

Nghiên cứu tái chế, bù tái chế hạt mài Supreme Garnet trong gia công tia nước có hạt mài

Vũ Ngọc Pi¹, Lê Xuân Hưng¹, Vũ Hồng Khiêm¹, Trần Quốc Hùng²

¹Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp, Đại học Thái Nguyên

² Trường Cao đẳng Kinh tế - Kỹ thuật, Đại học Thái Nguyên

TÓM TẮT

Bài báo này giới thiệu về nghiên cứu tái chế, bù tái chế hạt mài Supreme Garnet - là hạt mài được sử dụng phổ biến nhất trong gia công tia nước có hạt mài và công nghệ làm sạch tại Việt Nam. Trong nghiên cứu này, khả năng tái chế của hạt mài nêu trên với cỡ hạt #80 đã được điều tra. Thêm vào đó, khả năng cắt và chất lượng cắt của hạt mài tái chế và bù tái chế đã được so sánh với hạt mài mới bằng phương pháp thực nghiệm. Kết quả cho thấy, khả năng cắt và chất lượng cắt của hạt mài tái chế và bù tái chế đều cao hơn hạt mới. Hơn thế nữa, cỡ hạt tối ưu cho khả năng cắt cao nhất của hạt mài tái chế và bù tái chế đã được xác định. Kết quả của nghiên cứu này mở ra hướng sử dụng hạt mài Supreme Garnet một cách hiệu quả và góp phần bảo vệ môi trường.

ABSTRACT

This paper presents a study on recycling and recharging of Supreme Garnet – the most popular abrasive for abrasive waterjet cutting and abrasive blasting in Vietnam. In this study, the reusability of the abrasive with the mesh #80 after the first cut was investigated. In addition, the cutting performance and the cutting quality of both recycled and recharged abrasives were compared with the new abrasive by experimental method. From the results of the study, it was found that both the cutting performance and the cutting quality of recycled and recharged abrasives are higher than that of new abrasives. Moreover, the optimum particle sizes for recycled and recharged abrasives were determined. The results of the study can be applied for using Supreme garnet effectively and also for contribution to environmental protection.

1. GIỚI THIỆU

Gia công tia nước có hạt mài (AWJ) là một phương pháp gia công tiên tiến được phát minh vào năm 1979 bởi M. Hashish. Công nghệ gia công này phát triển nhanh chóng vào những năm gần đây vì nó có nhiều ưu điểm nổi bật so với các phương pháp gia công truyền thống khác như có thể cắt được nhiều loại vật liệu khác

nhau như thép không gỉ, ceramic, thủy tinh, vonfram vv..., quá trình cắt không sinh nhiệt, lực cắt không đáng kể... Tuy nhiên, nhược điểm lớn nhất của loại gia công này là giá thành gia công cao. Đây cũng là lý do chính khiến tại Việt Nam phương pháp này còn chưa được dùng phổ biến. Thêm vào đó, loại gia công này còn thải ra một lượng lớn hạt mài gây ô nhiễm môi trường.

Hai vấn đề trên đã và đang được nhiều nghiên cứu quan tâm tới nhằm vừa giảm giá thành gia công và giảm thiểu ô nhiễm môi trường do giảm được lượng hạt mài phải tiêu hủy sau khi gia công.

Một trong những phương pháp giúp thực hiện đồng thời cả hai mục tiêu nêu trên là tái sử dụng hạt mài. Có hai phương pháp tái sử dụng hạt mài là tái chế và bù tái chế hạt mài. Tái chế hạt mài là phương pháp trong đó hạt mài sau khi cắt được thu hồi, qua xử lý và sẽ được xử dụng lại mà không có sự bổ xung hạt mài mới. Bù tái chế là phương pháp trong đó hạt mài sau khi tái chế sẽ được bổ sung một lượng hạt mài mới nhất định rồi mới đem sử dụng.

Cho đến nay đã có một số nghiên cứu về tái chế và bù tái chế hạt mài trong AWJ. Một trong những nghiên cứu đầu tiên về việc sử dụng lại hạt mài trong quá trình gia công bằng tia nước có hạt mài là nghiên cứu của Guo N.S. và các cộng sự [1]. Trong nghiên cứu này, các tác giả đã chỉ ra rằng khả năng cắt của hạt mài tái chế phụ thuộc vào đường kính hạt mài và nó đạt giá trị lớn nhất với hạt mài có đường kính 125-200 μ m. Với cỡ hạt mài lớn hơn 90 μ m có thể sử dụng lại được 68% lượng hạt mài.

