

ÁP DỤNG PHƯƠNG PHÁP LOCARTI ĐỂ XÁC ĐỊNH NHANH GIỚI HẠN MỎI CỦA CHI TIẾT MÁY

Nguyễn Thanh Phong - Đặng Văn Nghìn - Chu Quốc Thắng

Trường Đại học Kỹ thuật
(Bài nhận ngày 22/06/1999)

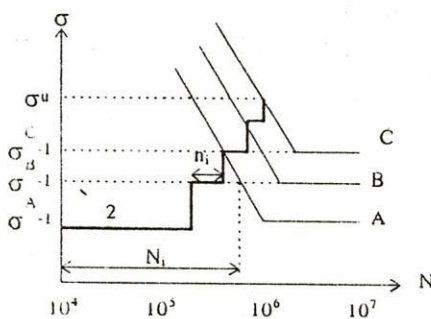
TÓM TẮT: Xác định giới hạn mỏi theo phương pháp cổ điển mất nhiều thời gian và chi phí lớn. Bài báo giới thiệu phương pháp xác định nhanh giới hạn mỏi theo phương pháp Locarti và ứng dụng nó để xác định hiệu quả sau khi lăn ép của chi tiết máy.

1- MỤC ĐÍCH NGHIÊN CỨU

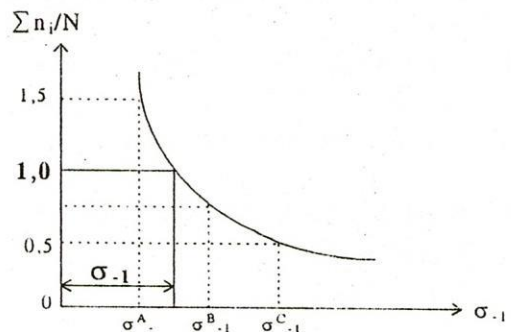
Để nghiên cứu đánh giá các biện pháp công nghệ nâng cao giới hạn mỏi của các chi tiết máy cần phải tiến hành thí nghiệm mỏi. Thử mỏi theo phương pháp thông thường được tiến hành trong các phòng thí nghiệm phải mất một thời gian khá lâu (khoảng 2-3 tháng) cũng như chi phí khá lớn mới thu được đầy đủ số liệu cần thiết. Do đó các nhà nghiên cứu đã đưa ra ý tưởng thử nghiệm nhanh sức bền mỏi với mục đích có được giới hạn mỏi trong thời gian ngắn nhất và tiết kiệm được chi phí thí nghiệm. Nhiều phương pháp xác định nhanh giới hạn mỏi được tìm ra như: phương pháp tăng tần số tải trọng, phương pháp đồng dạng năng lượng của IVANOVA, phương pháp tăng tải trọng một bậc của CORDONSKI, phương pháp tăng tải trọng từng bậc của LOCARTI và phương pháp tăng tịnh tiến tải trọng của PROT. So với những phương pháp khác thì phương pháp LOCARTI là một trong những phương pháp sử dụng hiệu quả nhất. Ở đây, chúng tôi tiến hành thử nghiệm mẫu qua tiện và lăn ép.

2- NỘI DUNG PHƯƠNG PHÁP LOCARTI

Phương pháp này dựa trên giả thuyết Miner về sự tuyến tính tích lũy các vết hỏng do mỏi. Thí nghiệm được tiến hành bằng cách tăng tải trọng từng bậc.



Hình 1: Đường cong mỏi lý thuyết và sơ đồ tải



Hình 2: Sơ đồ xác định giới hạn mỏi theo phương pháp Locarti

Ở mức đầu tiên mẫu được gia tải với mức ứng suất ban đầu σ_0 và thí nghiệm trong khoảng thời gian n_0 chu kỳ. Giá trị ứng suất ban đầu σ_0 được chọn nhỏ hơn giá trị sức bền mỗi cần tìm. Sau đó tăng ứng suất lên một lượng $\sigma_1 = \sigma_0 + \Delta\sigma$ và ở tải $\sigma = \sigma_1$ thử tải tiếp với n_1 chu kỳ. Chọn $n_1 = n_0$, sau đó tăng ứng suất lên lượng $\Delta\sigma$ tức là $\sigma_2 = \sigma_1 + \Delta\sigma$ và ở tải $\sigma = \sigma_2$ lại thử tải tiếp với n_2 chu kỳ. Quá trình cứ tiếp tục cho đến khi mẫu thử bị hỏng vì mỏi. Số chu kỳ tính đến bậc cuối n_m có thể bằng hoặc nhỏ hơn chu kỳ phá hủy. Ta có: $n_0 = n_1 = n_2 = \dots = n_{m-1}$.

