

TỐI ƯU HÓA ĐA MỤC TIÊU QUÁ TRÌNH LĂN ÉP RUNG SƠ MI XI LẠNH

Thái Thị Thu Hà - Mai Duy Nam

Trường Đại Học Kỹ Thuật

(Bài nhận ngày 15/03 /1998)

TÓM TẮT: Bài báo trình bày kết quả bài toán tối ưu hóa đa mục tiêu quá trình lăn ép rung sơ mi xi lanh bằng những phương pháp khác nhau, nhằm đạt đồng thời nhiều chỉ tiêu như: độ cứng bề mặt, độ nhám bề mặt và độ chính xác về kích thước.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ.

Sơ mi xi lanh là một trong những chi tiết quan trọng của động cơ làm việc trong điều kiện chịu nhiệt độ cao, áp suất lớn và chịu ma sát mài mòn liên tục.

Cho nên khi chế tạo phải bảo đảm đạt được đồng thời nhiều chỉ tiêu khác nhau như độ cứng bề mặt 220 HB, độ nhám bề mặt $R_a \leq 0,63 \mu m$ và độ chính xác cấp 6.

Thực chất đây là bài toán tối ưu hóa đa mục tiêu, mà chúng ta có thể giải chúng bằng nhiều bằng phương pháp khác nhau [1] như :

- Phương pháp chọn chỉ tiêu quan trọng nhất.
- Phương pháp đưa ra chỉ tiêu mới.
- Phương pháp dùng chỉ tiêu tổng hợp.

Sau đây chúng ta sẽ khảo sát kết quả giải các bài toán này theo các phương pháp kể trên.

II. GIẢI QUYẾT VẤN ĐỀ.

2.1 Theo phương pháp thứ nhất chúng ta có thể dùng các chỉ tiêu sau đây làm hàm mục tiêu trong bài toán tối ưu hóa một mục tiêu :

- Độ nhám bề mặt R_a nhỏ nhất, đây là một trong những yêu cầu kỹ thuật quan trọng đối với sơ mi xi lanh.
- Độ cứng tế vi H_v lớn nhất.
- Chiều cao phần lồi H_c nhỏ nhất, để đảm bảo độ chính xác cao nhất khi lăn ép rung.

Như vậy chúng ta sẽ lần lượt giải 3 bài toán tối ưu hóa một mục tiêu.

Như chúng ta đã biết để giải bất kỳ một bài toán tối ưu hóa nào phải có được hàm mục tiêu..

Đối với vật liệu GX 24 – 44 chúng ta đã nhận được các công thức thực nghiệm sau đây [2].

$$R_a = 69,69 S^{0,0409} / (P^{0,6803} \cdot D_b^{0,6195}) \quad (1)$$

$$H_v = 151,9 P^{0,1482} / (S^{0,0101} \cdot D_b^{0,1692}) \quad (2)$$

$$H_c = 22,16 P^{0,0999} / (P^{0,0035} \cdot D_b^{0,8619}) \quad (3)$$

Với các thông số lực lăn ép P, lượng chạy dao S, đường kính viên bi D_b thay đổi trong phạm vi sau đây:

$$190 \leq P \leq 360 \quad (N)$$

$$\begin{aligned} 0,5 \leq S &\leq 2,4 \quad (\text{mm/v}) & (4) \\ 4 \leq D_b &\leq 6,4 \quad (\text{mm}) \end{aligned}$$

Như vậy nếu quan tâm đến độ nhám bề mặt thì ta sẽ chọn chỉ tiêu tối ưu là độ nhám bề mặt R_a và cần phải giải bài toán thứ nhất.

Đối với bài toán này chúng ta có thể phát biểu như sau: Hãy xác định các thông số công nghệ P, S, D_b thỏa mãn các ràng buộc thông số (4) sao cho hàm mục tiêu (1) đạt cực tiểu.

Giải bài toán này theo [3] kết quả nhận được là R_a đạt giá trị nhỏ nhất $R_a = 0,4699 \mu\text{m}$, khi $S = 1 \text{ mm/v}$, $P = 300\text{N}$, và $D_b = 6\text{mm}$. Khi đó $H_v = 266$; $H_c = 8,25 \mu\text{m}$.

Nếu quan tâm đến độ cứng bề mặt thì ta chọn chỉ tiêu tối ưu là độ cứng tế vi H_v và giải bài toán thứ hai này theo [3] ta có :

H_v đạt giá trị cực đại $H_v = 280$ khi $S = 1 \text{ mm/v}$, $P = 300\text{N}$ và $D_b = 4 \text{ mm}$. Khi đó $R_a = 0,609 \mu\text{m}$ và $H_c = 11,8 \mu\text{m}$.

