng suất, không thay đổi tiết diện ngang đột ngột; nâng cao chất lượng bề mặt chi tiết; sử dụng vật liệu có thành phần, tổ chức đồng nhất,... cho các chi tiết, kết cấu chịu tải trọng thay đổi.

### 2.4. Đảm bảo bôi trơn

Tuổi thọ của thiết bị, hệ thống phụ thuộc rất lớn vào việc bôi trơn nó trong quá trình vận hành. Dầu và mỡ bôi trơn cùng hệ thống bôi trơn là vấn đề quan trọng sống còn đối với một thiết bị.

Bôi trơn các bề mặt làm việc của thiết bị là nhằm đảm bảo cho các chi tiết làm việc ở trạng thái ma sát ướt. Chức năng chính của hệ thống bôi trơn là:

- Giảm ma sát và do đó, giảm được tổn thất năng lượng, giảm độ mòn bề mặt, đảm bảo nhiệt độ làm việc bình thường của máy.
- Nâng cao tuổi thọ của các bề mặt làm việc.
- Đảm bảo cho truyền động được êm, không ồn.
- Nâng cao hiệu suất của máy và đảm bảo độ chính xác khi làm việc của máy.

### 2.5. Đảm bảo làm nguội

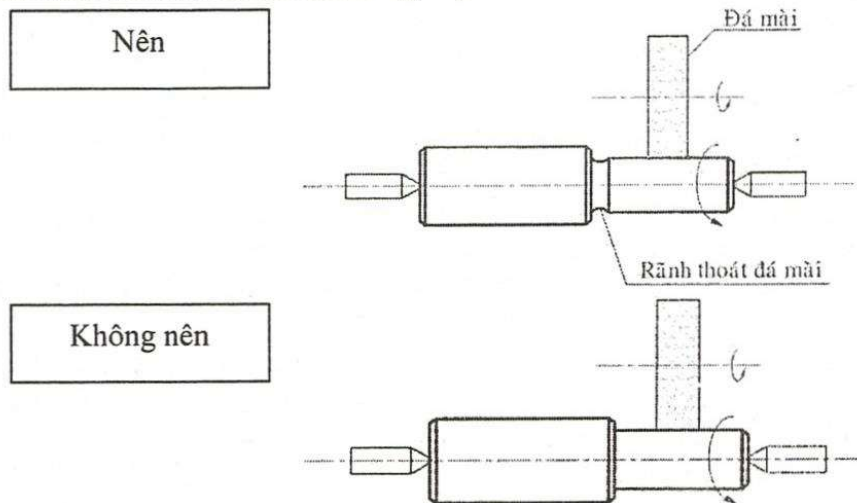
Làm nguội là biện pháp chủ yếu để giảm biến dạng nhiệt, một yếu tố ảnh hưởng đến độ chính xác, cứng vững của thiết bị. Biến dạng nhiệt sinh ra do tác động nhiệt của môi trường và do chính sự hoạt động của các cơ cấu trong thiết bị gây nên.

Đối với máy công cụ việc đưa chất lỏng trơn nguội tươi vào vùng cắt có tác dụng góp phần nâng cao tuổi thọ của máy, của dụng cụ cắt, đồng thời nâng cao được năng suất của máy, nâng cao chất lượng của bề mặt chi tiết gia công.

Lựa chọn chất làm nguội phụ thuộc vào vật liệu của chi tiết gia công và vào phương pháp gia công. Các dung dịch làm nguội có khi đảm nhiệm việc làm nguội là chủ yếu, có khi lại làm nhiệm vụ bôi trơn. Một dung dịch có tác dụng làm nguội tốt, khi tỷ nhiệt và khả năng dẫn nhiệt cao, ứng suất bề mặt nhỏ. Dung dịch có tác dụng bôi trơn tốt, khi độ nhớt của chất lỏng thay đổi ít khi nhiệt độ thay đổi; có khả năng tạo thành màng bôi trơn, hấp phụ vững chắc bề mặt cần bôi trơn.

### 2.6. Đặc tính hình học và khả năng công nghệ [2]

Giai đoạn thiết kế chi tiết sẽ xác định hoàn chỉnh về hình dáng hình học, vật liệu và dung sai của tất cả các bộ phận trong sản phẩm và xác định các đặc tính của các chi tiết, bộ phận tiêu chuẩn sẽ mua từ các nhà cung cấp.



Hình 3. Thiết kế dễ chế tạo

Khi thiết kế cần quan tâm đầy đủ đến việc lắp ghép, lựa chọn cấp chính xác và độ nhám bề mặt. Độ chính xác và độ nhám bề mặt có ảnh hưởng lớn đến khả năng làm việc của chi tiết, cũng như giá thành chế tạo chúng.

Thiết kế đảm bảo khả năng công nghệ có nghĩa là một mặt sản phẩm được thiết kế phải thỏa mãn các chỉ tiêu chủ yếu về khả năng làm việc và độ tin cậy, mặt khác việc chế tạo phải dễ dàng, tốn ít vật liệu, thời gian và chi phí.