Babu và Chetty [2, 3] đã nghiên cứu tái chế và bù tái chế hạt mài Nam Ấn độ #80. Các tác giả cho biết loại hạt mài này có thể tái chế đến 3 vòng và có thể thu hồi được 81, 49, 26 và 15% tương ứng với tái chế lần thứ nhất, thứ hai và thứ ba với cỡ hạt lớn hơn 90 μ m. Thêm vào đó, họ cũng lưu ý rằng chất lượng cắt của hạt mài tái chế tốt hơn hạt mài mới nhưng khả năng cắt lại kém hạt mài mới vì hạt mài sau khi vỡ có ít cạnh sắc hơn hạt mới. Với bù tái chế hạt mài, các tác giả đã đưa ra lượng bù tối ưu hạt mài mới sau khi tái chế là 40%.

Ohlsen J. đã tiến hành nghiên cứu tái chế hạt mài Barton (hạt mài Mỹ) [4]. Để đánh giá sự vỡ của hạt mài, tác giả đưa ra công thức xác định "hệ số vỡ" với dh_t và dh_s tương ứng là đường kính hạt mài trước và sau khi gia công. Ngoài ra, ảnh hưởng của các thông số quá trình như áp suất nước, lưu

lượng hạt mài, đường kính hạt mài, chiều dài và đường kính vòi phun vv... đến sự vỡ của hạt cũng đã được đề cập. Tác giả cũng chỉ ra rằng hạt mài tái chế với cỡ hạt <60 μ m có khả năng cắt hạn chế và chất lượng cắt thấp. Thêm vào đó, tác giả cũng lưu ý rằng hạt mài bù tái chế cho khả năng cắt và chất lượng cắt cao hơn một chút so với cắt bằng hạt mài mới.

Gần đây, nghiên cứu về tái chế và bù tái chế hạt mài GMA #80 [5] đã được công bố. Trong nghiên cứu này tác giả đã xác định cỡ hạt tối ưu cho cả hạt mài tái chế và bù tái chế là trên 90 μ m. Tác giả cũng chỉ rõ, khả năng cắt của cả hạt mài tái chế và bù tái chế của với cỡ hạt tối ưu nêu trên tương ứng bằng 1.173 và 1.09 lần so với hạt mới. Thêm vào đó, tái chế nhiều vòng hạt mài GMA cũng đã được nghiên cứu.

Có thể nói cho đến nay đã có một số nghiên cứu về tái chế và bù tái chế các loại hạt mài như Barton garnet, GMA garnet, hạt mài Nam Ấn độ. Tuy nhiên, với hạt mài Supreme granet (xuất xứ Ấn độ) - là hạt mài đang được sử dụng rộng rãi trong AWJ ở Việt Nam thì chưa có nghiên cứu nào về các vấn đề đó. Vì lý do đó, bài báo này sẽ trình bày kết quả của nghiên cứu về tái chế và bù tái chế cho hạt mài Supreme granet cỡ hạt #80.

2. KHẢ NĂNG TÁI CHẾ CỦA HẠT MÀI.

2.1. Thiết lập thông số thí nghiệm

Trong gia công bằng tia nước có hạt mài, khả năng tái chế R_u của hạt mài được xác định theo công thức sau:

$$R_u = (m_{a,rc} / m_{a,ne}) \cdot 100 \quad (1)$$

Trong đó, $m_{a,rc}$ là khối lượng hạt mài được tái chế từ $m_{a,ne}$ kg hạt mài mới.

