

ẢNH HƯỞNG NỒNG ĐỘ DUNG DỊCH TRƠN NGUỘI TỚI ĐỘ NHÁM BỀ MẶT KHI MÀI NHÔM BẰNG ĐÁ MÀI GIÁN ĐOẠN SẢN XUẤT Ở VIỆT NAM

EFFECTS OF SOLID CONTENT ON COOLANT ON SURFACE ROUGHNESS IN GRINDING ALUMINUM BY VIET NAM DISCONTINUED WHEEL

Nguyễn Thị Phương Giang^{1,*}

TÓM TẮT

Bài báo này trình bày về ảnh hưởng nồng độ dung dịch trơn nguội tới độ nhám bề mặt khi mài nhôm bằng đá mài gián đoạn sản xuất ở Việt Nam. Có 3 loại đá mài mới được phát triển với tỷ lệ gián đoạn lần lượt ($\eta = 16,37\%$, $18,19\%$ và $21,83\%$ và 1 loại đá thông thường $\eta = 0\%$) được sử dụng để mài nhôm. Trong quá trình mài lượng nhiệt tỏa ra lớn ảnh hưởng tới chất lượng bề mặt chi tiết gia công. Vì thế, nghiên cứu nồng độ của dung dịch trơn nguội cung cấp cho quá trình mài là rất quan trọng. Trong thí nghiệm sử dụng dung dịch làm mát VBC EMCOOL DW-100H với nồng độ lần lượt là 3%, 4% và 5%. Kết quả cho thấy, độ nhám bề mặt khi mài với đá gián đoạn tỷ lệ $\eta = 21,83\%$ và nồng độ dung dịch 5% nhỏ hơn so với các loại còn lại.

Từ khóa: Dung dịch trơn nguội, nhôm, đá mài gián đoạn.

ABSTRACT

This article represents about the effects of coolant concentration to surface roughness when grind aluminum by Vietnam discontinued wheel. There were 3 newly developed grinding wheels with ($\eta = 16.37\%$, 18.19% and 21.83% respectively and one conventional η different $\eta = 0\%$) were used to grind aluminum. During the grinding process, a large amount of heat is radiated, affecting the surface quality of the workpiece. Therefore, it is very important to study the concentration of the coolant supplied for the grinding process. So using VBC EMCOOL DW-100H coolant solution with different concentrations of 3%, 4% and 5% in this research. The results showed surface of samples when grinding with $\eta = 21.83\%$ wheel and coolant 5% is more smooth than others.

Keywords: Coolant concentration, aluminum, discontinued wheel.

¹Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

*Email: giang.nguyenthiphuong@hust.edu.vn

Ngày nhận bài: 10/6/2021

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 15/8/2021

Ngày chấp nhận đăng: 27/12/2021

1. GIỚI THIỆU CHUNG

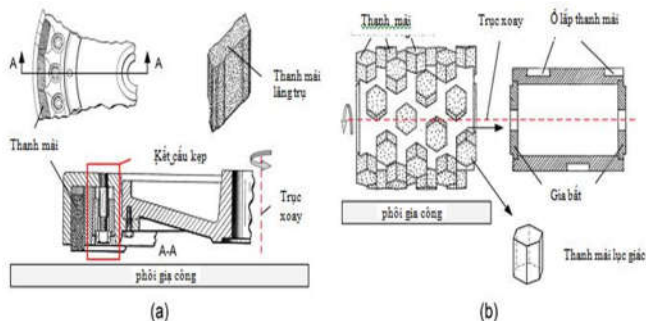
Trong nền công nghiệp hiện nay sử dụng rất nhiều loại vật liệu mới có độ cứng khác nhau, từ các loại vật liệu có độ cứng cao như các loại thép chịu nhiệt, thép hợp kim, hợp kim cứng hay vật liệu ceramics, cho đến những loại vật liệu

có độ cứng thấp (mềm) như hợp kim nhôm, hợp kim magie hay các loại vật liệu khác... Các vật liệu này muốn đạt được độ nhám bề mặt hay kích thước hình học đều phải trải qua quá trình gia công lần cuối. Thuật ngữ đá mài được sử dụng nhiều trong giải pháp gia công lần cuối cho các loại vật liệu kể trên nhằm đạt được độ chính xác gia công và độ bóng bề mặt cao [1, 2].

