ĐO DAO ĐỘNG CƯỠNG BỨC CỦA CỤM TRỤC CHÍNH MÁY TIỆN BẰNG THIẾT BỊ DATA COLLECTOR 2526E VÀ PHẦN MỀM SENTINEL™

TS ĐÀO DUY TRUNG
Viện Nghiên cứu Cơ khí
Bộ Công thương

Bài báo giới thiệu tóm tắt các kết quả đo xác định dao động (biên độ, vận tốc và tần số) của máy tiện khi chạy không tải, có tải ở 100% và 125% giá trị thiết kế bằng thiết bị đo dao động Data Collector 2526E và phần mềm chuyên dùng Sentinel™ của Đan Mạch. Kết quả này dùng để đánh giá và nghiệm thu chất lượng thiết kế và chế tạo các máy tiện hiện nay ở trong nước. Từ đó, tìm các giải pháp nâng cao năng suất, chất lượng và độ chính xác gia công của máy.

***Từ khóa:* đo dao động cưỡng bức, cụm trục chính máy, máy tiện, phần mềm chuyên dụng.**

THE MEASUREMENT OF FORCED VIBRATION OF MAIN SPINDLE UNIT IN LATHE USING THE DATA COLLECTOR 2526E EQUIPMENT AND SENTINEL TM SOFTWARE

Summary

The article introduces briefly the measured rerults to define vibrational levels (amptitudes, velocities and frequencies) of lathe running at zero load, 100% designed load and 125% designed load by using the Data Collector 2526E equipment and SentinelTM specifialized software. These rerults have been used to evaluate and accept the quality of designing and manufacturing turning equipment in Vietnam. From that, the author find out the solutions to increase productivity, quality and degree of processing accuracy.

***Key words*: to mesure forced vibration, machine main spindle unit, lathe, specifialized software.**

Đặt vấn đề

Hiện nay, việc đo các thông số của dao động cưỡng bức (biên độ, vận tốc, gia tốc và tần số) của các đối tượng chịu rung động được thực hiện bằng nhiều thiết bị và các phần mềm tương ứng đi kèm. Trong quá trình làm việc khi chịu tác động của các lực, hệ trục chính máy tiện, bao gồm trục, các bánh răng truyền động lắp trên trục, các ổ trục lắp cụm trục chính... bị rung động, ảnh hưởng đến độ chính xác gia công chi tiết, ảnh hưởng đến độ bền và tuổi thọ của máy.

Thực hiện việc đo dao động của cụm này ở các chế độ cắt thử quy định là cần thiết, nhằm đánh giá chất lượng của chi tiết gia công và đặc biệt là đánh giá độ chính xác của máy khi chế tạo mới, cũng như sau một thời gian sử dụng. Bài báo trình bày việc đo dao động của cụm trục chính khi dùng thiết bị và phần mềm đo rung động chuyên dùng của Đan Mạch. Đây là thiết bị đo mới, có độ chính xác đo và phân tích cao, được dùng khá phổ biến trên thế giới hiện nay. Các kết quả đo này được công bố có tính cập nhật mới.

Nội dung nghiên cứu

Thiết bị đo dao động, thu thập dữ liệu Data Collector 2526E [3]: là thiết bị đo dao động cầm tay nhằm thu thập và phân tích các dữ liệu về thông số dao động của máy. Thiết bị có thể tích hợp với các hệ thống giám sát trực tuyến (Online) và gián đoạn (Offline), nhằm giám sát và chẩn đoán tình trạng hoạt động và làm việc của máy. Thiết bị cho phép cân bằng

động tại hiện trường chi tiết quay, với số mặt phẳng tối đa là 4.

Hình 1: cấu hình của thiết bị Data Collector 2526E

Thiết bị và phần mềm đo dao động [2], bao gồm: hệ thống thu thập dữ liệu cầm tay (Data Collector System 2526E)-Offline; đầu đo gia tốc kế - 4391E; cáp nối AO 0268, kết nối máy đo Data Collector và đầu đo gia tốc kế 4319E. Phần mềm phân tích và chẩn đoán tình trạng thiết bị, bao gồm: phần mềm (SENTINEL™) Machine Monitoring Software - Type 7107M; cáp nối AO 0268, kết nối máy đo Data Collector và đầu đo gia tốc kế 4319E.

