

# ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC THÔNG SỐ CÔNG NGHỆ ĐẾN HIỆU SUẤT GIA CÔNG BẰNG SIÊU ÂM

## EFFECT OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS ON THE MACHINING EFFICIENCY BY ULTRASONIC TECHNOLOGY

NGUYỄN TIẾN DŨNG

Viện Cơ khí, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

Email liên hệ: dungnt@vamaru.edu.vn

### Tóm tắt

Trong nghiên cứu này, tác giả sử dụng phương pháp gia công bằng siêu âm để cắt vật liệu bằng thủy tinh với các thông số công nghệ được thay đổi như đường kính dụng cụ cắt, biên độ dao động của dụng cụ cắt, tốc độ quay của dụng cụ cắt. Từ đó, đưa ra mối quan hệ của các thông số này với hiệu suất gia công.

**Từ khóa:** Gia công bằng siêu âm, hạt mài, dung dịch, gia công thủy tinh.

### Abstract

In this study, we uses ultrasonic machining to cut glass materials with changed technological parameters such as cutting tool diameter, tool vibration amplitude, rotation speed of cutting tool, give the relationship of these parameters with machining performance.

**Keywords:** Ultrasonic machining, wear of abrasive particle, liquid, glass processing.

### 1. Mở đầu

Nghiên cứu về công nghệ gia công bằng siêu âm bắt nguồn từ công trình các nhà vật lý người Mỹ R. W. Wood và Alfred. L. Lomosi vào năm 1927. Họ đã sử dụng phương pháp cắt rung siêu âm để khắc và khoan lỗ trên các tấm kính, nhưng chúng không được sử dụng nhiều trong công nghiệp vào thời điểm đó. Từ đó đến nay, đã có rất nhiều nghiên cứu về cơ chế cắt các loại vật liệu khó gia công bằng siêu âm [1, 2, 3], những nghiên cứu này là cơ sở để phát triển phương pháp gia công bằng siêu âm.

Những năm gần đây, có một số nghiên cứu ảnh hưởng của các thông số gia công trong cắt rung siêu âm [4 - 7] đã được thực hiện để đưa ra mối quan hệ giữa các thông số này đến lực cắt, từ đó tìm ra chế độ cắt tối ưu nhằm giảm lực cắt và sự mài mòn dụng cụ, mục đích là cải thiện chất lượng bề mặt và kéo dài tuổi thọ dụng cụ. Việc kết hợp giữa cắt rung siêu âm với gia công tia lửa điện cũng đã được nghiên cứu rất nhiều [8, 9]. Tuy nhiên, các nghiên cứu trên vẫn chưa chỉ ra được quan hệ giữa thông số công nghệ với hiệu suất cắt của từng phương pháp.

Bài báo này nghiên cứu cơ chế cắt siêu âm kết hợp với sự xoay tròn của dụng cụ, tiến hành làm thí nghiệm cắt với vật liệu bằng thủy tinh để đưa ra mối quan hệ của các thông số này với hiệu suất gia công để từ đó lựa chọn chế độ gia công phù hợp.

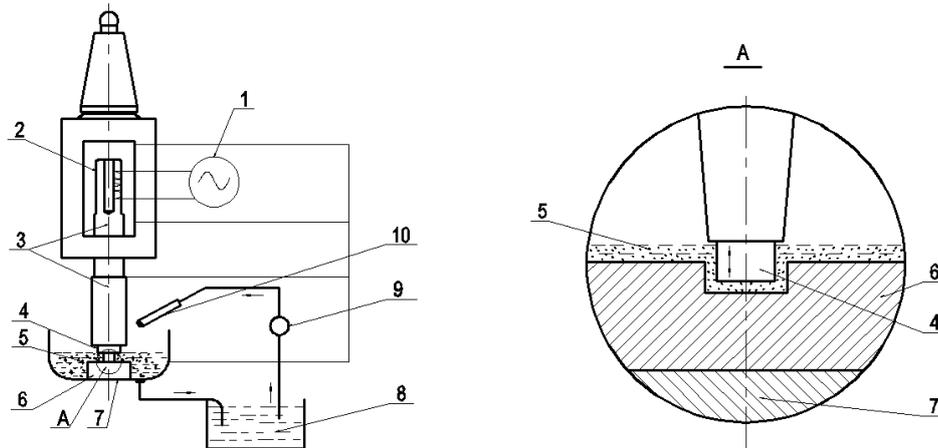
### 2. Phương pháp và thông số thí nghiệm

Trong thí nghiệm này, sử dụng phương pháp chấn động siêu âm kết hợp với trục chính quay, sơ đồ nguyên lý cơ bản của phương pháp gia công này được thể hiện ở Hình 1.