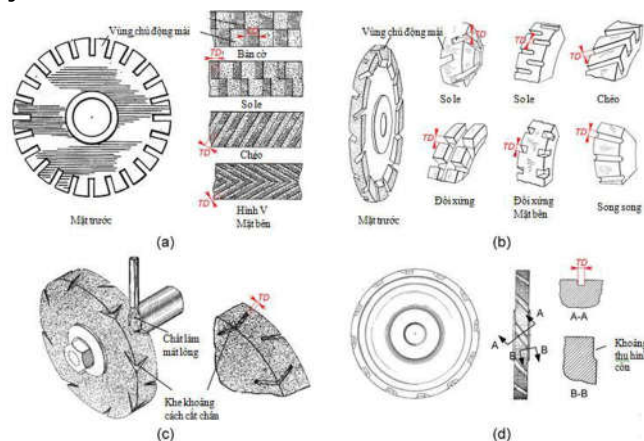
Quá trình mài yêu cầu năng lượng lớn nhất trong số các quá trình gia công để loại bỏ một khối lượng vật liệu. Hầu hết năng lượng được chuyển thành nhiệt và ma sát bằng cách cắt và cọ xát. Trong quá trình mài, các cạnh cắt như hạt mài cùn có thể dẫn đến hình thành bề mặt kém hoàn thiện. Nghiên cứu của Tác giả Malkin và cộng sự [3] cho thấy, nhiệt độ cao trong quá trình mài ảnh hưởng đến chất lượng và năng suất sản phẩm. Một cách phổ biến để tăng chất lượng của chi tiết gia công và làm giảm nhiệt trong quá trình mài là sử dụng chất làm mát. Quá trình làm mát đạt được bằng cách sử dụng chất lỏng làm mát và bôi trơn, cũng như bằng cách lựa chọn các thông số quá trình làm giảm sự sinh nhiệt. Nghiên cứu của tác giả khi mài phẳng vật liệu cứng thép C45 đã tôi bằng đá mài Hải Dương đã cho thấy dung dịch trơn nguội ảnh hưởng đến độ nhám và lực cắt khác nhau, cho độ nhám nhỏ. Dung dịch làm nguội cho lực cắt nhỏ [4].

Bằng việc xẻ rãnh trên bề mặt của đá đã làm nhiệt độ khi cắt giảm đáng kể [5]. Xuất phát từ việc khắc phục các nhược điểm của đá mài tròn thường là nhiệt cắt và lực cắt trong quá trình mài lớn. Các nhà khoa học và các học giả trên thế giới ban đầu đã nghiên cứu việc giảm nhiệt cắt bằng cách gắn các thanh mài lên bề mặt đá mài [2, 9÷11] Những nghiên cứu này, bước đầu đã đặt nền tảng cho các nghiên cứu tiếp theo về đá mài có bề mặt làm việc gián đoạn. Trong quá trình gia công, tốc độ đá, tốc độ chi tiết càng lớn thì chiều sâu cắt càng lớn do đó hiệu quả mài càng cao. Cùng với điều này, nhiệt mài càng tăng đặc biệt với các loại vật liệu khó cắt (hệ số dẫn nhiệt thấp) thì càng khó mài [12, 13, 14]. Như vậy, ở giai đoạn này đá mài xẻ rãnh chủ yếu cải tiến ở hiện tượng làm mát khu vực mài với mục đích cung cấp dung dịch trơn nguội vào khu vực cắt.

Theo các bằng sáng chế của tác giả [7, 8] đã nghiên cứu việc gắn các thanh mài lên đĩa mài. Các thanh mài có các hình dạng khác nhau như: hình lăng trụ, lục giác, vòng cung, lập phương, và các hình dạng khác được dính kết hoặc bắt vít lên trên bề mặt đá (hình 1).