Bảng 1. Khả năng công nghệ của một số phương pháp chế tạo [11]

Phương pháp chế tạo	Dung sai có thể đạt được (mm)
Phay	$\pm 0,025$ $\pm 0,05$
Khoan	$\pm 0,0051$
Mài	$\pm 0,125$
Cắt bằng tia lửa	$\pm 0,75 \text{ mm} / 25 \text{ mm}$
Cán nguội	$\pm 0,25$
Xử lý nhiệt	
v.v...	

### 2.7 Giảm rung động

Các rung động khi thiết bị vận hành phải được tính đến trong thiết kế để hạn chế ảnh hưởng của chúng tới độ chính xác, tuổi thọ của thiết bị. Các nguồn gây rung động là các



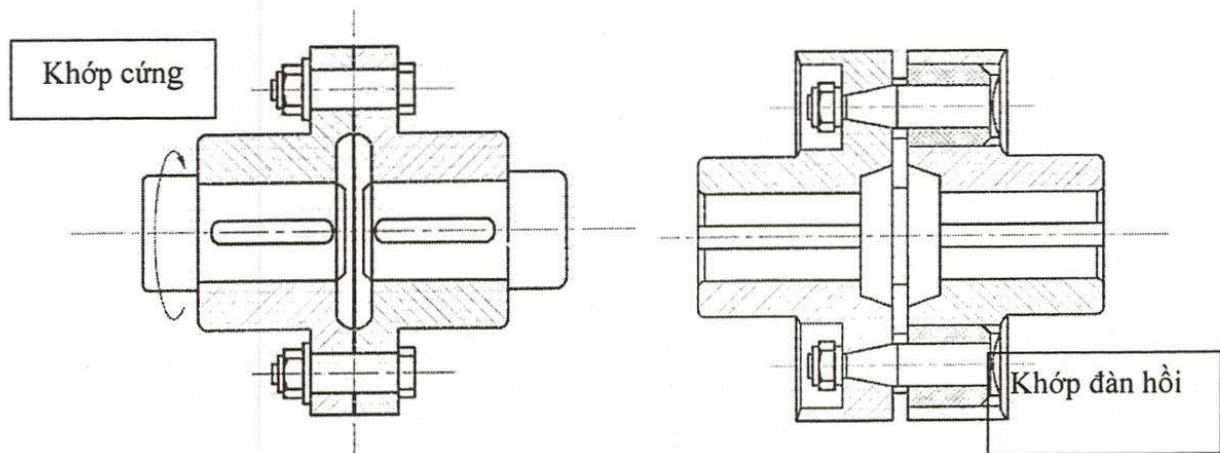
chuyển động, đặc biệt là chuyển động quay ở tốc độ cao; các tải trọng tác động theo chu kỳ; cũng có thể là rung động từ các nguồn bên ngoài,...

Các phương pháp cơ bản nhằm giảm rung động của máy: tăng độ cứng vững và tăng độ giảm chấn, làm triệt tiêu hay cách ly nguồn rung động.

- Tăng độ cứng vững luôn đi đôi với chi phí lớn và nhiều khi chỉ có thể đạt được hiệu quả bằng cách thay đổi lại kết cấu của máy.

- Phương pháp tăng độ giảm chấn có thể đạt được với những biện pháp đơn giản trên những máy đã có sẵn. Làm gối đỡ giảm chấn bằng dầu ép trên trục chính máy tiện có thể tăng năng suất cắt lên gấp đôi mà không sinh rung động, sử dụng các đệm giảm chấn, các khớp nối ly hợp đàn hồi, v.v...

- Có những rung động do một chi tiết nhất định nào đó gây nên. Do đó, có thể khử rung động bằng một hệ thống trọng khối phụ. Phương pháp này thường dùng trên các máy khoan, phay hay ở các trục côngxon.



