

## NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA ÁP LỰC MÀI Ở CÁC CẤP ĐIỆN ÁP ĐẾN NĂNG SUẤT VÀ CHẤT LƯỢNG KHÍ MÀI ĐIỆN HÓA HỢP KIM CỨNG T5K10 BẰNG ĐÁ MÀI KIM CƯƠNG

Trần Quốc Hùng\*, Nguyễn Đình Mẫn

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

### TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của áp lực mài đến năng suất và chất lượng khí mài điện hóa hợp kim cứng T5K10 bằng đá mài kim cương ở các cấp điện áp khác nhau. Mục đích của nghiên cứu này nhằm tìm ra áp lực mài và điện áp mài hợp lý khi gia công thô và gia công tinh hợp kim cứng T5K10. Kết quả cho thấy: Khi tăng áp lực đơn vị thì năng suất mài tăng nhưng khi áp lực tăng quá một giới hạn nhất định thì năng suất mài lại giảm. Tương tự điện áp vùng mài tăng thì năng suất mài tăng nhưng điện áp chỉ tăng đến 1 giá trị nhất định, khi điện áp tăng cao quá dẫn đến hiện tượng phóng tia lửa điện trong vùng mài làm giảm năng suất, chất lượng mài, mức độ tiêu hao đá mài tăng lên.

**Từ khóa:** Gia công hợp kim cứng, gia công vật liệu khó gia công, mài điện hóa, phương pháp gia công tiên tiến, công nghệ mài.

### MỞ ĐẦU

Do có nhiều tính năng ưu việt: độ cứng tự có, độ chịu nhiệt, độ chịu mài mòn...[2,4,7], hợp kim cứng (HKC) được sử dụng ngày càng nhiều làm dụng cụ cắt và dụng cụ công nghiệp. Đây là loại vật liệu khó gia công bằng cắt truyền thống. Để gia công HKC ngoài phương pháp mài, các phương pháp gia công tiên tiến: mài điện hóa, gia công bằng tia nước có hạt mài, gia công bằng siêu âm, gia công bằng xung điện, ...[1,3,5,6,7]. cũng được nghiên cứu áp dụng. Các nghiên cứu về mài điện hóa HKC bằng đá kim cương đã chỉ ra rằng ngoài ảnh hưởng của các thông số chế độ cắt (vận tốc cắt  $v$ , chiều sâu cắt  $t$ , lượng chạy dao  $s$ ), độ hạt, chất kết dính, nồng độ chất điện phân thì ảnh hưởng của áp lực đơn vị và điện áp mài cũng là những yếu tố quan trọng gây ảnh hưởng đến năng suất và chất lượng khí gia công HKC [1, 3, 6].

Hiện tại ở Việt Nam các nghiên cứu về mài điện hóa bằng đá kim cương chưa nhiều. Để đạt được năng suất, chất lượng của quá trình mài điện hoá bằng đá kim cương (khi gia

công thô hoặc tinh), cần tối ưu việc lựa chọn các thông số đầu vào như :

Các thông số của đá kim cương: Độ hạt, mật độ hạt, chất kết dính.

Các thông số chế độ mài: Chế độ cắt ( $s, v, t$ ) và áp lực đơn vị.

Các thông số điện hoá: Điện áp - cường độ dòng điện, thành phần dung dịch điện ly.

Đá mài kim cương dùng trong mài điện hóa đều phải nhập từ nước ngoài sau khi tham khảo khuyến cáo sử dụng đá mài từ hãng sản xuất về: loại hạt, độ hạt, mật độ hạt, chất dính kết. Vì vậy, để có thể triển khai phương pháp mài điện hóa theo điều kiện Việt Nam một cách có hiệu quả, tác giả định hướng đi nghiên cứu ảnh hưởng của áp lực đơn vị mài và điện áp mài đến năng suất, chất lượng khí mài điện hóa HKC T5K10 bằng đá mài kim cương.