Trong quá trình cắt, máy phát siêu âm 1 phát ra dao động điện từ với tần số rất cao, trong khoảng từ 20 ÷ 40 (kHz), tín hiệu này dao động này sẽ được chuyển thành dao động cơ khí thông qua bộ phận biến từ 2, độ lớn biên độ dao động cơ khí này thường từ 0,005 ÷ 0,01 (mm), nên không thể trực tiếp gia công. Do đó, thông qua thanh truyền sóng 3, biên độ dao động sẽ được khuếch đại lên từ 0,01 ÷ 0,1 (mm). Dụng cụ 4 được gắn trực tiếp với mặt đầu của thanh truyền sóng 3. Khoảng trống giữa dụng cụ và chi tiết có chứa đầy hỗn hợp dung dịch gia công và hạt mài 5. Dưới tác dụng áp lực của dụng cụ cắt, các hạt mài lơ lửng trong dung dịch mài chịu sự tác động dao động của dụng cụ, không ngừng bắn phá với tốc độ rất cao vào bề mặt gia công của chi tiết gia công 6. Do vậy mà bề mặt gia công chịu áp lực cục bộ rất lớn, làm cho vật liệu cục bộ trên bề mặt chi tiết gia công bị biến hình. Khi lực tác dụng cục bộ này đạt tới cường độ giới hạn của vật liệu, bề mặt của chi tiết gia công sẽ bị phá hủy và vỡ nát thành các vi hạt rất nhỏ, đồng thời các vi hạt này sẽ được dòng dung dịch mài mang ra khỏi khu vực gia công. Quá trình này được lặp lại liên tục để tạo ra bề mặt gia công theo yêu cầu.

Trong thí nghiệm này, sử dụng máy phát siêu âm loại SY-III, với dải tần số của máy là 20±1 (kHz), công suất đầu ra từ 0 - 70 (W), vật liệu hạt mài là SiC, sử dụng dầu hỏa làm dung môi, tỷ lệ khối lượng của dung dịch này (dung môi/hạt mài) là 33%, tấm thủy tinh có độ dày là 8 mm, vật liệu dụng cụ là thép C45. Thay đổi đường kính dụng cụ từ 1 ÷ 2 (mm), biên độ dao động từ 10÷60 (µm), tốc độ vòng quay của dụng cụ từ 100 ÷ 500 (v/ph). Mỗi mẫu sẽ được làm sạch và cân khối

lượng trước khi gia công, sau đó gia công trong thời gian 5 phút, sau khi gia công sẽ được làm sạch và được so sánh khối lượng với mẫu ban đầu.



**Hình 1. Sơ đồ nguyên lý cơ bản gia công bằng siêu âm**

- |                     |                         |                      |
|---------------------|-------------------------|----------------------|
| 1- Máy phát siêu âm | 2- Bộ biến từ           | 3- Thanh truyền sóng |
| 4- Dụng cụ          | 5- Dung dịch và hạt mài | 6- Chi tiết          |
| 7- Bàn máy gia công | 8- Thùng chứa dầu       | 9- Máy bơm dầu       |
| 10- Ống phun dầu    |                         |                      |

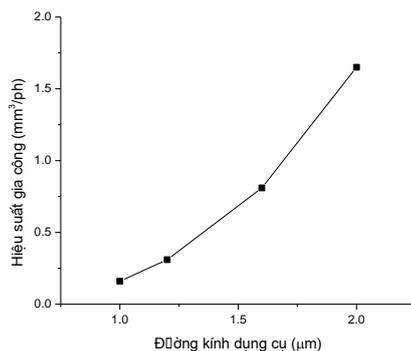
### 3. Ảnh hưởng của thông số công nghệ đến hiệu suất

#### 3.1. Ảnh hưởng của đường kính dụng cụ

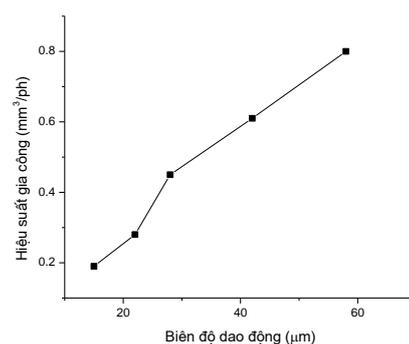
Với thí nghiệm này, đường kính dụng cụ thay đổi là 1 mm, 1,2 mm, 1,6 mm và 2 mm, các thông số công nghệ khác là không đổi, biên độ dao động là 21  $\mu\text{m}$ , tốc độ vòng quay của dụng cụ là 200 v/ph.

Ảnh hưởng của đường kính dao đến hiệu quả gia công được thể hiện trong Hình 2. Có thể thấy từ hình vẽ, khi đường kính của dụng cụ tăng lên, hiệu suất gia công tăng lên, bởi vì khi đường kính dụng cụ tăng lên, diện tích mặt đầu của dụng cụ tăng làm số lượng hạt mài tham gia vào quá trình cắt cũng được gia tăng, làm tăng hiệu suất của quá trình cắt. Ngược lại, khi đường kính của dụng cụ nhỏ, đường kính lỗ gia công sẽ nhỏ, vì vậy các hạt mài khó có thể đi vào khu vực cắt, làm giảm hiệu suất gia công.