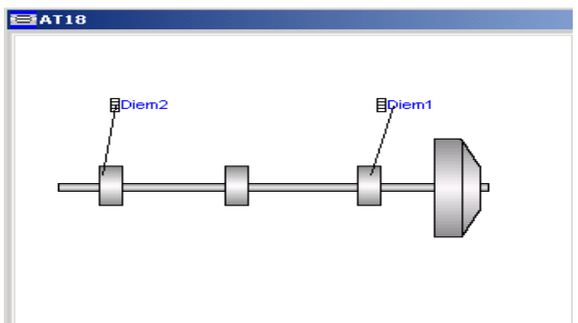
Các công thức chuyển đổi giá trị đo [4]:

$$v = d.\omega = d.2\pi.f_R$$

$$\Rightarrow d = v/(2\pi.f_R)$$

với: v - vận tốc dao động [µm/s]; d - giá trị biên độ dao động [µm]; f_R- giá trị tần số quay [Hz].

Sơ đồ đo dao động hệ trục chính được chỉ ra ở hình 2.



Hình 2: sơ đồ đo dao động cụm trục chính

Tốc độ quay của trục chính: n = 120 vòng/phút ⇒ tần số quay f_R = 120/60 = 2,0 Hz; các giá trị đo được xác định tại hai điểm đo như ở sơ đồ đo (hình 2).

Trên hình 2, điểm 1 là điểm ổ đỡ trước đầu mâm cặp; điểm 2 là điểm ổ đỡ sau trục. Các chế độ đo: không tải, 100% chế độ thử cắt và 125% chế độ thử cắt.

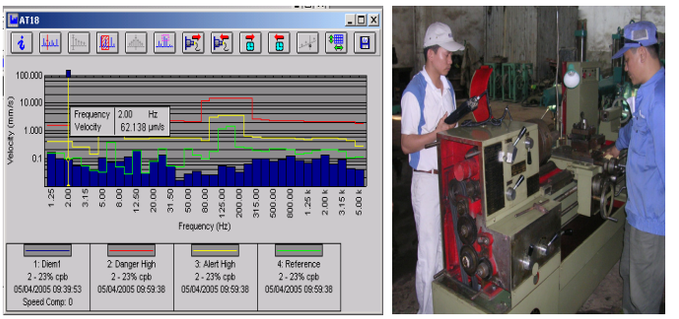
Kết quả đo dao động trục chính

Dao động được đo trên máy tiện T18A, tại Công ty Cơ khí Hà Nội. Dưới đây là kết quả đo kiểm tra dao động.

Chạy không tải

Chế độ: n = 120 vòng/phút.

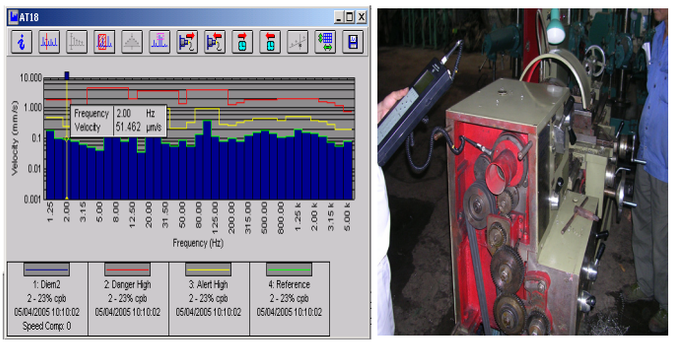
Tại điểm đo 1: biểu đồ đo dao động và hình ảnh đo được thể hiện ở hình 3.



Hình 3: biểu đồ và hình ảnh đo dao động tại điểm 1 khi chạy không tải

Kết quả: giá trị vận tốc dao động: v = 62,138 µm/s; giá trị biên độ dao động: d = 4,241 µm.

Tại điểm đo 2: biểu đồ đo và hình ảnh đo dao động được chỉ ra ở hình 4.



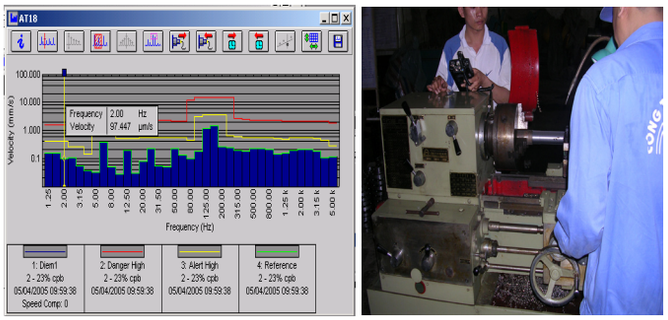
Hình 4: biểu đồ và ảnh đo dao động tại điểm 2 khi chạy không tải

Kết quả: giá trị vận tốc dao động: v = 51,462 µm/s; giá trị biên độ dao động: d = 3,512 µm.