**Xác định giới hạn của điện áp, áp lực đơn vị mài trong phạm vi nghiên cứu**

Để trong vùng mài có hoà tan Anot thì điện áp giữa 2 điện cực phải lớn hơn điện áp phân cực của mỗi nguyên tố kim loại, điện áp này phụ thuộc vào vật liệu gia công. Ở điện áp 1,7V Coban bị hoà tan. Ở 3V Cacbit kim loại bị phân huỷ. Như vậy khi mài điện hoá HKC

\* Tel: 0912 003260, Email: tranquochung.tn@gmail.com

điện áp làm việc = 3V. Song trong thực tế mài điện hóa sử dụng  $U > 3V$  vì sự sụt áp ở trong hệ thống công nghệ. Nếu chọn mức điện áp quá lớn xảy ra hiện tượng phóng tia lửa điện trong vùng mài làm tăng tiêu hao đá mài. Vậy, nguồn điện dùng trong nghiên cứu mài điện hoá chọn nguồn chỉnh lưu, có điện áp:

$$U = (4 \div 14)V; I = (30 \div 200)A.$$

Để có quá trình điện hóa xảy ra trong vùng mài, ngoài dung dịch điện ly ra cần phải có dòng điện đi từ chi tiết sang đá mài. Trị số dòng điện này phụ thuộc vào áp lực đơn vị mài. Áp lực đơn vị nhỏ, hạt mài không cắt sâu được vào chi tiết gia công, khe hở giữa 2 điện cực lớn thuận lợi cho sự có mặt của chất điện ly nhưng lúc này điện trở trong vùng mài lớn, làm giảm trị số dòng điện, giảm khả năng hòa tan điện hóa, cắt bằng điện hóa nhỏ, năng suất thấp. Tăng áp lực hạt cắt sâu hơn vào chi tiết gia công, khe hở nhỏ đi, trị số dòng điện tăng, tăng sự hòa tan điện hóa dẫn đến năng suất tăng. Nếu áp lực quá lớn thì khe hở quá nhỏ, chất điện ly không vào được vùng gia công, giảm khả năng hòa tan điện hóa dẫn đến năng suất mài giảm. Vậy giới hạn dưới của tải trọng đặt lên chi tiết khi mài điện hóa được chọn phụ thuộc vào trị số cường độ dòng điện. Theo [6,7] cường độ dòng điện trong mài điện hóa nằm trong khoảng  $I = (30 \div 80)A$  nên tải trọng đặt lên chi tiết nhỏ nhất sao cho  $I \geq 30A$ .

Căn cứ các lập luận trên, để mài điện hóa HKC bằng đá mài kim cương đạt hiệu quả, tác giả tiến hành nghiên cứu áp lực mài trên mảnh HKC T5K10 có tiết diện  $0,65cm^2$  (tiết diện này được chọn theo khuyến cáo [7]), với tác dụng của ngoại lực khi mài đặt lên mảnh HKC là: (30, 40, 60, 80, 100)N, tương đương với áp lực mài đơn vị lên tiết diện mảnh HKC là: (46, 61.5, 92, 123, 153)N/cm<sup>2</sup>, tại các cấp điện áp 4V, 6V, 8V, 10V.

#### ĐIỀU KIỆN THÍ NGHIỆM

Vật liệu thí nghiệm: mác hợp kim cứng T5K10 [Tiêu chuẩn Nga GOST 3882-70(74)] tương đương mác hợp kim cứng P40 (P30) [Tiêu chuẩn ISO 513-75]. Đây là mác hợp kim cứng điển hình dùng làm dao để gia công

các loại thép khi cắt có va đập (khi phay). Một số đặc điểm về mác hợp kim này cho ở bảng 1 [2, 4, 7].

\*Lựa chọn đá mài thí nghiệm:

Để áp dụng phương pháp mài điện hóa bằng đá mài kim cương, sau khi tham khảo tài liệu [1,3,6,7] nhóm tác giả chọn đá có ký hiệu: AC6-160/125M2-01-100%150x20x3x32.

+ Các ký hiệu của đá chỉ ra rằng:

- AC6: hạt kim cương nhân tạo có độ bền cao dùng chất kết dính kim loại.

- 160/125: kích thước hạt mài nằm trong khoảng  $(125 \div 160)\mu m$ .