Hình 4. Khớp đàn hồi giảm rung động

### 2.8. Khả năng hiệu chỉnh sai số

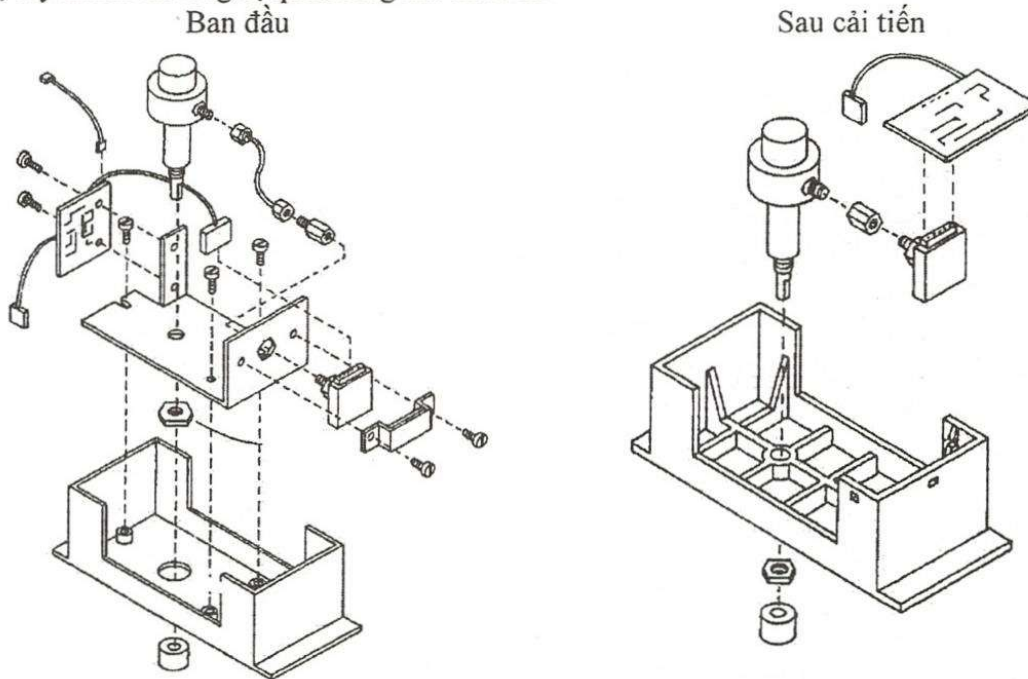
Điều chỉnh là quá trình tiến hành đối với các cụm, máy để các thông số của chúng đạt được giá trị mong muốn hoặc nằm trong phạm vi đề ra. Khi lắp ráp các chi tiết thành cụm, lắp ráp các cụm thành máy; lắp đặt máy vào vị trí vận hành; đặc biệt sau giai đoạn chạy rà hay sau một thời gian vận hành nhất định, máy phải được điều chỉnh để đạt độ chính xác và duy trì khả năng làm việc lâu dài. Như vậy, khả năng điều chỉnh có tác động trực tiếp tới độ tin cậy. Để sản phẩm có khả năng điều chỉnh, người thiết kế phải cân nhắc và đưa các yếu tố này vào ngay từ giai đoạn thiết kế.

Các chi tiết, cụm có nhu cầu điều chỉnh là trục chính (khe hở của gối đỡ), các rãnh trượt, băng trượt, bộ truyền động đai, xích (độ căng của các dây đai, xích,...), cụm trục của máy cán, máy in,... Các thông số quyết định đến tính năng làm việc của máy như cân bằng, điện áp, cường độ dòng điện, tốc độ vòng quay, lưu lượng, áp suất thủy lực,... nhìn chung, các thông số này cần được điều chỉnh nằm trong một phạm vi đã định để đảm bảo đặc tính làm việc của thiết bị, hệ thống.

### 2.9. Đảm bảo tính đơn giản để thu hẹp chuỗi dung sai [3], [8], [9]

Nguyên tắc cơ bản của thiết kế tin cậy là làm cho sản phẩm đơn giản. Một sản phẩm đơn giản sẽ có ít chi tiết, cụm hơn sản phẩm phức tạp. Sản phẩm trở nên dễ vận hành, dễ bảo trì

hơn. Thiết kế càng phức tạp, thì càng nhiều khả năng hư hỏng. Nguyên tắc này đơn giản và dễ hiểu, tuy nhiên thường bị quên lãng khi thiết kế.



Hình 5. Đơn giản hóa bộ kiểm soát áp suất

Thiết kế đảm bảo tính đơn giản là nguyên tắc thiết kế mang lại hiệu quả cao, tuy nhiên nó lại mâu thuẫn với một số khía cạnh thiết kế khác như dự phòng, đảm bảo an toàn,...

### 2.10. Sử dụng dự phòng phù hợp [1], [2], [3], [7], [9]

Một chiến lược chung khi phân tích độ tin cậy của một thiết bị, hệ thống là coi các phần tử của chúng chỉ là mắc nối tiếp. Các phần tử hoặc hệ thống con bổ sung được mắc song song vào hệ thống. Khi đó, phần tử của hệ thống và phần tử bổ sung phải hư hỏng tất cả thì hệ thống mới hư hỏng. Các phần tử và hệ thống con bổ sung này gọi là cấu hình dự phòng.

Có hai loại dự phòng là dự phòng chủ động và dự phòng thụ động. Trong dự phòng chủ động, phần tử dự phòng tham gia vận hành cùng toàn bộ thiết bị, hệ thống như một thành phần chính thức cùng tính năng. Ví dụ, một máy bay được thiết kế hai động cơ, khi hoạt động cả hai động cơ cùng làm việc. Nếu một động cơ bị hỏng thì máy bay vẫn bay được bằng động cơ còn lại. Dự phòng thụ động, phần tử dự phòng được lắp vào thiết bị, hệ thống ở trạng thái chờ (không hoạt động). Khi thành phần chính bị hỏng, thành phần dự phòng được kích hoạt đưa vào vận hành.

Đối với các thiết bị, hệ thống thông thường, người thiết kế căn cứ vào tính chất làm việc của các chi tiết, cụm hoặc căn cứ vào các dữ liệu thống kê về hư hỏng của các sản phẩm tương tự, xác định những chi tiết mau hỏng, đề ra danh mục vật tư dự phòng đi kèm theo máy như cầu chì, công tắc, bóng đèn, dây đai,... Dạng dự phòng này thường được áp dụng trong công nghiệp, giúp duy trì tình trạng “không hư hỏng” cho thiết bị, hệ thống.