Chế độ 100% tải cắt thử của máy

Với n = 120 vòng/phút, t = 4 mm, s = 0,63 mm/vòng.

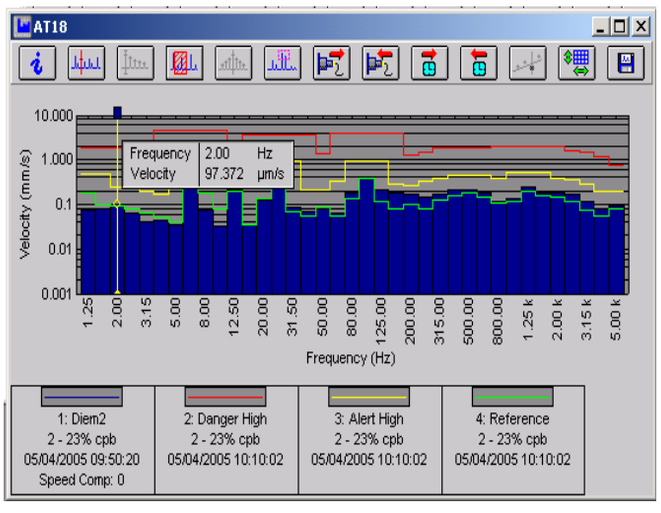
Tại điểm đo 1: biểu đồ và hình ảnh đo được thể hiện ở hình 5.



Hình 5: biểu đồ và ảnh đo dao động tại điểm 1 khi chế độ 100% tải cắt thử

Kết quả: giá trị vận tốc dao động: v = 97,447 µm/s; giá trị biên độ dao động: d = 7,759 µm.

Tại điểm đo 2: biểu đồ đo được thể hiện ở hình 6.



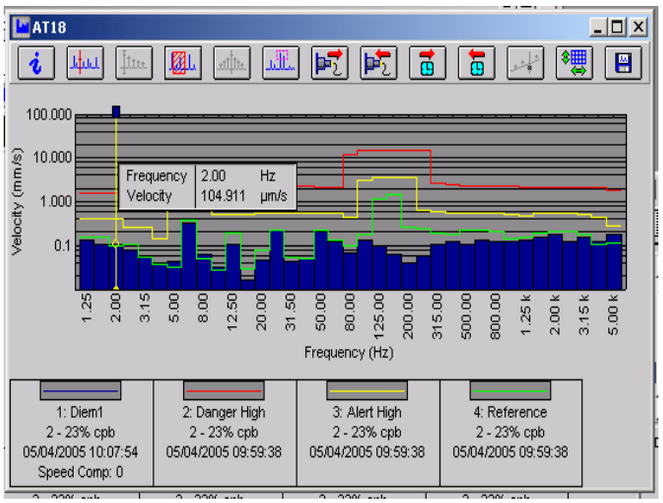
Hình 6: biểu đồ đo dao động tại điểm 2, chế độ 100% tải

Kết quả: giá trị vận tốc dao động: v = 97,372 µm/s; giá trị biên độ dao động: d = 7,753 µm.

Chế độ 125% tải cắt thử

Với n = 150 vòng/phút; t = 4 mm; l = 250 mm; s = 0,63 mm/vòng.

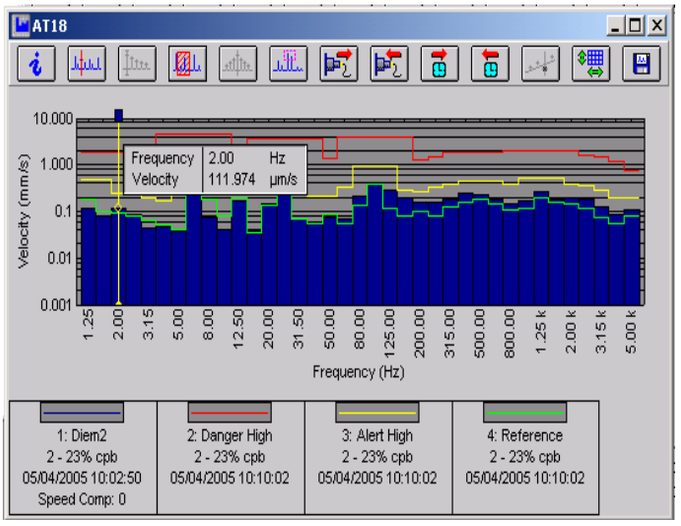
Tại điểm đo 1: biểu đồ đo dao động được thể hiện ở hình 7.