- M2: cấp độ cứng của đá, thường sử dụng cấp này cho mài sắc dụng cụ cắt bằng HKC.

- 01: cấp cấu trúc của đá mài. Đây là cấp cấu trúc chặt, dùng cho gia công HKC.

- 100%: mật độ hạt trong đá mài. Với mật độ 100% tiêu chuẩn Nga GOST 3882-70(74) quy định có 878mg (4,4 cara) kim cương trong  $1mm^3$  lớp đá mài kim cương [7].

\* Chất điện ly bơm trực tiếp vào vùng mài có thành phần như sau: 5%NaNO<sub>3</sub>, 0,3%NaNO<sub>2</sub>, còn lại là nước [1,3].

\* Các thí nghiệm được tiến hành trên máy mài 2 đá đã cài tiến: MD-750 - 2950 v/ph.

\* Phương pháp đo lường:

- Độ nhám bề mặt được xác định bằng máy đo biên dạng của Nhật có ký hiệu SJ-201.

- Khối lượng cắt được xác định bằng cân: JYT - 5 hãng MC Trung Quốc.

#### Mục đích của thí nghiệm

Kiểm chứng lại những lý luận đã được nghiên cứu nhằm tăng tính thuyết phục của phương pháp mài điện hoá HKC bằng đá mài kim cương, là một trong những công cụ mạnh gia công HKC đạt năng suất cao.

#### KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Tiến hành thí nghiệm với  $V_d = 22,7m/s$ ;

Kết quả nghiên cứu thực nghiệm xác định ảnh hưởng của áp lực và điện áp đến năng suất và độ nhám khi gia công điện hoá HKC T5K10 bằng đá mài kim cương trình bày ở bảng 2.

**Căn cứ vào kết quả ở bảng 2 thấy rằng:**

**Ở điện áp 4V** khi tăng áp lực đơn vị (P) cho quá trình mài, năng suất mài điện hóa hợp kim cứng tăng theo. Năng suất mài đạt được cao nhất khi  $P = 153 \text{ N/cm}^2$ . P tăng quá  $153\text{N/cm}^2$  năng suất mài bắt đầu giảm lý do:

1. Tăng áp lực làm cho khe hở giữa 2 điện cực giảm dần, khi vượt qua giới hạn cho phép làm cho chất điện ly không vào được vùng gia công, giảm năng suất hoà tan điện hóa.

2. Do mài thử nghiệm ở mức điện áp nhỏ, khi áp lực tăng làm cho dòng điện tăng. Với tổng trở trong hệ thống không đổi, khi dòng điện tăng dẫn đến sự sụt áp trong hệ thống tăng. Khi điện áp  $U < 3V$  quá trình điện hóa xảy ra rất chậm hoặc có thể không xảy ra, điều này cũng dẫn tới làm giảm năng suất mài.

Tổng hợp 1 và 2 khi tăng áp lực mài quá giới hạn cho phép làm cho năng suất mài giảm. Năng suất mài tối đa ở điện áp 4V đạt được 1,97 g/ph.

Độ nhám bề mặt ( $R_a$ ) khảo sát trong quá trình tăng áp lực mài từ  $(46 \div 153)\text{N/cm}^2$  tăng từ  $(0.33 \div 0.48)\mu\text{m}$ . Nói chung độ nhám bề mặt khi mài ở mức điện áp 4V với áp lực thay đổi từ  $(46 \div 153)\text{N/cm}^2$  chỉ tăng trong phạm vi hẹp.

**Ở điện áp 6V** khi tăng P, năng suất mài tăng theo. Thấy rằng: P đặc trưng cho khả năng ăn sâu của hạt mài kim cương vào hợp kim cứng đồng thời P cũng đặc trưng cho khe hở cần thiết để chất điện ly đi được vào vùng mài. Ngoài ra khi áp lực mài tăng tạo nên tiếp xúc ổn định hạn chế rung động trong vùng mài

**Bảng 1.** Thành phần hóa học, tính chất vật lý, lĩnh vực áp dụng của mác hợp kim cứng T5K10 Theo TC Nga GOST 3882-70(74).