Như đã biết tổng các vết hỏng mỗi tương đối bằng 1, tức là:

$$\sum_{i=1}^m \frac{n_i}{N_i} = \frac{n_0}{N_0} + \frac{n_1}{N_1} + \dots + \frac{n_i}{N_i} + \dots + \frac{n_m}{N_m} = 1$$

Trong đó: n_i là số chu kỳ chịu tải ứng với bậc thứ i , tức là ở tải $\sigma = \sigma_i$

N_i là tuổi thọ trung bình ứng với mức ứng suất σ_i , tức là số chu kỳ chịu tải cần thiết để chi tiết hỏng ở giá trị ứng suất σ_i . Ở giá trị N_i lấy theo các đường cong giả định A, B, C trên hình 1 tương ứng dạng đường cong mỗi của các mẫu đã thực nghiệm.

Theo các kết quả nhận được, người ta tính tỉ số $\frac{n_i}{N_i}$ và $\sum \frac{n_i}{N_i}$ sau đó dựng đồ thị với trục hoành biểu thị các giá trị $\sigma_{-1}^A, \sigma_{-1}^B, \sigma_{-1}^C$ và trục tung là các giá trị $\sum \frac{n_i}{N_i}$ tương ứng, đồ thị được biểu diễn trên hình 2. Bằng phương pháp nội suy

đồ thị ta tìm được giá trị σ_{-1} tương ứng với $\sum \frac{n_i}{N_i} = 1$

3- CÁCH TIẾN HÀNH THÍ NGHIỆM

Điều quan trọng trong phương pháp này là chọn ba thông số $\sigma_0, \Delta\sigma$ và n_i :

+ Người ta thường chọn σ_0 nằm trong khoảng:

$$1,0\sigma_R^d < \sigma_0 < 1,2\sigma_R^d \quad \text{khi uốn và kéo}$$

$$1,0\tau_R^d < \tau_0 < 1,2\tau_R^d \quad \text{khi xoắn}$$

Trong đó: σ_R^d, τ_R^d là giá trị mong đợi độ bền mỏi

+ Giá trị $\Delta\sigma$ và $\Delta\tau$ tốt nhất nằm trong khoảng:

$$0,05\sigma_R^d < \Delta\sigma_0 < 0,15\sigma_R^d \quad \text{và}$$

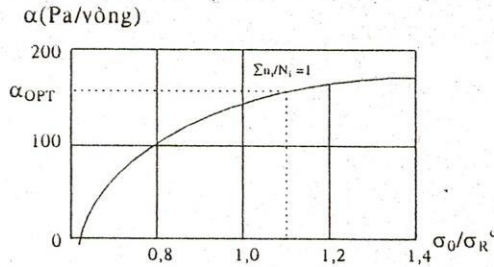
$$0,05\tau_R^d < \Delta\tau_0 < 0,15\tau_R^d$$

+ Số chu kỳ chịu tải n_i ở mức i xác định theo công thức: $n_i = \frac{\Delta\sigma}{\alpha}$ và $n_i =$

$$\frac{\Delta\tau}{\alpha}$$

Theo giá trị $\Delta\sigma$ ($\Delta\tau$) được chọn và tốc độ tăng ứng suất trung bình tối ưu α_{opt} , nếu $n_i > 10^6$ thì cần thiết phải giảm $\Delta\sigma$ ($\Delta\tau$).

Giá trị α_{opt} phụ thuộc vào $\frac{\sigma_0}{\sigma_R^d}$, hay $\frac{\tau_0}{\tau_R}$, được xác định theo biểu đồ sau



Hình 3 : Biểu đồ xác định α_{opt}

Từ những điều trên và kết hợp với các kích thước của mẫu thí nghiệm, chúng tôi chọn và tính toán để đưa ra các thông số:

$$\sigma_0 = (1 \div 1,2) \sigma_A^d = 1,17 * 125 = 147,2 \text{ N/mm}^2, \text{ tương ứng tải xấp xỉ } 4 \text{ KG}$$