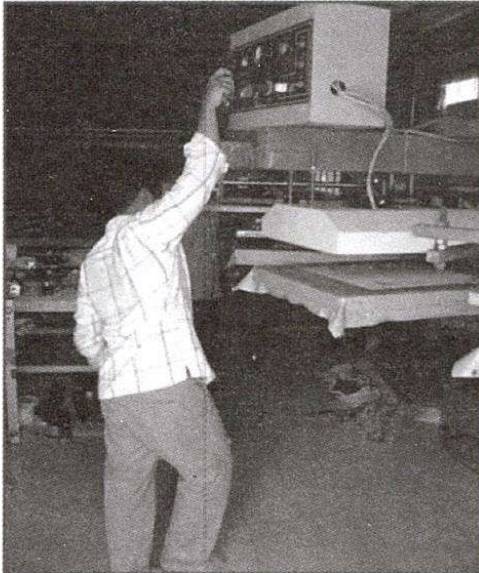
### 2.11. Đảm bảo yếu tố con người [3], [6]

Cần phải cân nhắc các yếu tố về khía cạnh con người như tầm vóc, sức mạnh, giác quan, tâm sinh lý,... ngay từ đầu giai đoạn thiết kế sản phẩm. Kích thước máy, nhất là độ cao từ sàn tới bàn làm việc, bảng điều khiển,...; khoảng không gian dành cho nhân viên làm việc trên



máy; phạm vi mà nhân viên phải giám sát, với tới,... đều phải được lường trước và làm cho phù hợp với tầm vóc của nhân viên. Thiết kế cần tạo môi trường tiện nghi nhất có thể cho người vận hành, từ tư thế làm việc trên máy đến các yếu tố thông gió, nhiệt độ, độ ẩm, các mùi khó chịu, độc hại,...

Không phù hợp



Phù hợp



Hình 6. Thiết kế đảm bảo yếu tố con người

### 2.12. Xét đến tác động của môi trường [1], [3], [6], [8], [9]

Môi trường là toàn bộ điều kiện tự nhiên và điều kiện do con người tạo ra, xuất hiện hoặc gặp phải ở bất kỳ thời gian và vị trí nào. Khí hậu khác nhau thì những yếu tố môi trường cũng khác nhau. Sự kết hợp nhất định những yếu tố môi trường và khí hậu có tác động khác nhau lên thiết bị, mức độ khốc liệt của chúng là khác nhau.

Quá trình tìm hiểu môi trường của hệ thống được xem như quá trình xác định các đặc tính của môi trường. Môi trường không chỉ bao gồm môi trường vận hành mà còn gồm tất cả các môi trường khác có thể tác động lên hệ thống như lưu kho, vận chuyển, lắp đặt,... Nếu không xem xét đến tác động của môi trường, hư hỏng và tai nạn có thể xảy ra khi sử dụng.

### 2.13. Đảm bảo an toàn [2], [6]

Độ tin cậy và an toàn của sản phẩm liên quan chặt chẽ với nhau. An toàn theo nghĩa rộng là tránh khỏi các yếu tố gây nên hư hỏng chi tiết, tổn thương cho con người hoặc hư hỏng lớn về trang thiết bị làm ảnh hưởng đến môi trường xung quanh. Độ tin cậy của một thiết bị, hệ thống không chỉ đánh giá bằng tuổi thọ của nó mà còn được đánh giá bằng khả năng vận hành an toàn, tức là đảm bảo an toàn cho cả người vận hành và thiết bị trong quá trình sử dụng, đồng thời đảm bảo an toàn cho những người xung quanh và môi trường sống.

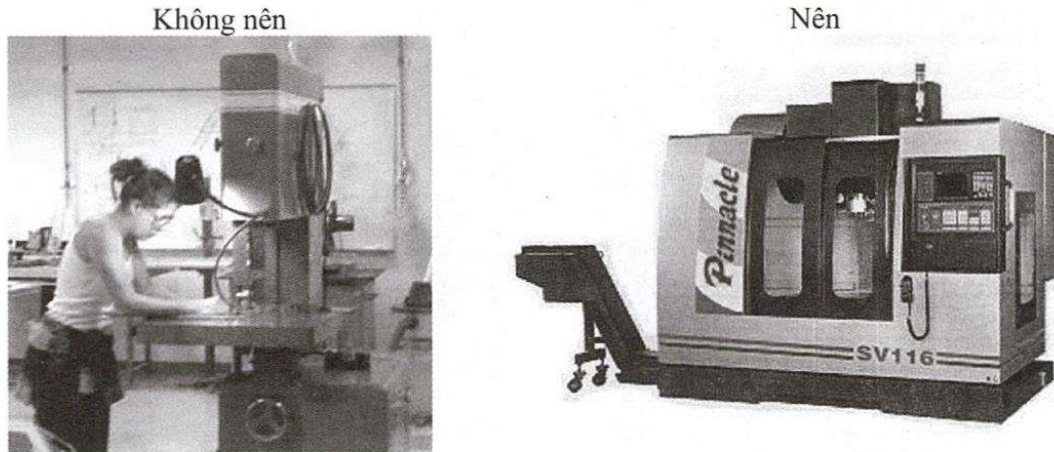
Cơ cấu điều khiển an toàn phải đảm bảo an toàn tuyệt đối cho nhân viên và máy. Các tay gạt phải đặt cách xa nhau một quãng nhất định, để khi điều khiển không bị va chạm. Cần tránh đặt những tay cầm cùng chuyên động với máy trong thời gian làm việc, các nút bấm điện cần phải đặt hơi sâu vào trong, và khoảng cách vừa phải để khỏi nhầm lẫn.