#### 3.2. Ảnh hưởng của biên độ dao động



**Hình 2. Ảnh hưởng của đường kính dụng cụ đến hiệu suất gia công**



**Hình 3. Ảnh hưởng của biên độ dao động đến hiệu suất gia công**

Thay đổi biên độ dao động của dụng cụ là 15  $\mu\text{m}$ , 22  $\mu\text{m}$ , 28  $\mu\text{m}$ , 42  $\mu\text{m}$  và 58  $\mu\text{m}$ , các thông số công nghệ khác là không đổi, đường kính dụng cụ là 1,2 mm, tốc độ vòng quay của dụng cụ là 200 v/ph.

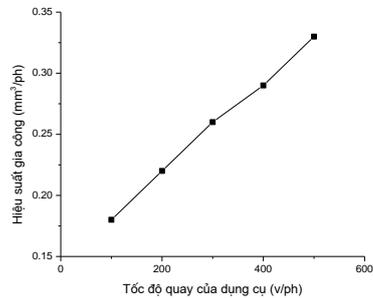
Ảnh hưởng của biên độ dao động đến hiệu quả gia công là lớn, thể hiện ở Hình 3. Có thể thấy rằng hiệu suất gia công tăng khi biên độ dao động tăng. Điều này chủ yếu là do tác động của hỗn hợp dung dịch gia công và hạt mài đối với khu vực gia công phơi được tăng cao với sự tăng biên độ dao

động, khiến tốc độ cắt của hạt mài đối với vật liệu phiê được gia tăng. Tuy nhiên, biên độ dao động của dụng cụ không được quá lớn, nếu quá lớn, dụng cụ sẽ chịu áp lực thay đổi quá lớn và làm giảm độ bền mỏi của dụng cụ gia công, dẫn đến tuổi thọ của dụng cụ giảm nhanh chóng.

### 3.3. Ảnh hưởng của tốc độ vòng quay dụng cụ

Trong thí nghiệm ảnh hưởng của tốc độ vòng quay dụng cụ, tốc độ vòng quay của dụng cụ sẽ được thay đổi là 100 v/ph, 200 v/ph, 300 v/ph, 400 v/ph và 500 v/ph, các thông số công nghệ khác là không đổi, đường kính dụng cụ là 2 mm, biên độ dao động của dụng cụ 22  $\mu$ m.

Khi tốc độ quay của dụng cụ tăng lên, hiệu suất gia công cũng tăng, như Hình 4. Bởi vì các hạt mài trong thí nghiệm này là các hạt tự do, nó không giống như các hạt mài cố định trên đá mài trong quá trình mài, do đó hiệu ứng mài tác dụng lên chi tiết gia công là tương đối mạnh. Tốc độ cắt tăng theo sự tăng của tốc độ quay dụng cụ.



Hình 4. Ảnh hưởng của tốc độ vòng quay dụng cụ đến hiệu suất gia công

### 4. Kết luận

Bài viết đã giới thiệu nguyên lý hoạt động của một phương pháp gia công bằng siêu âm, tiến hành thực hiện được một số thí nghiệm cắt vật liệu bằng thủy tinh, từ đó đưa ra ảnh hưởng của đường kính dụng cụ, biên độ dao động và tốc độ vòng quay của dụng cụ đến hiệu suất gia công đối với trường hợp này. Kết quả thí nghiệm chỉ ra rằng, khi tăng đường kính của dụng cụ, biên độ dao động hoặc tốc độ quay của dụng cụ thì hiệu suất gia công tăng lên.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Kazantsev V. F., & Rozenbegr L. The mechanism of ultrasonic cutting. Ultrasonic, pp. 166-174, 1965.
- [2] Shaw M. Ultrasonic grinding. Microtechnic, 10(6): pp. 257- 265, 1956.
- [3] T.C.Lee. "Mechanism of the ultrasonic machining of ceramic composites" [J]. *Journal of Materials Processing Technology*, (71): pp.195-201, 1997.
- [4] Rupinder Singh. "Ultrasonic machining of titanium and its alloys: A review" [J]. *Journal of Materials Processing Technology*, (173): pp.125-135, 2006.
- [5] Chandra Nath. "Effect of machining parameters in ultrasonic vibration cutting" [J]. *International Journal of Material Forming*, (2): pp.37-44, 2009.
- [6] M. A. Azmir. "Effect of abrasive water jet machining parameters on aramid fibre reinforced plastics composite" [J]. *Particuology*. (17): pp.36-41, 2014.
- [7] Jing si Wang. "Effects of abrasive material and particle shape on machining performance in micro ultrasonic machining" [J]. *Precision Engineering*, (51): pp.373-387, 2018.
- [8] Bharat C Khatri. "Ultrasonic vibration-assisted electric discharge machining: A research review" [J]. *The Journal of Engineering Manufacture*, 2015.
- [9] Meifal Rusli. "Performance of Micro-Hole Drilling by Ultrasonic-Assisted Electro-Chemical Discharge Machining" [J]. *Advanced Materials Research*, (445): pp.865-870, 2012.

Ngày nhận bài:	01/03/2019
Ngày nhận bản sửa:	18/03/2019
Ngày duyệt đăng:	20/03/2019