Hình 1. Đá mài gián đoạn với các thanh mài (a) hình lăng trụ (b) hình lục giác [8, 9]



Hình 2. Một số hình dạng cơ bản của đá mài (a) bàn cờ, so le, chéo, và hình V (b) so le, chéo, đối xứng và song song; (c) có khoảng cách cắt chân (d) hình côn [8]

Đá mài xẻ rãnh có khả năng giảm nhiệt tốt hơn so với các đá mài thường dưới các điều kiện gia công cụ thể. Vấn đề này được tác giả giải thích như sau:

Đối với đá mài thường, quá trình gia công được thực hiện liên tục trên bề mặt đá, số lượng lưỡi cắt tham gia quá trình cắt lớn nên số lượng phoi mài tạo ra trong quá trình cắt cũng lớn. Các phoi mài không được đẩy ra ngoài vùng cắt sẽ tích tụ lại nhanh chóng tại các lỗ trống giữa các hạt mài [15 ÷ 20]. Sự tiếp cận của chất làm mát khi mài với đá mài thường gần như chỉ thực hiện ở đầu vùng mài, mà hầu như không có sự tác động trực tiếp vào khu vực mài để làm sạch bề mặt và cuốn phoi mài ra ngoài. Điều này càng làm tăng sự tích tụ của phoi, dẫn đến làm tắc nghẽn các lỗ xốp trên bề mặt đá mài. Các hạt mài gần như bị bít lại bởi các đám phoi và mất đi khả năng tự mài sắc. Kết quả là dẫn đến hiện tượng cùn, bết đá. Đây là nguyên nhân khiến cho các hạt mài mất đi khả năng cắt, giảm hiệu quả bóc tách vật liệu.

Thời gian gần đây, đá mài gián đoạn đã được phát triển ở Việt Nam. Có nhiều nghiên cứu về đá mài gián đoạn như nghiên cứu tác giả Nguyễn Tiến Đông, Nguyễn Thị Phương Giang [8]. Tác giả Nguyễn Thị Phương nghiên cứu về cực tiểu hóa sai lệch độ phẳng sử dụng thiết kế Taguchi và

ANOVA để đánh giá khả năng cắt của đá mài gián đoạn rãnh nghiêng [9]. Khoảng trống còn cần nghiên cứu đối với đá mài xẻ rãnh chế tạo tại Việt Nam chưa có tác giả nào nghiên cứu về dung dịch trơn nguội ảnh hưởng đến quá trình mài nhôm (loại vật liệu dễ bết)

Vi thể, trong bài báo này sẽ trình bày về ảnh hưởng của nồng độ dung dịch trơn nguội tới độ nhám bề mặt khi mài nhôm bằng đá mài gián đoạn do Việt Nam sản xuất.

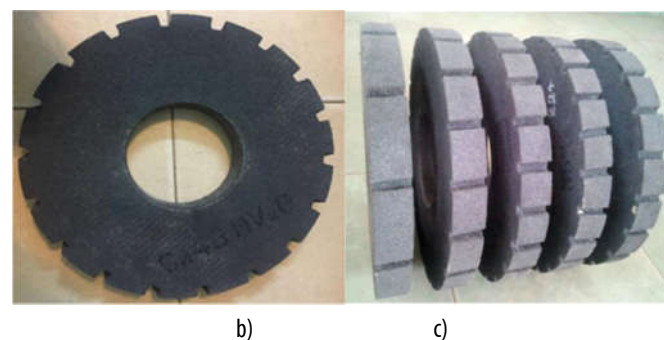
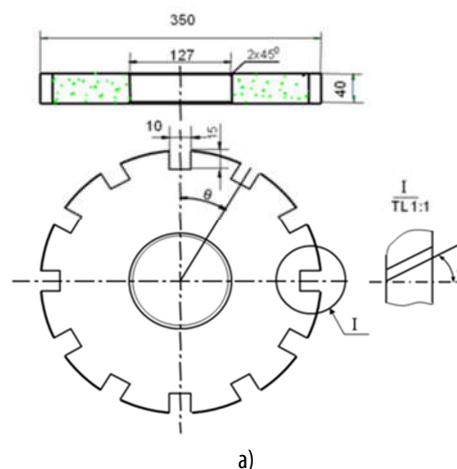
2. ĐÁ MÀI GIẢN ĐOẠN

2.1. Đặc điểm hình học và thông số đá

Đá mài gián đoạn mới được nghiên cứu phát triển gần đây ở Việt Nam có hình dạng như trên hình 1. Thông số của đá mài được mô tả như trong bảng 1. Tất cả các viên đá đều có cùng đường kính trong, đường kính ngoài và chiều rộng đá.

