



# BẢN TIN KỸ THUẬT

## EDM VÀ DẬP TỐC ĐỘ CAO

Bản dịch tiếng Việt – Tài liệu kỹ thuật chuyên sâu

### 1. KỸ THUẬT GIA CÔNG CARBIDE

#### 1.1 Tối ưu hóa quy trình WEDM

Độ cứng cao của carbide khiến nó chỉ phù hợp để gia công thông qua các quy trình như WEDM (Gia công phóng điện dây), EDM (Gia công phóng điện) và mài. Ngoài ra, carbide không chịu nhiệt tốt – nhiệt độ vượt quá 700°C có thể thay đổi đặc tính của nó, dẫn đến các vấn đề như nứt nhiệt có thể nhận biết dễ dàng. Do đó, kiểm soát công suất chính xác trong quá trình WEDM là điều cần thiết.

Bề mặt carbide sau WEDM cho thấy các dấu hiệu bám đồng và nứt vi mô đáng kể ở các độ sâu khác nhau.

#### Ba vùng trên bề mặt sau khi cắt thô WEDM:

- Vùng 1 (3–5µm): Lớp xói mòn (vật liệu dư, vật liệu bám dính)
- Vùng 2 (9µm): Lớp nứt nhiệt
- Vùng 3: Lớp ổn định (OK Layer)

#### Hậu quả của bề mặt kém chất lượng:

- Tróc bề mặt trong quá trình mài
- Gãy chày hoặc khuôn trong quá trình dập
- Phát hiện vết nứt trên bộ phận khuôn
- Vấn đề về khả năng chống mài mòn

Những yếu tố này cuối cùng làm giảm chất lượng tổng thể và tuổi thọ dụng cụ của chày và khuôn.

#### 1.2 Chiến lược cắt WEDM được khuyến nghị

Để giải quyết các vấn đề này, khuyến nghị chiến lược WEDM 2 lần cắt thô + 5 lần cắt tinh để giảm thiểu nguy cơ nứt nhiệt còn lại. Với tiến bộ công nghệ WEDM hiện tại, có thể áp dụng chiến lược 1 lần cắt thô + 3 lần cắt tinh.

**⚠ CHÚ Ý: Hoàn thiện bề mặt phải đạt Ra 0.17µm để đảm bảo bề mặt đạt tiêu chuẩn.**

Lần cắt (AGIE)	Ra (µm)	Độ sâu xói mòn WEDM (µm)	Nứt nhiệt (µm)	Lớp ăn mòn (µm)
Lần 1 (Thô)	1.46	đến 10µm	<20µm	đến 20µm
Lần 2 (Thô)	0.91	đến 6µm	<10µm	đến 10µm
Lần 3 (Tinh)	0.86	đến 6µm	<10µm	đến 8µm
Lần 4 (Tinh)	0.80	đến 6µm	<10µm	đến 8µm
Lần 5 (Tinh)	0.75	đến 5µm	–	đến 8µm
Lần 6 (Tinh)	0.51	đến 4µm	–	đến 6µm
Lần 7 (Tinh)	0.17	đến 1µm	–	đến 3µm

### 2. NGUYÊN LÝ WEDM VÀ CÁC LƯU Ý QUAN TRỌNG



WEDM (Gia công phóng điện dây) sử dụng dây đồng làm điện cực tích điện, đưa nó đến gần phôi tích điện ngược chiều trong môi trường chất lỏng để tạo ra ăn mòn tia lửa điện.

Về bản chất, quy trình WEDM sử dụng dòng DC kết hợp với tụ điện để tạo ra chu kỳ nạp và xả trong môi trường cách điện lỏng. Khi dây điện cực tiếp cận phôi ở khoảng cách 0–5 micro-mét, đặc tính cách điện của môi trường (như nước) giảm, tạo ra tia lửa điện.

#### Các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng WEDM:

- Ổn định xung điện (Electric Pulse Stability)
- Chất lượng môi trường điện môi (dielectric medium)
- Tình trạng bảo trì máy
- Kiểm soát dòng điện chính xác

**i** Tia lửa điện không phải là các vụ nổ bề mặt lớn mà là hàng triệu tia lửa điện nhỏ xảy ra trên bề mặt. Nếu có vấn đề với điều chỉnh dòng điện hoặc môi trường cách điện gây ra ngắn mạch, các tia lửa điện sẽ không được phóng ra.

### 2.1 Nghiên cứu điển hình – Bề mặt hư hỏng do WEDM không ổn định

Mẫu nhận được được báo cáo là bị gãy. Qua kiểm tra SEM, xác định rằng sự gãy vỡ là do quy trình WEDM không đúng chứ không phải lỗi vật liệu. Nguyên nhân gốc rễ là bề mặt bị xói mòn không được loại bỏ đầy đủ trong lần cắt thô đầu tiên và lần cắt thứ hai, dẫn đến thiệt hại sâu hơn.

Sự không ổn định trong gia công có thể do: hao mòn của bộ phận máy, vấn đề bảo trì, hoặc vấn đề kiểm soát.

## 3. NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG CỦA CẤP ĐỘ CHỐNG ĂN MÒN (CF/NF)

Carbide được tạo thành từ tungsten carbide và cobalt, với cobalt đóng vai trò là chất kết dính tăng cường độ bền phá vỡ. Từ góc độ điện hóa, cobalt được phân loại là kim loại không quý. Trong quá trình gia công carbide, tiếp xúc với chất điện môi (như nước) có thể dẫn đến ăn mòn điện hóa, biểu hiện dưới dạng rỗ bề mặt (pitting). Ăn mòn ở đây đề cập đến quá trình oxy hóa và hòa tan cobalt, làm giảm hiệu quả của nó như một chất kết dính trong tungsten carbide.