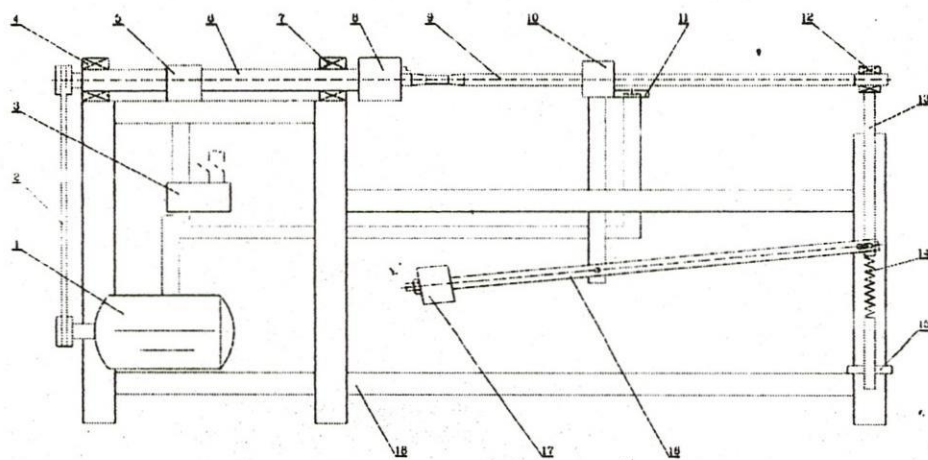
$$\Delta\sigma = (0,05 \div 0,15) \sigma_A^d = 0,117 * 125 = 14,72 \text{ N/mm}^2, \text{ tương ứng tải xấp xỉ } 0,4 \text{ KG}$$

Từ đồ thị trên hình 3, ta tra được $\alpha = 166$ và $n_i = \frac{\Delta\sigma}{\alpha} = \frac{14,72 \cdot 10^6}{166} = 88674$ vòng. Theo số liệu của máy, chúng tôi chọn $n_i = 88600$ vòng.

Thiết bị thí nghiệm máy thử mỗi TM-2 với đặc tính như sau:

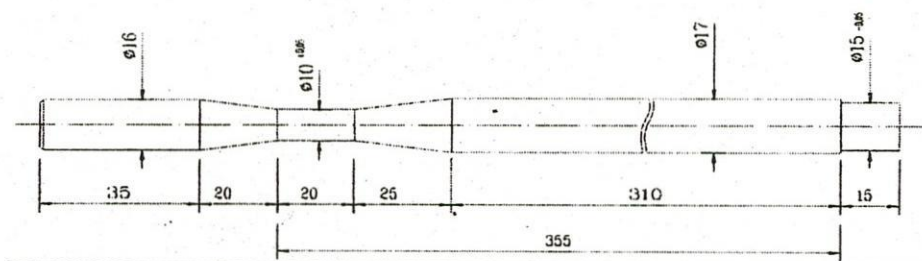
1. Kích thước bao, mm : 800 X 750 X 600
2. Số vòng quay của mẫu thử, v/ph : 2800
3. Đường kính mẫu thử, mm : 10
4. Phạm vi đặt tải, KG : $0^{KG} \rightarrow 20^{KG}$

Sơ đồ nguyên lý như trên hình sau: động cơ có số vòng quay 2.800 v/ph qua bộ truyền đai tới trục công tác 6. Trên trục công tác có gắn một gương phản chiếu, mỗi vòng quay nó sẽ tác động vào hệ thống thu phát hồng ngoại một lần. Tín hiệu hồng ngoại được xử lý và hiển thị trên bộ đếm. Một đầu mẫu thử được gắn trên mâm cặp ba chấu tự định tâm để kẹp chặt đầu mẫu thử, đầu còn lại gắn vào ổ bi cầu 12. Tải trọng tác dụng lên mẫu thử nhờ cơ cấu tăng lực kéo 13,14,15. Khi mẫu thử bị rớt xuống đè vào công tắc 11 ngắt dòng điện làm mô tơ dừng lại. Dựa vào chỉ số ghi trên máy chúng ta xác định được số chu kỳ phá hủy mỗi.



1-Mô tơ, 2-Bộ truyền đai, 3-hệ thống đếm, 4-Ổ bi, 5-Bộ tạo xung, 6-trục công tác, 7-ổ bi, 8-mâm cặp, 9-mẫu thử, 10-giá đỡ, 11-Công tắc thường đóng, 12-ổ bi cầu, 13,14,15-cơ cấu tăng lực kéo, 16-đòn bẩy, 17-đổi trọng, 18-khung máy

Mẫu thí nghiệm được chế tạo từ thép C45, có kích thước như hình vẽ sau:



Khoảng cách từ tiết diện gãy đến điểm đặt lực $l = 368\text{mm}$

Đường kính tiết diện gãy $d = 10\text{mm}$

Moment chống uốn $W_u = 0.1d^3$

Công thức tính ứng suất $\sigma_u = Pl/W_u$

Tiến hành thí nghiệm đặt tải ban đầu bằng 4 KG, cho mẫu quay 88600 vòng, sau đó tăng tải lên 0,4 KG và cho mẫu quay 88600 vòng. Cứ tiếp tục như thế đến khi nào mẫu gãy thì ghi lại mức tải cuối và số vòng quay ở mức đó.