Bảng 1. Thông số của đá mài [8]

Đặc tính của đá	Hình dạng của đá
- Vật liệu hạt mài là hạt Corundun nâu	- Đường kính trong d: 127 mm
- Độ hạt thuộc nhóm trung bình: 46 (355 ÷ 425µm)	- Đường kính ngoài D: 350 mm
- Cấu trúc đá: Cấp 6, tỷ lệ thể tích vật liệu hạt mài 50%	- Chiều rộng đá B: 40 mm
- Chất kết dính: Gốm	- Góc nghiêng β: 15 độ
- Độ cứng đá: CV2	
- Giới hạn tốc độ theo độ bền của đá: 35m/s	



Hình 3. Đá mài có bề mặt làm việc gián đoạn

a) hình dáng hình học đá mài gián đoạn; b) hình ảnh đá mài gián đoạn thực c) 4 loại đá mài với số rãnh z khác nhau

Tỷ lệ gián đoạn của đá mài ở đây được định nghĩa là tỷ lệ giữa tổng diện tích của bề mặt đá có chứa hạt mài chia cho tổng diện tích bề mặt đá tính theo chu vi.

Có 3 viên đá gián đoạn với số lượng xẻ rãnh z là khác nhau, cùng với 1 viên đá mài thông thường. Tỷ lệ gián đoạn η cho các viên đá được cho trong bảng 2. Góc nghiêng rãnh đá β = 15 (độ).

Bảng 2. Tỷ lệ gián % gián đoạn η của các viên đá

Z	Z=24	Z=20	Z=18	Z=0
η	21,83%	18,19%	16,37%	0%

2.2. Thục nghiệm

2.2.1. Thiết bị thí nghiệm

Máy mài: Máy mài phẳng ESG_1632ASD - Hãng sản xuất: Taiwan

Tốc độ trục chính: 1450 vòng/phút (không thay đổi)

Kích thước bàn máy: 406 x 813mm

Tốc độ bàn máy: 5~20m/phút



Hình 4. Máy mài phẳng Taiwan ESG_1632ASD

2.2.2. Vật liệu gia công

Vật liệu là nhôm A6061 và kích thước của mẫu: 100 x 20 x 10mm (hình 3).

Số lượng: 30 mẫu được đánh số từ 1 đến 30.

Mẫu được gá bằng eto trong quá trình mài. Thành phần hóa học của nhôm hợp kim A6061 được cho như trong bảng 3.

Bảng 3. Thành phần nguyên tố hóa học có trong nhôm hợp kim A6061

Nguyên tố	Cu	Fe	Si	Mg	Zn	Cr	Al
Hàm lượng %	0,21	0,48	0,55	0,987	0,068	0,11	Còn lại



Hình 5. Mẫu thí nghiệm

2.2.3. Dung dịch bôi trơn làm mát

Sử dụng phương pháp tưới tràn với dung dịch dầu cắt gọt pha nước buhmwoo VBC EMCOOL DW-100H.

2.2.4 Thiết bị đo

Tên máy: TR200 xuất xứ: Trung Quốc (hình 4).

Dải đo: 0,005 - 16μm (R_a, R_q)

Sau khi mài mẫu sẽ được đo độ nhám như hình 5.



Hình 6. Máy đo độ nhám TR200



Hình 7. Đo mẫu sau mài

2.2.5. Bộ thông số thí nghiệm

- Vận tốc đá mài V = 25m/s.
- Chiều sâu mài: 0,005mm .
- Tổng lượng gia công: 0,02mm.
- Lưu lượng dung dịch: 3l/phút.
- Nồng độ dung dịch: 3%, 4%, 5%.

2.2.6. Trình tự thí nghiệm

Bước 1: Pha dung dịch với nồng độ 3%. Lắp loại đá Z = 0.

Tiến hành mài đá với 3 lần thô 0,03 và 1 lần tinh 0,01. Gá sản phẩm và tiến hành mài. Thực hiện thay lần lượt từng loại đá Z = 18, Z = 20, Z = 24 với nồng độ dung dịch 3%.