Khi thiết kế máy, cần chú ý đến vấn đề bảo vệ thân thể, giảm nhẹ lao động nặng nhọc cho nhân viên vận hành, cũng như phải bảo vệ máy, bảo vệ dụng cụ, chi tiết gia công, tránh những



yếu tố đưa đến hỏng máy. Việc đảm bảo an toàn cho cơ cấu máy đặc biệt quan trọng đối với máy tự động hoặc đường dây tự động. Các cơ cấu an toàn thông dụng là cơ cấu khóa lần, cơ cấu hạn chế hành trình, cơ cấu phòng quá tải. Sử dụng cơ cấu khóa lần để:

- Ngăn cản việc thực hiện cùng một lúc hai hoặc nhiều tỷ số truyền trong một nhóm truyền động.
- Ngăn cản không cho thực hiện cùng một lúc hai chuyển động riêng lẻ như: chuyển động của trục trơn và trục vít me ở bàn dao máy tiện, chuyển động của trục chính và chuyển động của cần khoan ở máy khoan v.v...



Hình 7. Bảo vệ khu vực gia công

- Bảo đảm trình tự điều khiển máy như: Khi phanh mờ, bộ ly hợp mới có thể đóng, khi đã ngừng lượng chạy dao, trục chính mới có thể ngừng như ở máy phay.

- Ngăn cách người vận hành với vùng nguy hiểm như cửa buồng công tác của máy CNC trung tâm,...

Cần có cơ cấu phòng quá tải để đề phòng các chi tiết hay bộ phận máy bị hư hỏng do quá tải. Cơ cấu sẽ tự động làm ngừng máy khi tải trọng vượt quá giá trị thiết kế. Các cơ cấu phòng quá tải thường dùng là các cơ cấu điện, thủy lực hay khí nén. Các cơ cấu phòng quá tải bằng cơ khí được dùng rộng rãi trong máy công cụ như chốt an toàn, ly hợp an toàn, trục vít rơi. Việc lựa chọn cơ cấu phòng quá tải phụ thuộc vào nhiều yếu tố, trước tiên là phụ thuộc vào các yêu cầu nhạy, nhanh, mức độ tự động để có thể bảo vệ có hiệu quả.

Khi phải sử dụng những vật liệu nguy hiểm như phóng xạ, hóa chất, tia nước áp lực cao,... phải thiết kế hệ thống cảnh báo, che chắn an toàn theo đúng quy phạm của từng loại. Các nguồn chất thải độc hại như hoá chất, dầu thải,... phải được lưu giữ và xử lý trước khi thải ra môi trường.

#### 2.14. Giám sát tình trạng và độ tin cậy phần mềm [6], [8]

Giám sát tình trạng là quá trình xác định tình trạng máy lúc đang hoạt động hay ngừng hoạt động. Nếu có một vấn đề nào xảy ra thì thiết bị giám sát sẽ phát hiện và cung cấp thông tin để có kế hoạch xử lý kịp thời đối với từng vấn đề cụ thể trước khi máy bị hư hỏng [10].

Thiết kế phải tạo điều kiện cho người sử dụng có khả năng nhận biết được tình trạng của thiết bị, những việc cần phải làm tương ứng với tình trạng đó. Giám sát tình trạng liên quan tới phần cứng, phần mềm gồm cả các tài liệu kỹ thuật của một sản phẩm.





Hình 8. Hệ thống giám sát tình trạng máy CNC

### 2.15. Xem xét lại thiết kế [4], [9]

Xem lại thiết kế để những kiểm tra sự phù hợp trên tất cả các khía cạnh của thiết kế, thường được tiến hành ở sau giai đoạn thiết kế hệ thống và thiết kế chi tiết.

Mục đích của xem lại thiết kế là để đảm bảo rằng thiết kế đã được nghiên cứu để xác định những vấn đề có thể xảy ra, cải thiện thiết kế ở nơi cần thiết, đảm bảo rằng thiết kế vừa ý nhất đã được lựa chọn nhằm đạt được những yêu cầu đề ra.

Xem xét lại thiết kế được tiến hành trước khi xuất bản vẽ sang chế tạo, rà soát theo các nguyên tắc thiết kế đảm bảo độ tin cậy đề ra:

- Phát hiện các yếu tố làm giảm độ tin cậy của sản phẩm.
- Xác nhận những đặc tính có thể có của sản phẩm.
- Đảm bảo sử dụng các mạch điện, thủy lực, khí nén tin cậy.
- Đánh giá những vấn đề liên quan đến điện, cơ, nhiệt của thiết kế.
- Đánh giá tất cả các chi tiết là đối tượng để điều chỉnh.
- Đảm bảo tính lắp lẫn của các hệ thống con, mạch điện, mô đun, các cụm tương tự.
- Đảm bảo đầy đủ và thích hợp các yếu tố liên quan đến chế tạo: kích thước, dung sai, sai lệch hình dáng, độ nhám bề mặt, độ cứng và các yêu cầu kỹ thuật khác.
- Các yêu cầu kiểm tra chất lượng, lắp ráp, bao gói, vận chuyển, lắp đặt, hiệu chỉnh,...

