

ẢNH HƯỞNG CỦA VẬN TỐC CẮT ĐẾN ĐỘ NHÁM BỀ MẶT TRONG QUI TRÌNH TIỆN REN BẰNG CÁN DAO GIẢM CHẤN

EFFECT OF CUTTING SPEED ON THE SURFACE ROUGHNESS FOR INTERNAL THREADING PROCESS WITH THE DAMPING TOOL

Phạm Sơn Minh, Đỗ Thành Trung, Lâm Thanh Bình, Hồ Ngọc Thế Quang
Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP. Hồ Chí Minh

TÓM TẮT

Cán dao giảm chấn là một trong những giải pháp kỹ thuật hiệu quả và kinh tế trong quá trình nâng cao năng suất gia công cắt gọt kim loại. Trong quá trình tiện ren trong, dao tiện thường phải dùng cán dài, vì vậy, sử dụng cán dao giảm chấn là một trong những phương án giảm dao động của dao, cũng như đảm bảo chất lượng bề mặt gia công. Trong bài cáo này, ren trong của lỗ sẽ được gia công với cán dao thường và cán dao giảm chấn. Trong cả hai trường hợp, vận tốc cắt sẽ được thay đổi với ba loại vật liệu phôi là thép C45, nhôm 6061 và gang xám. Kết quả thí nghiệm cho thấy, khi cắt với tốc độ cắt cao, cán dao thường sẽ cho độ nhám cao hơn trường hợp vận tốc thấp khoảng 2 lần. Trong khi đó, cán dao giảm chấn có thể giữ độ nhám ren trong khoảng 2 μm đến 3 μm . Đặc biệt, với vật liệu nhôm và gang xám, cán dao giảm chấn cho kết quả tốt hơn với trường hợp cắt với tốc độ cao.

Từ khóa: Tiện ren trong; Cán dao giảm chấn; Gia công giảm rung động.

ABSTRACT

Silent tool is an effective technical and economical solution that helps to increase productivity in manufacturing. While the threading product usually require to use long blades, so, using silent tool is the best option for reducing the vibration and maintaining the quality of the cutting surface. In this paper, the internal thread will be made by the turning tool with and with out damping function. For both cases, the cutting speed will varied under three type of sample material as steel C45, aluminum 6061, and cast iron. The result shows that with the high cutting speed, the common turning tool will let the roughness increases about 2 time. However, the damping tool could keep the roughness in the range of 2 μm to 3 μm . Especially, with the material of aluminum and cast iron, the damping tool shows the better roughness with the high cutting speed.

Keywords: Internal thread turning, silent tool; Damping in manufacturing.

1. GIỚI THIỆU

Gia công tiện ren là một phương pháp gia công ren chủ yếu trong ngành Cơ khí chế tạo máy. Phương pháp này được áp dụng rộng rãi để gia công trục truyền động, các trục chịu tải, các chi tiết lắp ghép, đai ốc... Trong gia công tiện ren thì gia công tiện ren trong là một nguyên công đòi hỏi sự chính xác cao về giá đặt và điều kiện gia công. Đối với gia công tiện ren trong, nhiều yếu tố ảnh hưởng đến năng suất gia công ren trong như vận tốc cắt [1], lượng chạy dao [2], chiều sâu cắt [3,4] và dụng cụ gia công [5]. Hiện nay, có nhiều công trình nghiên cứu ảnh hưởng của chế độ cắt, dụng cụ cắt đến năng suất trong gia công [2-5]. Tuy nhiên, việc nghiên cứu và ứng dụng cán dao giảm chấn (một công nghệ mới) đến năng suất trong gia công thì chưa có nhiều nghiên cứu, đặc biệt là ở Việt Nam. Bên cạnh việc tăng năng suất gia công, chất lượng bề mặt (Ra) vẫn phải được đảm bảo [6-9], vì chất lượng bề mặt chi tiết gia công là một trong những vấn đề rất quan trọng nhằm tạo ra các sản phẩm, máy móc thiết bị đạt độ chính xác cao, tuổi bền cao đảm bảo hiệu quả về kinh tế, kỹ thuật. Vì vậy, tác giả đề xuất sử dụng cán dao giảm chấn để nâng cao năng suất đáp ứng nhu cầu của các doanh nghiệp.