Bước 2: Pha dung dịch với nồng độ 4 và 5%. Thực hiện thay lần lượt từng loại đá Z = 0, Z = 18, Z = 20, Z = 24 tiến hành như bước 1.

Bước 3: Đo các thông số đánh giá nhám bề mặt (R_a), để đảm bảo độ tin cậy ta tiến hành đo sau khi mài hết lượng dư 0,1mm, các phép đo được thực hiện ở 3 vị trí bất kỳ rồi lấy giá trị trung bình

Trong quá trình thí nghiệm, vận tốc đá, chiều sâu cắt và lưu lượng được giữ không đổi trong khi thay đổi nồng độ dung dịch làm mát.

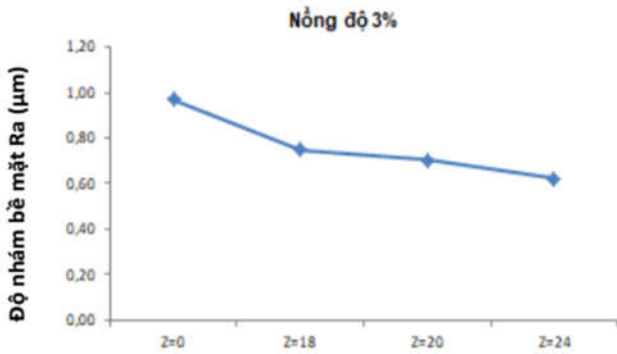
Tiến hành mài 15 mẫu nhôm với từng nồng độ dùng 3%, 4% và 5% với tất cả 4 loại đá Z = 0, Z = 18, Z = 20, Z = 24.

- Tiến hành đo và ghi chép kết quả.

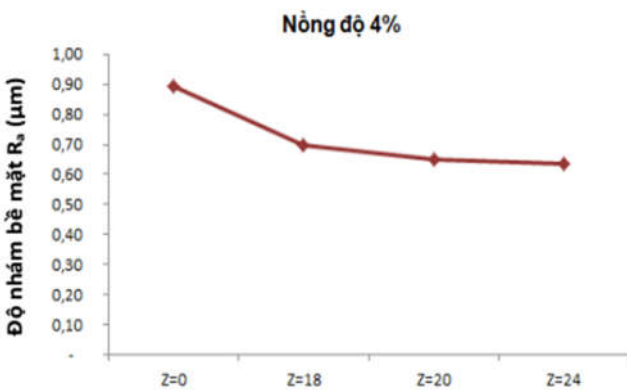
Quá trình cắt với chiều sâu cắt là 0,005mm và tổng lượng dư gia công: 0,02mm, sau đó dùng máy và tiến hành đo kiểm độ nhám bề mặt chi tiết.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

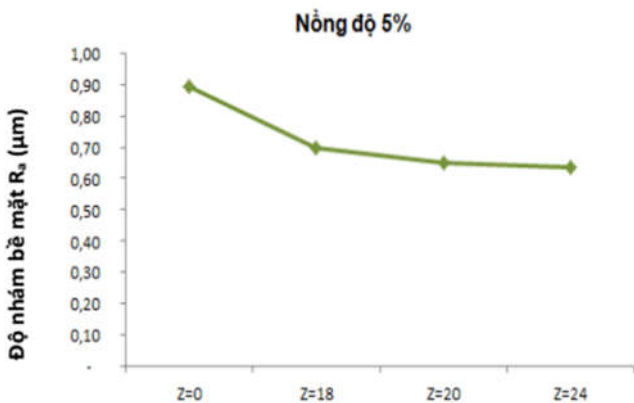
Tiến hành gia công nhôm A6061 bằng đá mài gián đoạn trên máy mài ESG_1632ASD - Taiwan với các thông số $S = 12\text{m/ph}$; $V = 25\text{m/s}$; $t = 0,005\text{mm}$, lưu lượng dung dịch làm mát: 3l/phút. Với các nồng độ 3%, 4%, 5% ta có mối quan hệ giữa độ nhám và số rãnh của đá như hình 6, 7, 8.