Nhóm HKC	Ký hiệu (ISO)	Ký hiệu (Nga)	Thành phần hoá học (%)			Tính chất vật lý		Lĩnh vực áp dụng
			WC	TiC	Co	$\sigma_{uốn}$ (MPA)	Độ cứng (HRA)	
Hai các bit (WC+TiC)	P40 (P30)	T5K10	85	5	10	1300	88.5	Dùng làm dao gia công thép khi cắt có va đập

**Bảng 2.** Kết quả mài điện hóa hợp kim cứng T5K10 bằng đá mài kim cương khi tăng dần áp lực mài ứng với từng cấp điện áp nhất định

Áp lực mài $\text{N/cm}^2$	46	61.5	92	123	153
Tiết diện mảnh HKC ( $\text{cm}^2$ )	0.65 (13 x 5 x 44 $\Leftrightarrow$ 36.7g)				
Điện áp (V)	<b>4V</b>				
Khối lượng cắt được sau 1 phút (g)	0.33	0.42	0.92	1.67	1.97
Độ nhám $R_a$ ( $\mu\text{m}$ ) đạt được	0.32	0.35	0.45	0.46	0.48
Điện áp (V)	<b>6V</b>				
Khối lượng cắt được sau 1 phút (g)	0.33	0.43	0.93	2.5	3.84
Độ nhám $R_a$ ( $\mu\text{m}$ ) đạt được	0.33	0.35	0.45	0.5	0.55
Điện áp (V)	<b>8V</b>				
Khối lượng cắt được sau 1 phút (g)	0.48	0.62	0.93	2.1	3.84
Độ nhám $R_a$ ( $\mu\text{m}$ ) đạt được	0.33	0.35	0.40	0,53	0.63
Điện áp (V)	<b>10V</b>				
Khối lượng cắt được sau 1 phút (g)	0.63	0.8	1.0	2.17	3.84
Dộ nhám $R_a$ ( $\mu\text{m}$ ) đạt được	0.45	0.45	0.5	0,6	0.65

Năng suất mài đạt được cao nhất khi  $P = 153$  ( $N/cm^2$ ) là 3,84 (g/ph).  $P$  tăng quá  $153N/cm^2$  năng suất bắt đầu giảm mặc dù điều kiện điện về điện áp để xảy ra quá trình điện hóa vẫn đảm bảo ( $U > 3V$ ) điều này chỉ có thể được lý giải:

Tăng áp lực mài làm cho khe hở giữa 2 điện cực giảm, khi vượt qua giới hạn cho phép làm cho chất điện ly không vào được vùng gia công, giảm năng suất quá trình hoà tan điện hoá. Quá trình cắt lúc này gần giống quá trình mài kim cương không điện hoá dẫn đến năng suất giảm.

Độ nhám bề mặt ( $R_a$ ) trong quá trình tăng áp lực từ  $(46 \div 153)N/cm^2$  ở mức điện áp 6V tăng từ  $(0.33 \div 0.55)\mu m$ . Tóm lại ở điện áp 6V khi tăng áp lực đơn vị năng suất cắt tăng mạnh còn độ nhám chỉ tăng trong phạm vi hẹp.

**Ở điện áp 8V** khi tăng  $P$  cho quá trình mài, năng suất mài tăng theo, điều này cho thấy rằng: áp lực đơn vị đặc trưng cho khả năng ăn sâu của hạt mài kim cương vào hợp kim cứng đồng thời áp lực cũng đặc trưng cho khe hở cần thiết để cho chất điện ly đi được vào vùng mài. Ngoài ra khi áp lực tăng tạo nên tiếp xúc ổn định hạn chế rung động trong vùng mài. Năng suất đạt được cao nhất khi  $P = 153$  ( $N/cm^2$ ) là 3,84 (g/ph).  $P$  tăng quá  $153 N/cm^2$  năng suất bắt đầu giảm mặc dù điện áp hoà tan điện hóa không nhỏ hơn 6V điều này chỉ có thể lý giải:

Tăng áp lực mài làm cho khe hở giữa 2 điện cực giảm dần, khi vượt qua giới hạn cho phép làm cho chất điện ly không vào được vùng gia công. Mặt khác khe hở nhỏ lúc này bề mặt đá và chi tiết gần như tiếp xúc trực tiếp với nhau. Ở mức điện áp này đã thấy tia lửa điện nhỏ, mòn đá mài tăng,  $R_a$  tăng dẫn đến năng suất giảm.