Nếu quan tâm đến độ chính xác gia công thì ta chọn chỉ tiêu tối ưu là chiều cao phần lồi H_c và giải bài toán thứ ba này theo [3] ta có:

H_c đạt giá trị cực tiểu $H_c = 4,86 \mu\text{m}$ khi $S = 2,4 \text{ mm/v}$, $P = 190 \text{ N}$ và $D_b = 6,4 \text{ mm}$ Khi đó $R_a = 0,64 \mu\text{m}$ và $H_v = 240$.

2.2 Nếu đưa ra chỉ tiêu mới thì chúng ta có thể dùng diện tích rãnh tương đối F_t vì nó chịu ảnh hưởng đồng thời của cả 3 chỉ tiêu R_a, H_v, H_c .

Ta có thể xác định diện tích rãnh tương đối F_t theo công thức sau [4].

$$F_t = \frac{2P}{3S} [2 + \sqrt{1 + (2ei / D_{ph})^2}] 100\% \quad (5)$$

Trong đó: $i = \frac{n_{huk}}{n_{ph}}$ là tỷ số giữa số hành trình kép trong 1 phút của đầu lăn ép n_{huk}

với số vòng quay của phôi n_{ph} .

$$p = \sqrt{D_b \cdot h}$$

D_b : đường kính viên bi (mm)

$$h = 12,352 \cdot P^{0,723} / (D_b^{0,809} \cdot D_{ph}^{0,329}) \quad (6)$$

e là độ lệch tâm

S là lượng chạy dao (mm/v)

Theo [4] độ mòn tối ưu đối với sơ mi xi lanh khi F_t đạt 40%.

Giải bài toán tối ưu hóa theo diện tích rãnh tương đối F_t , chúng ta có các lời giải sau đây :

$S = 0,706 \text{ mm/v}$; $P = 218\text{N}$; $D_b = 5\text{mm}$; $e = 1,5\text{mm}$; $n_{ph} = 50 \text{ v/ph}$; $n_{huk} = 1400\text{ht/ph}$.
 Khi đó $R_a = 0,65 \mu\text{m}$; $H_v = 253$; $H_c = 11,3 \mu\text{m}$.

2.3 Nếu dùng chỉ tiêu tổng hợp chúng ta có thể xây dựng hàm mục tiêu theo công thức sau đây:

$$F = \sum \alpha_i \cdot q = \alpha_R \cdot q_R + \alpha_V \cdot q_V + \alpha_C \cdot q_C \quad (7)$$

Trong đó : q_R, q_V, q_C là các chỉ tiêu đơn tương ứng xác định theo công thức sau:

$$\begin{aligned} q_R &= 2 (R_a - R_a^{mm}) / (R_a \text{ max} + R_a \text{ min}) \\ q_V &= 2 (H_v - H_v^{mm}) / (H_v \text{ max} + H_v \text{ min}) \\ q_C &= 2 (H_c - H_c^{mm}) / (H_c \text{ max} + H_c \text{ min}) \end{aligned} \quad (8)$$

$\alpha_R, \alpha_V, \alpha_C$ tương ứng với các giá trị hệ số mong muốn của các thông số R_a, H_v, H_c và được xác định theo các công thức sau đây:

$$\alpha_R = (R_a \text{ max} - R_a^{\text{mm}}) / \lambda (R_a \text{ max} - R_a \text{ min})$$

$$\alpha_V = (H_v \text{ max} - H_v^{\text{mm}}) / \lambda (H_v \text{ max} - H_v \text{ min}) \quad (9)$$

$$\alpha_C = (H_c \text{ max} - H_c^{\text{mm}}) / \lambda (H_c \text{ max} - H_c \text{ min})$$

Với $\lambda = (R_a \text{ max} - R_a^{\text{mm}}) / (R_a \text{ max} - R_a \text{ min})$
 $+ (H_v \text{ max} - H_v^{\text{mm}}) / (H_v \text{ max} - H_v \text{ min})$
 $+ (H_c \text{ max} - H_c^{\text{mm}}) / (H_c \text{ max} - H_c \text{ min}) \quad (10)$

Khi giải bài toán này chúng ta chỉ cần nhập các giá trị mong muốn về $R_a^{\text{mm}}, H_v^{\text{mm}}$ và H_c^{mm} máy tính sẽ xác định các giá trị $\alpha_R, \alpha_V, \alpha_C$ và tìm được các giá trị tối ưu P, S, D_b thỏa mãn các chỉ tiêu tối ưu R_a, H_v, H_c .