Bài báo này trình bày một nghiên cứu thực nghiệm, nhằm nâng cao năng suất đồng thời đảm bảo chất lượng bề mặt khi gia công ren trong. Các thông số lượng chạy dao (S) tuy có ảnh hưởng đến năng suất và chất lượng bề mặt nhưng dễ gây ra sai lệch biên dạng ren nên được thiết lập cố định trên máy, chiều sâu gia công (t) ít ảnh hưởng đến chất lượng bề mặt và được thiết lập theo chế độ gia công từ catalogue của hãng Sandvik. Thông số vận tốc cắt (V) có ảnh hưởng nhiều đến năng suất và chất lượng bề mặt gia công. Hơn nữa, thông số vận tốc cắt dễ điều chỉnh. Vì những lý do trên nghiên cứu thực nghiệm này đánh giá khả năng tăng năng suất đồng thời đảm bảo chất lượng bề mặt theo thông

số vận tốc cắt.

2. THỰC NGHIỆM NÂNG CAO NĂNG SUẤT

2.1. Điều kiện thí nghiệm

Nghiên cứu này sẽ được tiến hành với các điều kiện như sau:

- Vật liệu: Thép C45, nhôm 6061, gang xám.

- Máy tiện: Takamaz EX-12, xuất xứ: Japan, số vòng quay trục chính lớn nhất: 3000 vòng/phút, số ổ dao: 8, hệ điều hành: Fanuc 0T.

- Dụng cụ cắt: Tất cả dụng cụ cắt dùng trong thực nghiệm là của hãng Sandvik.

- Mảnh insert R166.0L – 11VM01 – 001, thông số hình học như Bảng 1.

Bảng 1: Thông số hình học mảnh insert

iC	d ₁	S	H _A	H _B	re
6,35	2,8	3,17	1,45	0,06	0,06

- Cán dao giảm chấn 570-3C-16-156, thông số hình học như bảng 2.

Bảng 2: Thông số hình học cán dao giảm chấn

dm _m	dm _t	Dm _{sur}	D _{th}	I ₁	I ₄	I _{th}
16	16	20	G1/8"	156	55	12

- Đầu dao giảm chấn R566.0KFC-162012-11, thông số hình học như Bảng 3.

Bảng 3: Thông số hình học đầu dao giảm chấn

dm _m	I ₁	f ₁	Dm _{min}
16	20	12	20

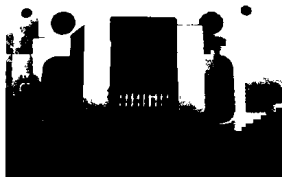
• Cán dao thường R154.0KF-16-1220-11B, với thông số hình học như Bảng 4.

Bảng 4: Thông số hình học cán dao thường

d_{m_w}	$D_{m_{\min}}$	$D_{m_{\max}}$	f_1	l_1	h	l_2
16	12	12	10	125	15	20,9

- Máy đo độ nhám SJ - 301 của Mitutoyo, xuất sứ Japan.

- Đường đo ren 188-101 của Mitutoyo, xuất sứ Japan.



Hình 1. Biên dạng ren bị sai khi gia công thép C45 ở $V_c = 110$ (m/phút)

2.2. Các biến thí nghiệm và miền khảo sát

Phạm vi khảo sát của thông số vận tốc cắt được chọn gần nhất với thông số do hãng Sandvik khuyến nghị. Các thông số ứng với ba loại vật liệu như sau:

- Thép C45 vùng vận tốc cắt khảo sát từ 60 – 120 m/phút, độ chia là 10 m/phút.

- Nhôm 6061 vùng vận tốc cắt khảo sát từ 200 – 260 m/phút, độ chia là 10 m/phút.

- Gang xám vùng vận tốc cắt khảo sát từ 60 – 100 m/phút, độ chia là 10 m/phút.