Độ nhám bề mặt ( $R_a$ ) ở mức điện áp 8V trong quá trình tăng áp lực mài từ  $(46 \div 153) N/cm^2$  tăng từ  $(0.33 \div 0.63)\mu m$ .

Tóm lại: khi tăng áp lực mài đơn vị ở mức điện áp 8V, năng suất mài tăng nhưng năng suất cực đại cũng chỉ bằng ở mức điện áp 6V còn độ nhám tăng trong phạm vi hẹp nhưng

độ nhám cực đại cũng vượt qua độ nhám cực đại ở mức điện áp 6V.

**Ở điện áp 10V** khi tăng  $P$  thì năng suất mài tăng theo. Điều này một lần nữa lại được khẳng định rằng:  $P$  đặc trưng cho khả năng ăn sâu của hạt mài kim cương vào hợp kim cứng đồng thời áp lực mài cũng đặc trưng cho khe hở cần thiết để cho chất điện ly đi được vào vùng mài duy trì quá trình điện hóa. Ngoài ra khi áp lực mài tăng tạo nên tiếp xúc ổn định, hạn chế rung động trong vùng mài.

Tuy vậy, năng suất mài ở điện áp 10V đạt được cao nhất khi  $P = 153$  ( $N/cm^2$ ) cũng chỉ bằng ở mức điện áp 6V là 3,84 (g/ph). Ngoài ra ở mức điện áp này tia lửa điện xuất hiện nhiều hơn, lớn hơn làm tăng nhanh nhiệt độ dung dịch chất điện ly, mòn đá tăng nhanh.

Khi nhiệt độ chất điện ly tăng lên (quá  $50^\circ C$ ) xuất hiện hiện tượng bốc hơi nước làm thay đổi nồng độ dung dịch điện ly, giảm khả năng điện hóa, dẫn tới năng suất giảm. Vậy không cần tăng mức điện áp cao quá 10V trong quá trình mài điện hóa vì tăng điện áp lên cao xảy ra hiện tượng phóng tia lửa điện rất mạnh, tăng nhanh tiêu hao đá mài, tăng nhiệt độ chất điện ly.

## KẾT LUẬN

Áp lực đơn vị khi mài là một trong các yếu tố quan trọng nhất gây ảnh hưởng đến năng suất gia công. Tăng áp lực đơn vị số lượng vật liệu được cắt đi tăng. Song sự tăng năng suất này không phải lúc nào cũng có thể thực hiện được.

Khi  $P$  đạt đến một giá trị nhất định ( $153N/cm^2$ ) dù điện áp trong vùng mài tăng (6V, 8V, 10V) nhưng năng suất mài điện hóa HKC T5K10 bằng đá kim cương đạt được giá trị cực đại như nhau (3,84 g/ph). Mức độ phóng tia lửa điện trong vùng mài và nhiệt độ chất điện ly tăng lên theo chiều tăng của điện áp trong vùng mài.

Vậy để đảm bảo năng suất khi mài hợp kim cứng T5K10 bằng phương pháp mài điện hóa nên chọn dải điện áp mài từ  $(6 \div 8)V$ .

Độ nhám nhỏ tế vì bề mặt ( $R_a$ ) trong quá trình tăng áp lực mài từ  $(46 \div 153)N/cm^2$  ở các cấp điện áp (4V, 6V, 8V, 10V) chỉ tăng trong

phạm vi hẹp ( $0.32 \div 0.65$ ) $\mu\text{m}$ , tương đương với một cấp độ nhám.

Vậy để đảm bảo chất lượng khi mài HKC T5K10 bằng phương pháp mài điện hóa nên chọn cấp điện áp mài thấp (4V).