Quá trình xem xét lại thiết kế được tiến hành theo các bước:

- Xem xét lại thiết kế sơ bộ: Tiến hành trước khi thiết kế chi tiết để đánh giá sự tiến bộ và sự phù hợp của kết cấu đã lựa chọn; phát hiện những tồn tại và hướng khắc phục thiết kế sơ bộ.

- Xem xét lại thiết kế hoàn chỉnh. Được tiến hành khi thiết kế chi tiết hoàn thành và bản vẽ sản xuất đã sẵn sàng. Công việc này được tiến hành để xác định rằng thiết kế chi tiết đáp ứng các yêu cầu thiết kế và khả năng lắp ráp.

- Xem xét lại thiết kế trước khi sản xuất. Được tiến hành để xác định phải chăng độ tin cậy của hệ thống là phù hợp về mặt công nghệ để có thể chấp nhận bắt đầu sản xuất.



- Xem xét lại thiết kế về độ tin cậy và an toàn. Được tiến hành thông qua các phương pháp phân tích như: phân tích các dạng và tác động của hư hỏng, phân tích cây sự kiện và phân tích cây hư hỏng.

### **2.16. Phân tích hệ thống [2], [9]**

Nhiều phương pháp xem xét lại thiết kế và an toàn được phát triển để giúp hiểu được tai nạn xảy ra như thế nào và làm thế nào để giảm chúng. Xem xét lại thiết kế, trong đó có tiến hành phân tích, có thể phát hiện tất cả các khía cạnh của thiết kế. Nó giúp khám phá bất kỳ thiếu sót nào của thiết kế ở giai đoạn thiết kế sơ bộ, để có thể thay đổi thiết kế cho phù hợp hơn. Phổ biến nhất trong các phương pháp phân tích có thể áp dụng cho việc đánh giá lại thiết kế và an toàn của hệ thống phức tạp là phương pháp phân tích các dạng và tác động của hư hỏng (gọi tắt là FMEA), phân tích cây sự kiện (gọi tắt là ETA) và phân tích cây hư hỏng (gọi tắt là FTA).

FMEA là phương pháp quy nạp, phân tích bắt đầu ở mức độ chi tiết, xác định xác suất hư hỏng của hệ thống và chi tiết, các dạng hỏng của mỗi chi tiết và thiết lập ảnh hưởng của mỗi hư hỏng chi tiết đến toàn bộ hệ thống. ETA và FTA là phương pháp suy diễn, phân tích bắt đầu từ xác định các dạng hư hỏng tiềm tàng và phân tích từ hệ thống đi xuống để xác định các hư hỏng của phần cứng và lỗi của con người là các nguyên nhân gây nên các hư hỏng tiềm tàng.

### **2.17. Thiết kế dùng phương pháp nhóm [9]**

Thiết kế và phát triển các sản phẩm phức tạp là một nhiệm vụ không đơn giản. Nhiệm vụ chỉ có thể hoàn thành bởi một nhóm kỹ sư và người quản lý. Dù là kỹ sư hay người quản lý, không ai có đủ năng lực hiểu biết và đủ thời gian để tự mình hoàn thành một dự án. Bước đầu tiên để thiết kế một sản phẩm là thành lập nhóm thiết kế. Trong quá trình thiết kế nhóm thường phân chia thành từng nhóm nhỏ có quan hệ trong phạm vi công ty hoặc với một số nhà cung cấp bên ngoài. Mỗi thành viên của nhóm phải nắm được mục tiêu chung và hoàn thành phần việc mà mình được phân công.

Hiệu quả hoạt động của nhóm quyết định đến sự thành công của sản phẩm trên tất cả các khía cạnh, trong đó có độ tin cậy của sản phẩm.

## **3. KẾT LUẬN**

Thiết kế đảm bảo độ tin cậy là nhằm tạo được một sản phẩm đạt tính năng kỹ thuật mong muốn, ít hư hỏng trong quá trình sử dụng, lưu giữ. Đây không phải là một phương pháp định lượng, mà là phương pháp định tính và được sử dụng hiệu quả khi so sánh các cấu hình khác nhau của cùng một kiểu cơ cấu. Hơn thế nữa, phương pháp này còn thuận tiện cho việc nhận ra những vùng “không tin cậy” của thiết kế có thể gây ra các vấn đề trong tương lai. Tuy nhiên, thực tế cho thấy không một ai có thể đề ra những quy tắc đủ đảm bảo để tạo ra một thiết kế hoàn toàn tin cậy.

Phạm vi nghiên cứu của bài viết này nhằm đưa ra một hướng tích cực trong công tác thiết kế và phát triển sản phẩm nói chung cũng như trong ngành chế tạo máy của nước ta nói riêng.