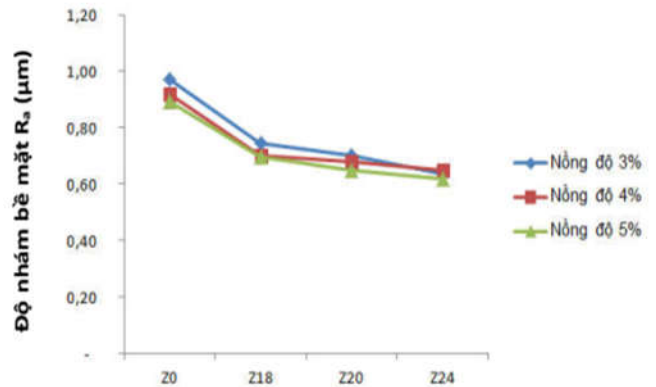
Hình 8. Quan hệ giữa độ nhám bề mặt chi tiết gia công R_a và đá có số rãnh khác nhau khi gia công nhôm với nồng độ dung dịch trơn nguội 3%



Hình 9. Quan hệ giữa độ nhám bề mặt chi tiết gia công R_a và đá có số rãnh khác nhau khi gia công nhôm với nồng độ dung dịch trơn nguội 4%



Hình 10. Quan hệ giữa độ nhám bề mặt chi tiết gia công R_a và đá có số rãnh khác nhau khi gia công nhôm với nồng độ dung dịch trơn nguội 5%



Hình 11. Quan hệ giữa độ nhám bề mặt chi tiết gia công R_a và đá có số rãnh khác nhau khi thay đổi nồng độ dung dịch

Khi chiều sâu cắt, vận tốc đá mài và lưu lượng không đổi:

- Với từng nồng độ dung dịch, ta thấy độ nhám giảm dần khi dùng đá mài có số rãnh tăng. Khi mài với đá mài gián đoạn với số rãnh $Z = 24$ ($\eta = 21,83\%$), độ nhám đạt $R_a = 0,62\mu\text{m}$ với nồng độ 5% (hình 8).

- Độ nhám của đá mài thường cao hơn và biến động hơn so với đá mài gián đoạn.

Từ hình 9 cho thấy, khi tỷ lệ gián đoạn tăng và nồng độ dung dịch tăng lên, giá trị độ nhám xuất hiện cực trị trong khoảng đá mài có $Z = 24$ ($\eta = 21,83\%$). Tại giá trị η này, độ nhám bề mặt khi gia công đạt giá trị nhỏ nhất, nhỏ hơn cả so với đá mài thông thường và đá mài gián đoạn còn lại. Trong quá trình mài khi mài vật liệu dẻo được đặc trưng bởi lớp vật liệu trượt, cào xước, năng lượng riêng cao, phoi có dạng dài và cong. Nồng độ dung dịch làm mát cao sẽ làm nhiệt lượng khi mài phoi giảm. Đá mài xẻ rãnh làm giảm hiện tượng dính phoi và giảm nhiệt sinh ra do dung dịch làm mát được đưa vào sâu vị trí cắt hơn sơ với đá mài thông thường. Bên cạnh đó đá mài được xẻ rãnh nghiêng 15° khiến quá trình mài được êm hơn so với đá xẻ rãnh thẳng.

4. KẾT LUẬN

Bài báo đề cập đến chất lượng bề mặt chi tiết khi gia công vật liệu nhôm, bằng đá mài xẻ rãnh (có bề mặt làm việc gián đoạn) mới được nghiên cứu gần đây. Kết quả cho thấy:

- Đá mài xẻ rãnh với tỷ lệ gián đoạn trong khoảng $\eta = 21,83\%$ thể hiện tính ưu việt hơn so với đá mài thông thường khi nồng độ dung dịch 5% cho bề mặt có độ nhám thấp nhất.