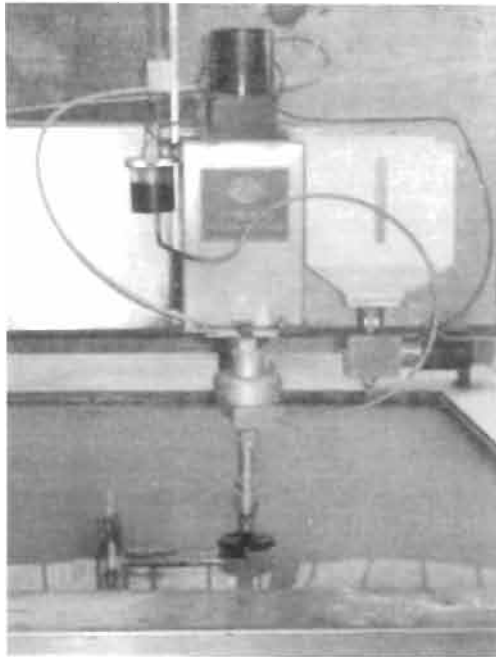
Trong nghiên cứu này, khả năng tái chế của hạt mài Supremar garnet sau lần cắt thứ nhất được xác định bằng cách sau: Hạt mài sau khi cắt được thu lại, rửa sạch, sấy khô, tách phoi, sàng và phân loại. Hình 1 là ảnh chụp quá trình thí



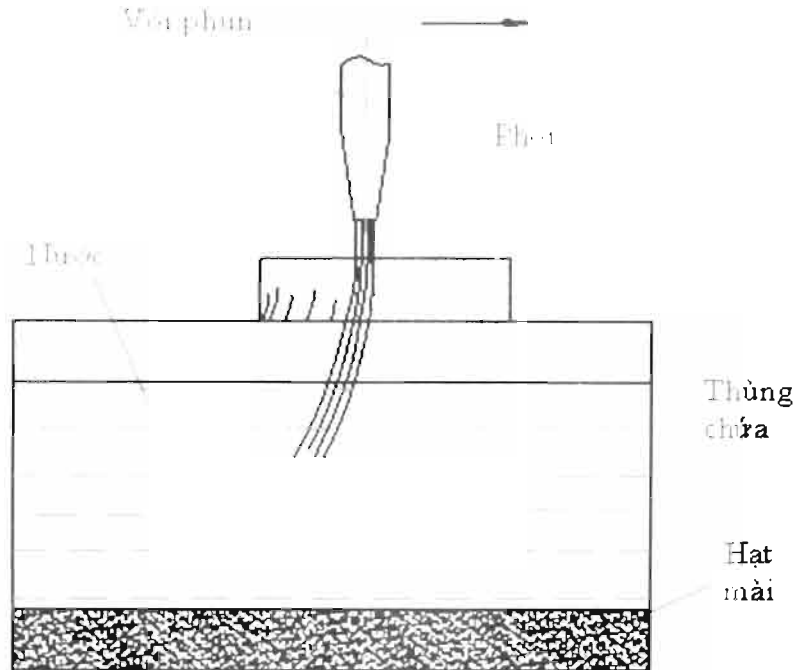
thí nghiệm (a) và sơ đồ mô tả thí nghiệm (b) thu lại hạt mài sau khi cắt.

Trong thí nghiệm nêu trên, 75kg hạt mài Supreme granet #80 được chia làm 3 lần cắt và thu hạt. Phôi thép là thép 45 dạng tấm kích thước 500x100x15. Hạt mài được thu hồi nhờ một thùng chứa có chứa đầy nước nhằm giảm

vận tốc các hạt mài khi chúng ra khỏi phôi sau khi cắt để chúng không bị vỡ thêm khi va vào thành thùng chứa hoặc va vào các hạt mài khác. Sau khi thu lại, hạt mài được rửa sạch, sấy khô và tách phoi thép nhờ nam châm. Cuối cùng, hạt mài được phân loại nhờ 11 sàng (ISO3310-1) với các cỡ 63, 75, 90, 106, 125, 150, 180, 212, 250, 300, 355 [6].



a)



b)

Hình 1: Thí nghiệm xác định khả năng tái chế hạt mài

2.2. Kết quả và thảo luận

Bảng 1: Khả năng tái chế của hạt mài Supreme granet mesh80 từ các kích thước

Cỡ hạt (µm)	>300	>250	>212	>180	>150	>125	>106	>90	>75	>63
Khối lượng (kg)	1.36	5.16	8.82	11.30	13.75	15.36	16.66	17.76	18.88	19.32
Tỷ lệ phần trăm (%)	5.44	20.64	35.28	45.21	54.99	61.45	66.63	71.03	75.53	77.27

Kết quả khả năng tái chế của hạt mài ứng với các cỡ hạt mài khác nhau được cho trong bảng 1. Từ kết quả ta thấy với hạt từ cỡ >180 μm khả năng tái chế chỉ có 45,21%. Với các hạt mài có kích thước >75 và >63 μm do có hạt nhỏ nên khó sàng vì chúng dễ bít các mắt sàng. Vì vậy không chọn các hạt với giá trị này làm đối tượng nghiên cứu. Với các hạt mài có kích thước >90 μm (là kích thước cũng đã được chọn trong [3, 5]) ta có khả năng tái chế khá lớn (71.03%). Từ các phân tích trên, hạt mài với kích thước >90; >106; >125; và >150 μm đã được chọn để nghiên cứu tái chế và bù tái chế.