2.3. Kế hoạch thí nghiệm

Toàn bộ thí nghiệm được thực hiện trên cùng một máy tiện CNC và điều kiện gia công như nhau. Ở mỗi vận tốc cắt sẽ gia công 5 mẫu, sau đó, giá trị đo trung bình sẽ được tính và so sánh giữa các trường hợp. Các kết quả đo độ nhám được tổng hợp cho 3 loại vật liệu như Bảng 5, 6, và 7. Ngoài ra, các số liệu về độ nhám cũng được so sánh như hình 2, 3, và 4. Trong bảng 5, khi gia công bằng cán dao thường cho thép C45, ở vận tốc lớn hơn 110 m/phút, biên dạng ren xuất hiện sai lệch (hình 1), do đó, thí nghiệm với vật liệu này chỉ dừng lại với tốc độ cắt 100 m/phút.

Bảng 5: Kết quả thí nghiệm trên thép C45

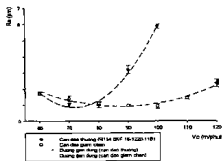
Vận tốc cắt	Độ nhám cán dao thường (μm)		Độ nhám cán dao giảm chấn (μm)	
	Ra	\overline{Ra}	Ra	\overline{Ra}
60	1,84	1,73	1,82	1,73
	1,74	±	1,56	±
	1,62	0,08	1,82	0,12
70	0,92	1,04	1,64	1,4
	1,08	±	1,3	±
	1,12	0,08	1,26	0,16
80	0,98	1,01	1,2	1,1
	1,17	±	0,93	±
	0,89	0,1	1,17	0,11
90	3,37	3,19	0,87	0,96
	3,02	±	0,99	±
	3,18	0,12	1,02	0,06
100	5,92	5,89	0,81	0,92
	6,05	±	0,85	±
	5,71	0,12	1,09	0,12
110	X		1,41	1,42
	X		1,55	±
	X		1,31	0,08
120	X		2,03	2,33
	X		2,68	±
	X		2,27	0,24

Bảng 6: Kết quả thí nghiệm trên nhôm 6061

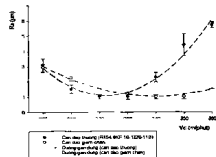
Vận tốc cắt Vc (m/ph)	Độ nhám cần dao thường (µm)		Độ nhám cần dao giảm chấn (µm)	
	Ra	R̄a	Ra	R̄a
200	2,74	3,09	3,03	2,93
	3,34	±	3,17	±
	3,19	0,23	2,58	0,23
210	1,69	1,52	2,17	2,26
	1,32	±	2,08	±
	1,55	0,13	2,54	0,18
220	1,08	1,05	1,53	1,63
	0,89	±	1,71	±
	1,19	0,11	1,64	0,07
230	1,08	1,04	1,30	1,24
	1,14	±	1,17	±
	0,89	0,1	1,26	0,05
240	2,42	2,29	1,07	1,01
	2,37	±	0,91	±
	2,08	0,14	1,04	0,06
250	5,47	4,40	1,17	1,03
	3,95	±	0,98	±
	3,77	0,72	0,93	0,1
260	5,92	5,7	1,84	1,72
	5,41	±	1,58	±
	5,77	0,19	1,74	0,09

Bảng 7: Kết quả thí nghiệm trên gang xám

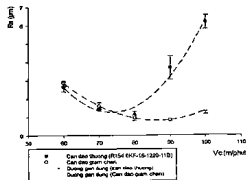
Vận tốc cắt Vc (m/ph)	Độ nhám cần dao thường (µm)		Độ nhám cần dao giảm chấn (µm)	
	Ra	R̄a	Ra	R̄a
60	2,23	2,65	3,05	2,84
	2,9	±	2,68	±
	2,81	0,28	2,8	0,14
70	1,72	1,41	1,87	1,59
	1,84	±	1,34	±
	1,58	0,11	1,56	0,19
80	1,09	1,14	1,17	0,95
	1,34	±	0,83	±
	0,98	0,14	0,86	0,14
90	3,28	3,68	0,92	0,83
	3,56	±	0,77	±
	4,19	0,34	0,81	0,06
100	6,77	6,20	1,25	1,36
	5,94	±	1,16	±
	5,88	0,38	1,67	0,21