Kết quả bài toán này được thực hiện trong bảng sau đây:

| TT | Các giá trị mong muốn và tối ưu | | | Hệ số mong muốn | | | Các thông số công nghệ | | |
|----|---------------------------------|----------------------|----------------------|-----------------|------------|------------|------------------------|------|-------|
| | R_a | H_v | H_c | α_R | α_V | α_C | P | S | D_b |
| | $\frac{0.5}{0.500026}$ | $\frac{260}{264}$ | $\frac{8}{7.44}$ | 0.469 | 0.246 | 0.28 | 300 | 1.4 | 5.6 |
| | $\frac{0.52}{0.558}$ | $\frac{275}{274.4}$ | $\frac{10.5}{10.5}$ | 0.452 | 0.446 | 0.101 | 300 | 1.0 | 4.6 |
| | $\frac{0.55}{0.56}$ | $\frac{270}{270}$ | $\frac{10}{10}$ | 0.442 | 0.409 | 0.148 | 284 | 1.0 | 4.8 |
| | $\frac{0.6}{0.6}$ | $\frac{265}{263}$ | $\frac{9}{9}$ | 0.395 | 0.361 | 0.234 | 251 | 1.14 | 5.0 |
| | $\frac{0.6638}{0.6638}$ | $\frac{260}{257.7}$ | $\frac{8.35}{8.349}$ | 0.337 | 0.324 | 0.338 | 219 | 1.28 | 5.0 |
| | $\frac{0.7}{0.699}$ | $\frac{255}{255.28}$ | $\frac{8}{7.988}$ | 0.310 | 0.270 | 0.419 | 205 | 1.4 | 4.966 |
| | $\frac{0.75}{0.749}$ | $\frac{250}{252}$ | $\frac{7.5}{7.55}$ | 0.248 | 0.023 | 0.548 | 190 | 1.59 | 4.8 |
| | $\frac{0.75}{0.75}$ | $\frac{250}{251}$ | $\frac{6.5}{6.44}$ | 0.220 | 0.180 | 0.598 | 190 | 2.12 | 4.96 |
| | $\frac{0.8}{0.68}$ | $\frac{245}{245}$ | $\frac{5.5}{5.33}$ | 0.132 | 0.091 | 0.775 | 190 | 2.4 | 5.75 |

Ghi chú : trong các cột 2, 3, 4 tử số là tương ứng với các giá trị mong muốn còn mẫu số là tương ứng với các giá trị tối ưu.

III/ KẾT LUẬN

Trên đây đã trình bày 3 phương pháp giải bài toán tối ưu hóa đa mục tiêu. Mỗi phương pháp có những ưu nhược điểm cũng như phạm vi sử dụng khác nhau và chúng ta có thể rút ra một vài kết luận sau đây:

1- Phương pháp chọn chỉ tiêu quan trọng nhất cho phép chỉ ưu tiên một chỉ tiêu nào đó đạt kết quả mong muốn và không quan tâm đến các chỉ tiêu khác có thỏa mãn hay không.

2- Trong công nghệ răn ép rung sơ mi xi lanh chúng ta có thể chọn chỉ tiêu diện tích rãnh tương đối làm chỉ tiêu tối ưu là phù hợp vì nó đã phụ thuộc vào các chỉ tiêu đơn khác. Tuy nhiên trong các trường hợp khác có thể rất khó chọn các chỉ tiêu mới để thay thế các chỉ tiêu cũ.

3- Muốn thỏa mãn đồng thời nhiều chỉ tiêu cùng một lúc có thể dùng phương pháp chỉ tiêu tổng hợp. Nó cho phép xác định nghiệm tối ưu để thỏa mãn đạt cùng một lúc các chỉ tiêu đã cho trong hầu hết các trường hợp.

Trong các trường hợp còn lại chúng ta sẽ nhận được các lời giải tối ưu tiến gần đến các giá trị mong muốn. Hệ số mong muốn cho phép thúc đẩy quá trình tìm kiếm nghiệm tối ưu tiến gần đến các giá trị mong muốn của các chỉ tiêu tối ưu.

**THE MULTI-TARGETED OPTIMIZATION
OF VIBRATIONAL BURNISHING PROCESS ON CYLINDER LINER**
Thai Thi Thu Ha – Mai Duy Nam

ABSTRACT: The article presenting the results of multi-targeted optimization problem, solved in many different methods of vibrational burnishing process on cylinder liner, aim at obtaining such simultaneous criteria as: surface hardness, surface roughness and accuracy in measurement.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- 1- Đặng Văn Nghìn, Sử dụng máy tính điện tử để tối ưu hóa trong thiết kế và công nghệ, Trường Đại học Bách khoa TP. HCM(1993)
- 2- Đặng Văn Nghìn, Nghiên cứu công nghệ lăn ép rung, Thuyết minh đề tài cấp Bộ, B92-05-25.
- 3- Đặng Văn Nghìn và Mai Duy Nam, Phần mềm tối ưu hóa(1993)
- 4- Snheider YG, Tính chất sử dụng của chi tiết máy có nhấp nhô tế vi đều(1982), (Tiếng