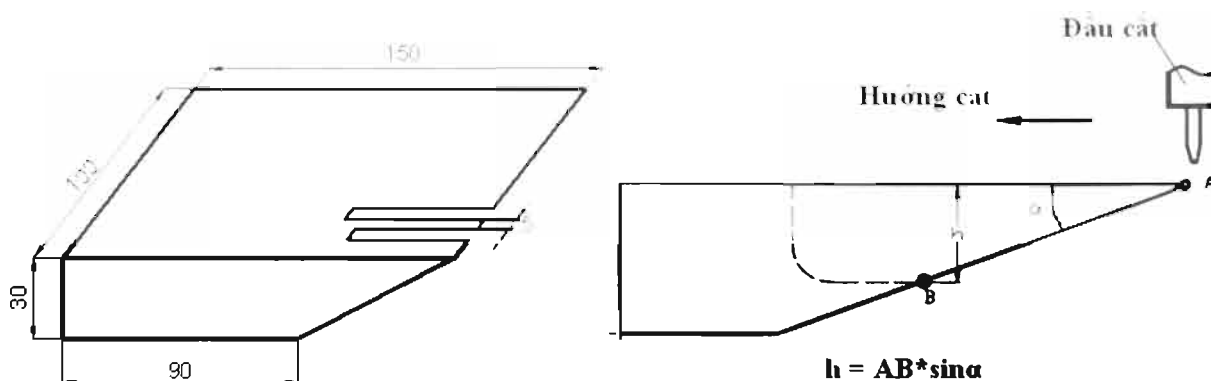
3. KHẢ NĂNG CẮT CỦA HẠT MÀI TÁI CHẾ VÀ BÙ TÁI CHẾ

Trong phần này, các hạt mài tái chế và bù tái chế với các kích thước hạt khác nhau và hạt mài mới được sử dụng để cắt với cùng các thông số quá trình cắt để xác định khả năng cắt của chúng so với hạt mới. Qua đó, kích thước hạt tối ưu khi tái chế và bù tái chế hạt mài Supreme granet #80 sẽ được xác định.

3.1. Thiết lập các thông số cho thí nghiệm



Hình 2: Thí nghiệm xác định khả năng cắt của hạt mài



Hình 3: Phôi cho thí nghiệm xác định khả năng cắt

Thí nghiệm xác định khả năng cắt của hạt mài tái chế và bù tái chế (hình 2) đã được tiến hành. Thí nghiệm đã sử dụng máy cắt tia nước model 50HP IPL của Công ty cổ phần TNHH Phúc Sinh. Phôi cắt được mô tả trên hình 3. Các thông số quá trình của thí nghiệm như sau: Vòi

phun ROCTEC©100 WFE 14400 có đường kính 1,016mm, có chiều dài 101,6mm; đường kính vòi tăng tốc 0,255mm; áp suất nước 350 MPa; khoảng cách từ vòi phun tới bề mặt gia công 5mm; vận tốc dịch chuyển 90 mm/phút; lưu lượng hạt mài 5g/s.



Với hạt mài bù tái chế, để đảm bảo khối lượng hạt mài trong mẻ cắt không đổi cần phải bổ sung thêm lượng hạt mài mới vào hạt mài tái chế

sau đó trộn đều để các cỡ hạt phân phối đều trong hỗn hợp. Lượng bổ sung hạt mới để tạo nên hạt mài bù tái chế được cho trong bảng 2:

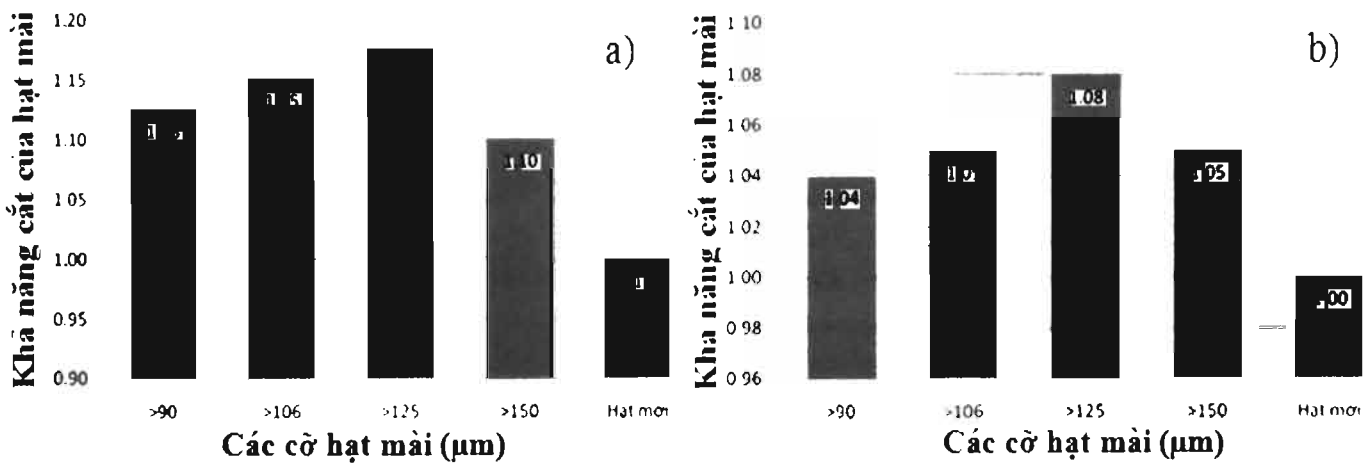
Bảng 2: Thành phần của hạt mài bù tái chế

Cỡ hạt mài (µm)	Hạt mài tái chế (%)	Lượng hạt mới bù (%)	Lượng hạt mới bù (kg)
>150	54.99	45.01	11.25
>125	61.45	38.55	9.64
>106	66.63	33.37	8.34
>90	71.03	28.97	7.24

3.2. Kết quả và thảo luận

Các thí nghiệm cắt với mỗi cỡ hạt mài tái chế/bù tái chế được lặp lại 2 lần. Thêm vào

đó, các lần cắt được thực hiện trên 1 phôi thí nghiệm để loại trừ ảnh hưởng của vật liệu phôi. Kết quả thí nghiệm được biểu diễn trên hình 4.

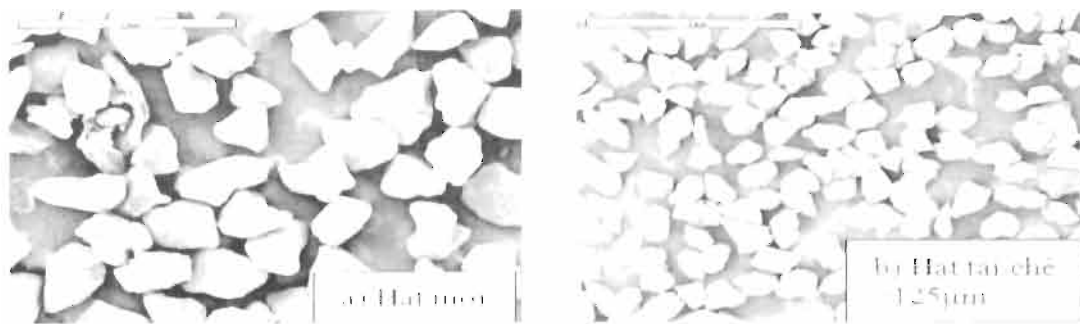


Hình 4: Khả năng cắt của hạt mài tái chế (a) bù tái chế (b)

Từ hình 4 ta thấy khả năng cắt của cả hạt mài tái chế và hạt mài bù tái chế đều tốt hơn hạt mới. Có thể giải thích nguyên nhân là do kích thước trung bình của hạt mài tái chế và bù tái chế nhỏ đều nhỏ hơn của hạt mài mới nên trong cùng một khoảng thời gian số lượng các hạt tham gia bắn phá (cắt) bề mặt phôi sẽ nhiều hơn và dẫn đến thể tích vật liệu phôi bị bóc tách cũng sẽ tăng lên (xem ảnh chụp (hình 5) của hạt mài Supreme granet #80 và hạt mài tái chế có kích thước hạt >125µm). Thêm vào đó, hình dáng hạt mài khi vỡ ra cũng có nhiều góc, cạnh sắc hơn (hình 5) nên

tính cắt của mỗi hạt mài cũng cao hơn.