- Khi gia công vật liệu có độ dẻo cao, hình thành phoi cong dài, cộng với các khoảng không gian giữa các phần gián đoạn trên bề mặt đá mài làm cho phoi dễ di chuyển thoát ra khỏi vùng gia công, dung dịch trơn nguội cũng theo khoảng không gian này mà xâm nhập trực tiếp vào vùng gia công, vừa có tác dụng làm mát, vừa có tác dụng cuốn phoi ra, nâng cao khả năng cắt của đá mài.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Agarwal S, Venkateswara Rao P, 2005. *A new surface roughness prediction model for ceramic grinding*. Proc Inst Mech Eng, B J Eng Manuf, 219(11), 811–821.
- [2]. Young HT, Liao HT, Huang HY, 2006. *Surface integrity of silicon wafers in ultra precision machining*. Int J Adv Manuf Technol, 29(3–4) (2006) 372–378.
- [3]. S.Malkin, 1989. *Theory and application of machining with abrasives, Grinding Technology*. Ellis Horwood Limited.
- [4]. Nguyen Thi Thu, 2015. *Study on the effect of cold fluid on the quality of the machined surface when smoothing 9XC steel through quenching with Hai Duong grinding wheel*. Master thesis, Thai Nguyen University.
- [5]. S. Malkin, C. Guo, 2007. *Thermal Analysis of Grinding*. Annals of the CIRP, Vol. 56, No. 2, pp. 760-782.
- [6]. John A. Webster, 2008. *In grinding coolant application Matters. Manufacturing engineering*, Vol. 140, No.3.
- [7]. H. Z.Choi, S. W. Lee, H. D. Jeong, 2001. *A comparison of the cooling effects of compressed cold air and coolant for cylindrical grinding with a CBN wheel*. Journal of Materials Processing Technology, Vol.111, pp. 265-268.
- [8]. Nguyen Tien Dong, Nguyen Thi Phuong Giang, 2011. *Ability to reduce cutting forces when machining ceramics using grinding wheels with intermittent working surfaces*. Journal of Science and Technology - Technical Universities Vol. 81 (2011), 86-90.
- [9]. Nguyen Thi Phuong, Nguyen Thi Phuong Giang, Nguyen Tien Dong, 2017. *Research on minimization of flatness tolerance using the Taguchi method and ANOVA design to assess cutting capacity of segmented grinding wheel*. Journal of Science and Technology, Hanoi University of Industry Vol. 40, 61-66
- [10]. Marinescu ID, Rowe WB, Dimitrov B, Inasaki I, 2004. *Tribology of abrasive machining processes*. William Andrew, Norwich.
- [11]. W.H. Tuan, J.C. Kuo, 1998. *Effects of grinding parameters on the reliability of alumina*. Materials Chemistry and Physics, 52, 41-45.
- [12]. R. Gupta, K.S. Shishodia, G.S. Sekhon, 2001. *Optimization of grinding process parameters using enumeration method*. Journal of Material Processing Technology, 112, 63-67.
- [13]. G.F. Li, L.S. Wang, L.B. Yang, 2002. *Multi-parameter optimization and control of the cylindrical grinding process*. Journal of Material Processing Technology, 129, 232-236.
- [14]. Tsuwa H., 1961. *Evaluation of grinding wheel by behavior of cutting edges*. Science of machine, Vol 13, No.2, pp 273-279.
- [15]. J. Perez, S. Hoyas, D.L. Skuratov, Yu. L. Ratis, I.A. Selezneva, P. Fernandez de Cordoba, J.F. Urchuegua, 2008. *Heat transfer analysis of intermittent grinding processes*. International Journal of Heat and Mass Transfer 51, 4132–4138
- [16]. Xiarui Fan, Michele Miller, 2006. *Force analysis for segmental grinding*. Chining Science and Technology, 10, 435-455
- [17]. Silva L. R, et al, 2005. *Study on the Behavior of the Minimum Quantity Lubricant - MQL Technique Under Different Lubricating and Cooling Conditions When Grinding ABNT 4340 Steel*. J. of the Braz. Soc. of Mech. Sci. and Engg, 27 (2), pp. 193-198.
- [18]. Xiao K.Q, Zhang L.C, 2006. *The effect of compressed cold air and vegetable oil on the subsurface residual stress of ground tool steel*. Journal of Materials Processing Technology, 178, pp. 9–13.
- [19]. Webster J.A, Cui C., 1995. *Flow rate and jet velocity determination for design of a grinding cooling system*. Technical Papers Supplement of the First International Machining and Grinding Conference, Dearborn, Michigan, 12–14/9/1995, pp. 345-356.

AUTHOR INFORMATION
Nguyen Thi Phuong Giang

Hanoi University of Science and Technology