## DESIGN FOR RELIABILITY

Tran Dang Hien<sup>(1)</sup>, Tran Dai Nguyen<sup>(2)</sup>, Pham Ngoc Tuan<sup>(2)</sup>

(1)X The United Enterprises of Z75, General Department of Technology,  
Ministry of National Defence

(2)University of Technology, VNU-HCM

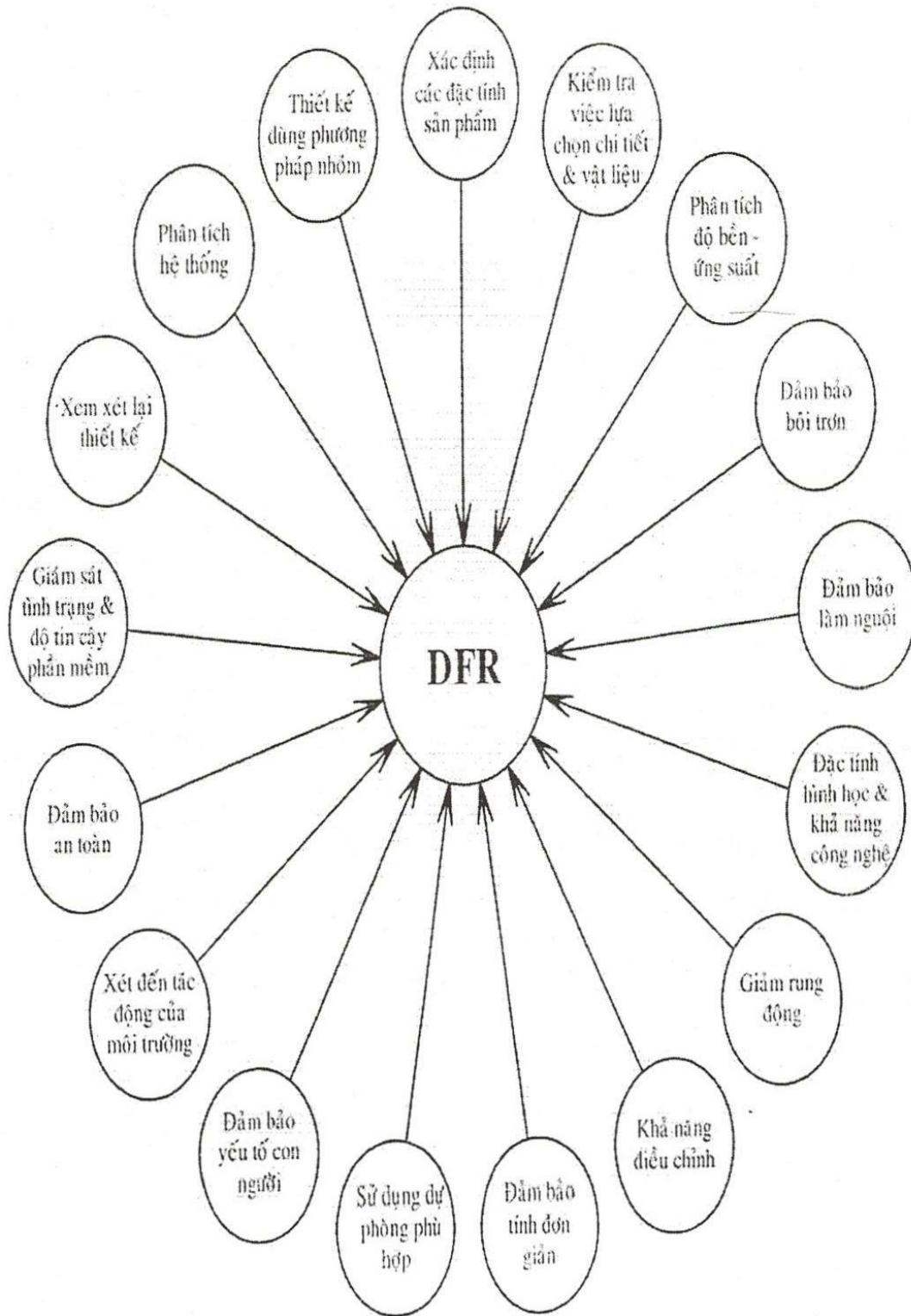
**ABSTRACT:** *The paper introduces guidelines for implementing design for reliability with the objective to have products to be manufactured and operated with minimum failures and downtime.*

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Kenneth Crow, *Design For The Life Cycle*. DRM Associates, (2002).
- [2]. Charles E. Ebeling, *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. McGraw – Hill, (1997).
- [3]. W. Grant Ireson, Clyde F. Coombs, Richard Y. Moss, *Hand book Reliability Engineering and Management*. McGraw – Hill, (1998).
- [4]. Tô Xuân Giáp, *Công việc của người thợ sửa chữa cơ khí- Tập 1 & 2*. NXB Giáo dục, (2000).
- [5]. Nguyễn Hữu Lộc, *Thiết kế và phân tích hệ thống cơ khí theo độ tin cậy*. NXB KHKT, (2006).
- [6]. MIL-HDBK-338B. *Electronic Reliability Design Handbook*, (1998).
- [7]. S.D. Roos, *A Model for Complex Product Development Using Integrated Product and support development Criteria*. Rand Afrikaans University. November (2001).
- [8]. David J. Smith, *Reliability, Maintainability and Risk*. Butterworth-Heinemann, (1993).
- [9]. TM 5-698-3, *Reliability Primer for Command, Control, Communications, Computer, Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance (C4ISR) Facilities*, July (2003).
- [10]. Phạm Ngọc Tuấn, *Kỹ thuật bảo trì công nghiệp*. NXB ĐH quốc gia TP HCM, (2005).
- [11]. Nguyễn Doãn Ý, *Độ tin cậy trong thiết kế chế tạo máy và hệ cơ khí*. NXB Xây dựng, Hà Nội (2004).