Kết quả thí nghiệm (xem hình 4) cho thấy, hạt mài tái chế cắt tốt hơn hạt mới từ 10 đến 18% còn hạt bù tái chế cắt tốt hơn hạt mới từ 4 đến 8%. Từ hình 4 cũng dễ dàng thấy rằng, cỡ hạt tối ưu để tái chế và bù tái chế đều là >125µm vì chúng đều cho khả năng cắt cao nhất (18% với hạt mài tái chế và 8% với hạt bù tái chế). Ngoài ra, theo kết quả trên bảng 1 và 2, với cỡ hạt này khả năng tái chế đạt khá cao 61.45% và do đó tiết kiệm được lượng hạt mới bù thêm (38.55%).



Hình 5: Ảnh chụp hạt mài Supreme granet

4. CHẤT LƯỢNG CẮT CỦA HẠT MÀI TÁI CHẾ VÀ BÙ TÁI CHẾ

Chất lượng cắt trong AWJ được đánh giá thông qua độ nhám bề mặt và bề rộng rãnh cắt. Tuy nhiên đo bề rộng rãnh là thông số không quá quan trọng và không làm ảnh hưởng nhiều tới chất lượng gia công nên trong nghiên cứu này chỉ đánh giá về độ nhám bề mặt của hạt mài tái chế và bù tái chế qua việc so sánh với khi cắt bằng hạt mài mới.

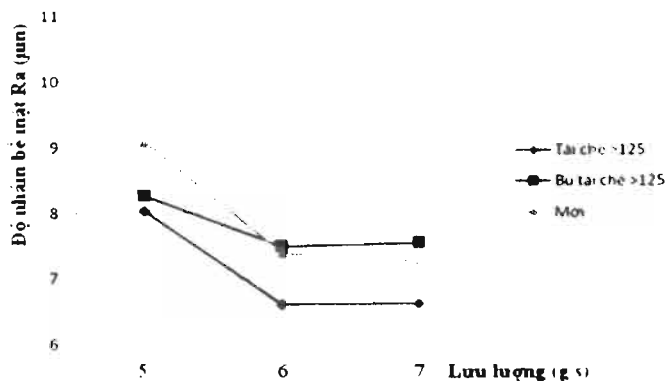
4.1. Thiết lập thông số thí nghiệm.

Cấu trúc thí nghiệm để đánh giá độ nhám bề mặt khi cắt bằng hạt mài tái chế và bù tái chế tương tự như thí nghiệm trong phần 4. Điểm khác biệt là phối thí nghiệm là hợp kim nhôm Al6061-T6 để sau khi cắt không bị gỉ và dễ đo độ nhám ; tiết diện phối hình chữ nhật 20x60 mm. Ba loại hạt mài được sử dụng để so sánh độ nhám sau khi cắt là hạt mài tái chế >125µm, bù tái chế >125µm và hạt mới #80 ; các mẫu được cắt với 3 giá trị lưu lượng hạt mài 5, 6, 7 (g/s). Các mẫu cắt sẽ được đo độ nhám theo các đường song song với mặt trên của phối cách mặt trên 2 mm và 10 mm. Việc đo độ nhám được thực hiện trên máy đo độ nhám Mitutoyou Surfesst SJ-301.

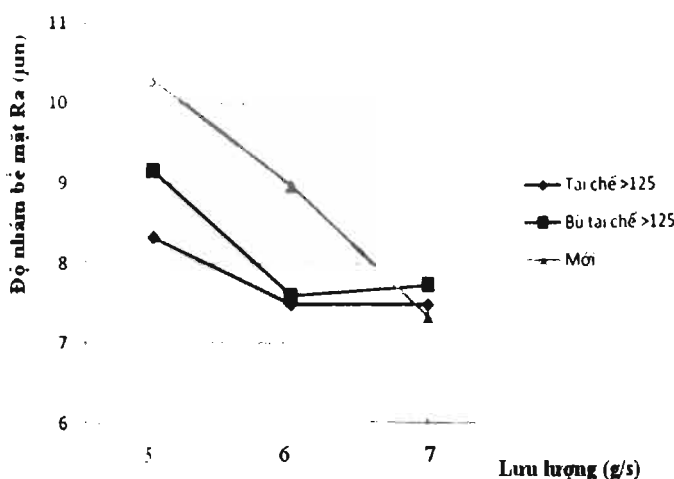
4.2. Kết quả và thảo luận.