Hình 2. Mối quan hệ giữa vận tốc cắt và độ nhám bề mặt thép C45



Hình 3. Mối quan hệ giữa vận tốc cắt và độ nhám bề mặt nhôm 6061



Hình 4. Mối quan hệ giữa vận tốc cắt và độ nhám bề mặt gang xám

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Độ nhám sau khi gia công ren cho vật liệu C45, nhôm 6061 và gang xám được tiến hành đo, tổng hợp và so sánh như hình 3, 4 và 5. Quan sát các đồ thị hình 2, hình 3 và hình 4, nhận thấy độ nhám bề mặt khi gia công trên cán dao thường và cán dao giảm chấn đều biến thiên theo một hàm parabolic. Tuy nhiên, độ dốc giữa các hàm này là khác nhau, với cán dao thường độ dốc đường parabolic cao hơn nhiều so với cán dao giảm chấn. Phương trình hồi quy đối với đồ thị của 2 loại cán dao. Thông qua phương pháp hồi qui, phương trình biểu diễn sự thay đổi của độ nhám khi thay đổi vận tốc cắt được tính toán như sau:

Cán dao thường:

$$\text{Thép C45: } y=0,0064x^2-0,9261x+34,1277;$$

$$\text{Nhôm 6061: } y=0,0035x^2-1,5789x+176,7857;$$

$$\text{Gang xám: } y=0,0074x^2-1,0869x+41,2671.$$

Cán dao giảm chấn:

$$\text{Thép C45: } y=0,0012x^2-0,2169x+10,4083;$$

$$\text{Nhôm 6061: } y=0,0012x^2-0,5918x+72,0129;$$

$$\text{Gang xám: } y=0,0029x^2-0,5035x+22,5586.$$

Kết quả thực nghiệm cho thấy ở cùng một độ nhám cấp 6, cán dao giảm chấn có vận tốc cắt cao hơn từ 20 – 40 m/phút so với cán dao thường.

4. KẾT LUẬN

Quá trình nâng cao năng suất nhưng vẫn đảm bảo chất lượng bề mặt chi tiết tiện ren trong đối với các vật liệu thép C45, nhôm 6061 và gang

xám trên máy CNC đã được phân tích bằng thực nghiệm. Kết quả cho thấy, việc áp dụng cán dao giảm chấn vào trong gia công tiện ren trong nhằm nâng cao năng suất và đảm bảo chất lượng bề mặt là phù hợp. Ngoài giải pháp sử dụng cán dao giảm chấn thì sử dụng dụng cụ cắt có nhiều hơn một lưỡi cắt để nâng cao năng suất cũng là một giải pháp hay, cần được nghiên cứu. ♦

Ngày nhận bài: 04/3/2016

Ngày phản biện: 12/4/2016

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Sisson TR, Kegg RL (1969); *An explanation of low-speed chattereffects*. J Eng Ind 91(4):951–959.
- [2]. Wu DW (1984); *A new approach of formulating the transfer functionfor dynamic cutting processes*. J Eng Ind 111:37–47.
- [3]. Elbestawi MA, Ismail F, Du R, Ullagaddi BC (1994); *Modelingmachining dynamics including damping in the tool-workpiece interface*. J Eng Ind 116(4):435–439.
- [4]. Lee BY, Tarnq YS, Ma SC (1995); *Modeling of the processdamping force in chatter vibration*. Int J Mach Tool Manuf35(7):951–962.
- [5]. Shawky AM, Elbestawi MA (1997); *An enhanced dynamic model inturning including the effect of ploughing forces*. J Manuf Sci Eng119(1):11–20.
- [6]. Altintas Y, Eynian M, Onozuka H (2008); *Identification of dynamiccutting force coefficients and chatter stability with process damping*. CIRP Ann Manuf Technol 57(1):371–374.
- [7]. Budak E, Tunc LT (2009); *A new method for identification and modeling of process damping in machining*. J Manuf Sci Eng(131/051019).
- [8]. Turkes E, Orak S, Neseli S, Yaldiz S (2012); *Decomposition ofprocess damping ratios and verification of process damping modelfor chatter vibration*. Measurement 45(6):1380–1386.
- [9]. Toh CK (2004); *Static and dynamic cutting force analysis when highspeed rough milling*. Mater Des 25(1):41–50.