***Kết quả của mẫu thép C45 sau tiên :**

Sau khi thu được kết quả thí nghiệm, tính N_{iAb} , N_{iB} , N_{iC} , và $\sum \frac{n_i}{N_i}$

$$\text{Mẫu 10 : } n_{\text{cuối}} = 27500 \text{ vòng} \quad \sum \frac{n_i}{N_{iA}} = 6,09 \quad \sum \frac{n_i}{N_{iB}} = 2,69 \quad \sum \frac{n_i}{N_{iC}} = 0,263$$

$$\text{Mẫu 12 : } n_{\text{cuối}} = 39700 \text{ vòng} \quad \sum \frac{n_i}{N_{iA}} = 6,40 \quad \sum \frac{n_i}{N_{iB}} = 2,86 \quad \sum \frac{n_i}{N_{iC}} = 0,289$$

$$\text{Mẫu 20 : } n_{\text{cuối}} = 54800 \text{ vòng} \quad \sum \frac{n_i}{N_{iA}} = 6,78 \quad \sum \frac{n_i}{N_{iB}} = 3,08 \quad \sum \frac{n_i}{N_{iC}} = 0,323$$

Theo các đồ thị (n_i / N_i , σ), chúng tôi xác định được giới hạn mỗi của các mẫu :

$$\text{Mẫu 10 : } \sigma_{-1} = 179,24 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Mẫu 12 : } \sigma_{-1} = 193,61 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Mẫu 20 : } \sigma_{-1} = 182,74 \quad \text{N/mm}^2$$

Nếu thử mỗi bằng phương pháp cổ điển với thép C45 không lăn ép thì giới hạn mỗi $\sigma_{-1} = 190 \text{ N/mm}^2$. Khi dùng phương pháp LOCARTI để xác định nhanh giới hạn mỗi đối với các mẫu 10, 12, 20 sẽ có các sai số tương ứng là 5,6%; 1,9%; 3,8%.

*Kết quả của mẫu thép C45 lăn ép

Các mẫu sau khi tiện được lăn ép trên máy tiện có gá đầu lăn ép ba bi dạng thủy lực theo các thông số sau:

- Thông số lăn ép:
- + Đường kính bi lăn ép : $D = 22 \text{ mm}$
 - + Lực lăn ép : $P = 600 \text{ N}$
 - + Lượng chạy dao : $S = 0,1 \text{ mm/vòng}$
 - + Số vòng quay trục chính $n = 100 \text{ vòng / phút}$

Mẫu sau khi lăn ép được thử mỗi theo phương pháp Locarti được trình bày ở trên, ta thu được kết quả thí nghiệm:

- Số liệu thí nghiệm:
- . Mẫu 13 : mức tải cuối 10,8 KG ; 21400 vòng.
 - . Mẫu 14 : mức tải cuối 10,8 KG ; 15800 vòng.
 - . Mẫu 18 : mức tải cuối 10,8 KG ; 19300 vòng.

Tương tự trên, chúng tôi thu được kết quả của các mẫu thép C45 lăn ép như sau :

$$\text{. Mẫu 13 : } \sigma_{-1} = 275,8 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{. Mẫu 14 : } \sigma_{-1} = 267,4 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{. Mẫu 18 : } \sigma_{-1} = 271,5 \quad \text{N/mm}^2$$

4- NHẬN XÉT KẾT QUẢ

* Để xác định giới hạn mỗi của một loại vật liệu, phương pháp Locarti cho phép giảm thời gian thí nghiệm xuống còn khoảng một ngày và chỉ cần một mẫu thí nghiệm. Do đó giảm đáng kể chi phí thí nghiệm. Quy trình thí nghiệm đơn giản.

* Sử dụng phương pháp LOCARTI có thể xác định nhanh giới hạn mỗi với độ chính xác khá cao (nhỏ hơn hoặc bằng 5,6%).

* Mẫu được lăn ép bằng dầu lăn 3 bi thủy lực thì độ bền mỗi tăng lên từ 1,2 đến 1,5 lần.

APPLY LOCARTI METHOD TO DEFINE THE FATIGUE LIMITATION QUICKLY OF THE BURNISHED PARTS

Nguyen Thanh Phong – Dang Van Nghin – Chu Quoc Thang

ABSTRACT: To define the fatigue limitation by the traditional method costs much time and expenses. The article recommends how to define the fatigue limitation quickly by Locarti method and to apply this method to define the result of machinery's parts after burnishing

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Forrest P.G., Fatigue of metals
- [2] Đặng Văn Nghin - Đỗ Tấn Dân, Thiết kế và chế tạo máy thử mỏi, Tạp chí cơ khí ngày nay
- [3] Thái Thị Thu Hà, Nghiên cứu tăng bền chi tiết máy bằng phương pháp biến dạng dẻo, Thuyết minh đề tài nghiên cứu cấp bộ mã số:B96-20-08, Tháng 8-1997