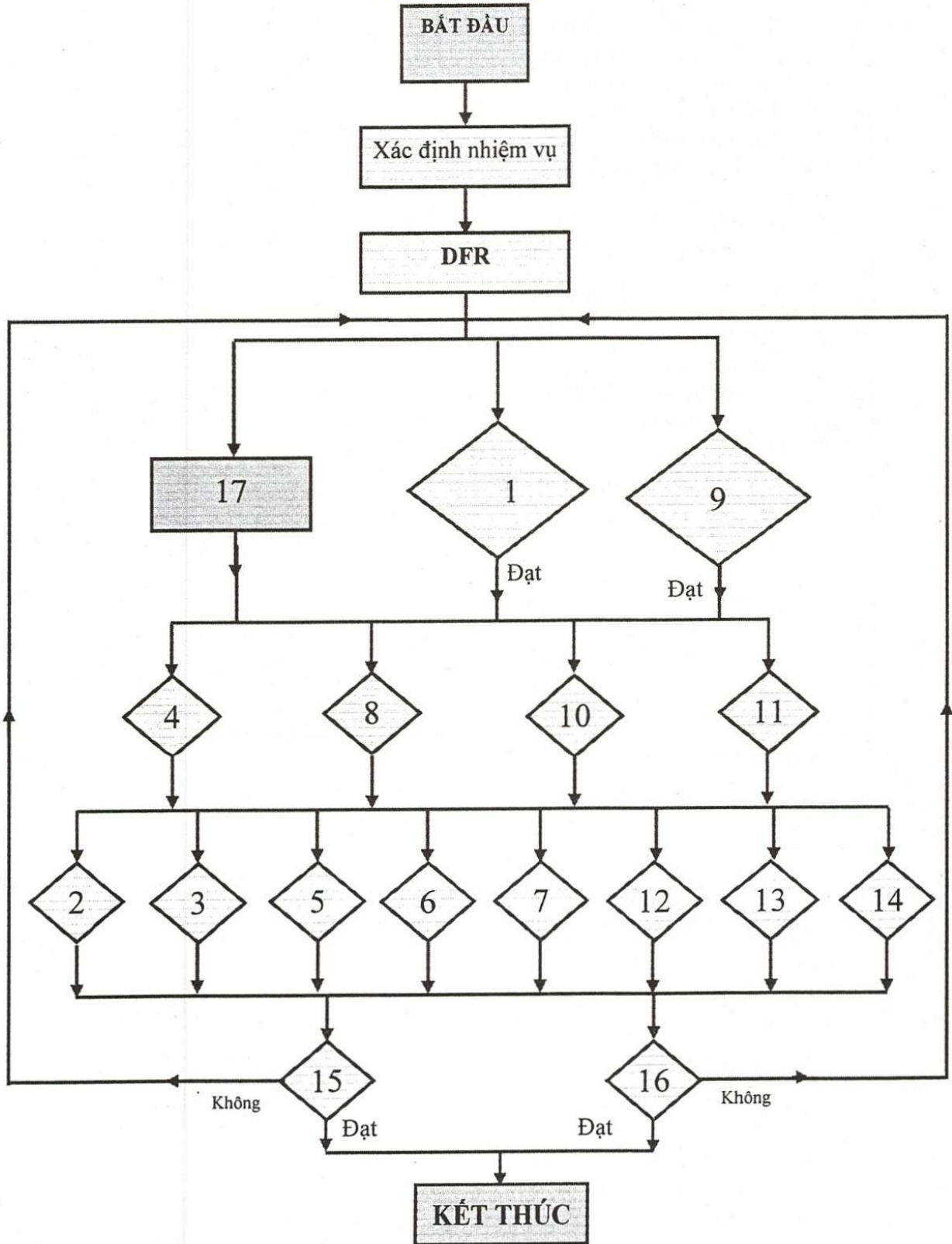


**Phụ lục 1**  
**Các nguyên tắc thực hiện DFR**





**Phụ lục 2**  
**Lưu trình thực hiện DFR**



*Ghi chú:* trường hợp “không đạt” thì cần điều chỉnh thiết kế cho đến khi đạt

### Các nguyên tắc DFR

1. Xác định các đặc tính sản phẩm
2. Kiểm tra việc lựa chọn chi tiết và vật liệu
3. Phân tích độ bền - ứng suất
4. Đảm bảo bôi trơn
5. Đảm bảo làm nguội
6. Đặc tính hình học và khả năng công nghệ
7. Giảm rung động
8. Khả năng điều chỉnh
9. Đảm bảo tính đơn giản
10. Sử dụng dự phòng phù hợp
11. Đảm bảo yếu tố con người
12. Xét đến tác động của môi trường
13. Đảm bảo an toàn
14. Giám sát tình trạng và độ tin cậy phần mềm
15. Xem xét lại thiết kế
16. Phân tích hệ thống
17. Thiết kế dùng phương pháp nhóm