Căn cứ vào các kết quả thí nghiệm và các nhận xét trên có thể chỉ dẫn cách lựa chọn điện áp và áp lực khi mài điện hoá HKC T5K10 bằng đá mài kim cương:

1. Khi mài thô chỉ tiêu đưa ra là năng suất. Căn cứ vào kết quả thí nghiệm sẽ có thông số điện áp; áp lực đơn vị cần cho quá trình vận hành máy mài để đạt được năng suất cao nhất.

Cụ thể khi mài thô T5K10 nên chọn:

$$U = 6V ; P = 153 \text{ N/cm}^2 \Leftrightarrow q = 3,84 \text{ g/ph}, R_a = 0,55 \mu\text{m}.$$

2. Khi mài bán tinh chỉ tiêu đưa ra lúc này là năng suất và độ nhám bề mặt. Căn cứ vào kết quả thí nghiệm, kết hợp chọn đồng thời hai thông số trên ta sẽ có thông số điện áp và áp lực đơn vị p tương ứng cho quá trình mài.

Cụ thể khi mài bán tinh T5K10 nên chọn:  $U = 6V ; p = 123 \text{ N/cm}^2 \Leftrightarrow q = 2,5 \text{ g/ph}$ ,

3. Khi mài tinh chỉ tiêu đưa ra là độ nhám. Căn cứ vào kết quả thí nghiệm sẽ có thông số điện áp; áp lực đơn vị cần cho quá trình vận hành máy mài để đạt được độ nhám cao nhất.

Cụ thể khi mài tinh T5K10 nên chọn:

$$U = 4V ; P = 46 \text{ N/cm}^2 \Leftrightarrow q = 0,33 \text{ g/ph}, R_a = 0,32 \mu\text{m}.$$

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Trần Hữu Đà, (2002), *Mài điện hóa kim cương*, Trường Đại học Kỹ thuật công nghiệp, Thái Nguyên.
- [2]. Trần Văn Địch, Ngô Trí Phúc, (2006) *Sổ tay thép thế giới*, Nxb Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [3]. Nguyễn Văn Hùng, (2003), *Nghiên cứu tối ưu các thông số công nghệ của quá trình mài điện hóa bằng đá mài kim cương khi gia công hợp kim cứng*, Luận án Tiến sỹ kỹ thuật.
- [4]. Bành Tiến Long và các tác giả, (2001), *Nguyên lý gia công vật liệu*, Nxb Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [5]. Nguyễn Quốc Tuấn và các tác giả, (2009), *Các phương pháp gia công tiên tiến*, Nxb Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [6]. P.P. Вайнберг, В. Г. Васильев, (1976), *Mài điện hóa bằng đá mài kim cương*, NXB "Chế tạo máy", Moxcova, (bản tiếng Nga).
- [7]. X.A. ПОПОВ (1980), *Mài sắc dụng cụ cắt*, Nxb Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.

#### SUMMARY

#### AN INVESTGATING THE INFLUENCE OF GRINDING PRESSURE ON PRODUCTIVITY AND QUALITY IN ELECTROCHEMICAL GRINDING PROCESS WHILE CARBIDE COMPOSITION T5K10 IS MACHINED BY DIAMOND WHEELS IN DIFFERENT VOLTAGES.

Tran Quoc Hung\*, Nguyen Dinh Man

College of Economics and Technology - TNU

In this paper, a research has been done to investigate the influence of grinding pressure on productivity and quality in electrochemical grinding process while carbide composition T5K10 is machined by diamond wheels in different voltages. The purpose of this research is to find a range of grind pressure and working voltage that are suitable for rough machining and finishing machining processes of carbide composition T5K10. The results show that when the unit pressure increases, the grinding productivity also increases, too. However, if the unit pressure increases over a certain limit value, the grinding productivity decreases. Similarly, the voltage setting on grinding area increases to a certain value when grinding productivity increases. When a value of the voltage is too high, spark discharge phenomenon occurs in grinding area that is the reason to reduce the productivity, quality and to increase consumption of the grinding wheel.

**Key words:** *process carbide composition, process materials have high durability, ectrochemical grinding, methods process advanced, and grinding technology.*

\* Tel: 0912 003260, Email: tranquochung.tn@gmail.com