Kết quả đo độ nhám được trình bày trên hình 6 (khi đo cách mặt trên 2 mm) và trên hình 7 (khi đo cách mặt trên 10 mm). Từ các kết quả ta thấy độ nhám bề mặt giảm khi tăng lưu lượng hạt mài. Tuy nhiên với lưu lượng lớn hơn 6 (g/s) độ nhám hầu như không giảm ở cả ba loại hạt mài tái chế, bù tái chế và hạt mới. Như vậy giá trị lưu lượng hạt mài

6g/s là giá trị hợp lý nhằm đạt độ nhám bề mặt nhỏ nhất khi cắt bằng hạt mài tái chế và bù tái chế. Thêm vào đó, kết quả cũng cho thấy rằng cả hạt mài tái chế và bù tái chế đều cho chất lượng cắt tốt hơn (trong đó hạt mài tái chế cho chất lượng cắt cao nhất Ra đạt nhỏ nhất) so với cắt bằng hạt mài mới. Sở dĩ như vậy là vì kích thước trung bình của hạt mài tái chế là nhỏ nhất và hạt mài mới là lớn nhất và kết quả là khi cắt sẽ cho kết quả như đã nêu vì các hạt nhỏ tham gia cắt sẽ cho bề mặt cắt có độ nhám nhỏ hơn.



Hình 6: Ảnh hưởng của lưu lượng hạt mài đến độ nhám bề mặt (đo cách mặt trên 2mm)



Hình 7: Ảnh hưởng của lưu lượng hạt mài đến độ nhám bề mặt (đo cách mặt trên 10 mm)

5. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã trình bày về tái chế và bù tái chế hạt mài Supreme granet #80 qua việc nghiên cứu khả năng tái chế của hạt mài này cũng như khả năng cắt và chất lượng cắt của hạt mài tái chế và bù tái chế.

Khả năng tái chế của hạt mài đã cho là rất cao (đến 61,45 với hạt mài tái chế cỡ hạt >125 μm);

Khả năng cắt của hạt mài tái chế và bù tái chế các cỡ đều cao hơn hạt mài mới. Trong đó cỡ hạt >125 μm cho khả năng cắt cao nhất cho cả

hạt tái chế và bù tái chế nên đã được chọn làm cỡ hạt tối ưu khi tái chế và bù tái chế hạt mài đã nêu.

Ảnh hưởng của lưu lượng hạt mài và loại hạt mài (tái chế, bù tái chế và hạt mới) tới chất lượng cắt cũng được phân tích. Chất lượng cắt của hạt mài tái chế và bù tái chế đều tốt hơn hạt mới (trong đó chất lượng cắt của hạt tái chế là tốt nhất).

Lưu lượng hạt mài 6g/s được khuyến cáo nên sử dụng khi cắt bằng hạt mài tái chế và bù tái chế để có thể đạt được độ nhám bề mặt nhỏ nhất. ❖

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Guo. N.S, Louis. H, Meier. et al (1992), "Recycling capacity of abrasives in abrasive water jet cutting", In: Lichtarowicz A, Jet Cutting Technology, Kluwer Acad. Publ, Dordrecht, pp503-523.
- [2]. Babu. M. K, Krishnaiah Chetty.O.V (2002), "Studies on recharging of abrasives in abrasive water jet machining", Int. journal of Advanced Manufacturing Technology, (19) pp 697-703.
- [3]. Babu. M. K, Krishnaiah Chetty.O.V (2003), "A study on recycling of abrasives in abrasive water jet machining", Wear 254, pp 763-773.
- [4]. Ohlsen.,J (1997) 'Recycling von Feststoffen beim Wasserabstrahlverfahren', VDI Fortschritt-Berichte, Reihe 15, Nr. 175.
- [5]. Vu Ngoc Pi (2008), "Performance Enhancement of Abrasive Waterjet Cutting", PhD Thesis, TU Delft, The Netherlands.
- [6]. Endecotts website, <http://www.endecotts.com/products/sieves.aspx>, (truy cập ngày 18/10/2011).