Hình 7: biểu đồ đo dao động tại điểm 1 khi chế độ 125% tải cắt thử

Kết quả: giá trị vận tốc dao động: v = 104,911µm/s; giá trị biên độ dao động: d = 8,353 µm.

Tại điểm đo 2: biểu đồ đo được chỉ ra trên hình 8.



Hình 8: biểu đồ đo dao động tại điểm 2 khi chế độ 125% tải cắt thử

Kết quả: giá trị vận tốc dao động: v = 111,974 µm/s; giá trị biên độ dao động: d = 8,915 µm.

Tổng hợp kết quả đo dao động được thể hiện ở bảng 1.

Bảng 1: giá trị kết quả đo dao động

Điểm đo	Chế độ tải chạy máy	Tần số khi đo [Hz]	Giá trị vận tốc dao động, v [µm/s]	Giá trị biên độ dao động, d [µm]
Điểm 1	Không tải	2	62,138	4,241
Điểm 2		2	51,462	3,512
Điểm 1	Có tải 100%	2	97,447	7,759
Điểm 2		2	97,372	7,753
Điểm 1	Có tải 125%	2	104,911	8,353
Điểm 2		2	111,974	8,915

Bảng 2 so sánh sai khác của chuyển vị hướng kính tại đầu mâm cặp trục chính khi đo dao động trên máy chịu tải và khi tính toán theo COSMOS Desgin STAR.

Bảng 2: sai khác về chuyển vị tại đầu lắp mâm cặp và đầu sau (đầu phía ngược lại của đầu lắp mâm cặp) khi tính toán và đo kiểm

Chuyển vị tại / Tải trọng	Đầu mâm cặp [µm]		Sai khác giữa tính và đo kiểm [%]	Đầu sau [µm]		Sai khác giữa tính và đo kiểm [%]
	Tính toán	Đo kiểm		Tính toán	Đo kiểm	
100%	8,13	7,759	4,56	8,253	7,753	6,06
125%	8,820	8,353	5,29	9,389	8,915	5,05

Như vậy, giữa kết quả đo và kết quả tính toán sai khác từ gần 5 đến khoảng hơn 6%. Kết quả này có thể chấp nhận được trong thực tế.

Kết luận

Các giá trị đo được tại ổ trước và ổ sau như ở bảng 1 là các giá trị tại vỏ ngoài của ổ, không phải giá trị tại đầu mút trục chính. Do có sự lệch cong của trục chính khi cắt tại đầu mút, nên chuyển vị lớn nhất thường xảy ra tại đầu mút này và giá trị tại đó thường gấp 1,2 đến 1,3 lần chuyển vị tại ổ [2].

Khi đo kiểm để xác định vận tốc dao động và đặc biệt là biên độ chuyển vị hướng kính tại hai ổ đỡ trước và ổ sau trục chính khi không tải, có tải 100% và 125% tải cắt thử, nhận thấy: biên độ dao động khi không tải tại ổ trước không lớn: 4,2 µm; biên độ dao động (chuyển vị) tại đầu lắp mâm cặp (điểm 1) khi tải bằng 125% tải thử đạt 8,353 µm (vẫn nằm trong phạm vi độ chính xác cấp 2 - cấp trung bình) theo TCVN 1882:1995 cho máy tiện thông dụng cỡ nhỏ và trung [1, 5].

Máy tiện sử dụng đạt độ chính xác gia công yêu cầu ở chế độ tải nhỏ hơn 125% chế độ tải thử máy.

Phương pháp đo dao động này có thể áp dụng cho cụm trục chính của một số máy công cụ khác, như: máy khoan, phay, mài...■

Tài liệu tham khảo

[1] TCVN 1882:1995, *Máy tiện thông dụng cỡ nhỏ và trung.*

[2] Nguyễn Anh Tuấn, Phạm Đắp, Phạm Thế Trường, Nguyễn Huy Hiển (1998), *Động lực máy công cụ*, Nxb Đại học Bách khoa, Hà Nội.

[3] Bruel and Kjar. *Instruction and overview - Data colector System 2526E Offline and SENTINEL™*, Machine Monitoring Software.

[4] Inman D.J (2005). *Engineering Vibration,* Prentice Hall Inc, New Jersey.

[5] Ачеркал Н (1986). *Проэктирования металорежущих станок,* Том 3-Мир, Москва.