#### Giải pháp của ngành:

Một số nhà sản xuất đề xuất thay cobalt bằng hợp kim quý hoặc nickel, tuy nhiên cách này thường dẫn đến vật liệu có đặc tính vật lý kém hơn và hiệu suất trong gia công WEDM thấp hơn.

Giải pháp tốt hơn: Phát triển các cấp carbide chống ăn mòn mới – dòng NF Series – bằng cách kết hợp các nguyên tố ức chế ăn mòn vào bột. Khi carbide cấp NF tiếp xúc với các chất điện môi (oxy, nước, chất bôi trơn), một lớp ôxít bảo vệ mỏng hình thành trên bề mặt carbide, cô lập carbide khỏi môi trường bên ngoài.

#### Cấu trúc lớp bảo vệ:

- Lõi WC (Tungsten Carbide)
- Chất kết dính Re và Cr hỗn hợp
- Lớp bảo vệ bề mặt (ôxít crôm)

#### Ưu điểm của cấp CF/NF:

1. Tăng cường khả năng chịu đựng điều kiện điện môi khắc nghiệt trong quá trình WEDM, giảm chi phí lọc
2. Loại bỏ nhu cầu các biện pháp chống ăn mòn bổ sung, giảm thiểu tác động tiêu cực lên bề mặt gia công
3. Duy trì chất lượng bề mặt tốt sau gia công, ngăn ngừa dính trong dập – tăng tuổi thọ dụng cụ
4. Giảm đáng kể tốc độ ăn mòn 80 lần so với cấp thông thường



## 4. KHÁI NIỆM DÒNG NF VÀ CF

Trước khi công bố cấp chống ăn mòn mới, ngành công nghiệp đã chờ đợi lâu dài một giải pháp cho các vấn đề ăn mòn liên quan đến carbide. Tungsten carbide, được biết đến là kim loại cứng nhất thế giới, chỉ có thể gia công bằng công nghệ ăn mòn dây. Quy trình WEDM tốn nhiều thời gian và chủ yếu sử dụng nước làm môi trường điện môi, khiến ăn mòn trở thành thách thức phổ biến.

Trong thập kỷ trước, các thử nghiệm điện hóa học trong môi trường WEDM đã được thực hiện ở Châu Âu trong môi trường ăn mòn mạnh (nước pH < 5). Với sự ra đời của cấp NF, hình thành lớp ôxít bảo vệ trên bề mặt carbide trước khi ăn mòn cobalt thêm xảy ra, tốc độ ăn mòn có thể giảm 80 lần.

### Thành phần hóa học bổ sung:

Chất kết dính cobalt được kết hợp với các nguyên tố từ nhóm 7 và 8 của bảng tuần hoàn như: rhenium (Re), germanium (Ge), palladium (Pd), và đồng (Cu) để giảm thiểu thêm xu hướng ăn mòn.

**i** Lưu ý: Chi phí liên quan đến phòng ngừa ăn mòn và bảo trì dụng cụ thường vượt quá khoản đầu tư ban đầu vào vật liệu chất lượng cao. Do đó, lựa chọn carbide chống ăn mòn là điều cần thiết để tăng cường tuổi thọ dụng cụ và giảm chi phí tổng thể.

## 5. PHÂN TÍCH CARBIDE CHỐNG ĂN MÒN – KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM

Thử nghiệm được thực hiện phối hợp với nhà sản xuất máy WEDM nổi tiếng AGIE CHARMILLE.

### 5.1 Trường hợp 1 – Thử nghiệm với AGIE CHARMILLE

Thông số	Carbide KHÔNG chống ăn mòn	Carbide cấp CF/NF
Máy	AGIE CHARMILLE	AGIE CHARMILLE
Ra	0.2 µm	0.2 µm
Độ dẫn điện	15–20 µS	15–20 µS
Thời gian gia công	23 giờ	23 giờ
Thời gian ngâm sau gia công	63 giờ	63 giờ
Kết quả	Cobalt bị xói mòn đến 35µm – gấp nhiều lần lượng mài lại cho phép	KHÔNG phát hiện lớp ăn mòn

**⚠ Cobalt bị xói mòn 35µm = Vượt nhiều lần lượng mài lại cho phép của chày hoặc khuôn!**

### 5.2 Trường hợp 2 – So sánh tuổi thọ chày (MITSUBISHI)

Thông số	Chày 1 – Cấp WF30 (thông thường)	Chày 2 – Cấp NFS26 (chống ăn mòn)
Máy	MITSUBISHI	MITSUBISHI
Ra	0.6 µm	0.6 µm
Độ dẫn điện	20 µS	20 µS
Thời gian gia công	8 giờ	8 giờ
Hiện tượng quan sát	Chất lượng bề mặt kém, cạnh cắt mòn nhanh, thiếu sắc bén. Vật liệu dính vào bề mặt → chày không cắt mà xé → bavia nhanh.	Chỉ mài mòn bình thường. Không phát hiện lớp ăn mòn.
Độ sâu ăn mòn	Đến 6µm	Không phát hiện
Tuổi thọ dụng cụ	Ngắn – giảm đáng kể	Tăng hơn 30%



Kết quả này chứng minh rằng sử dụng cấp CF/NF chống ăn mòn hiệu suất cao có thể cải thiện đáng kể tuổi thọ dụng cụ. Trong khi một số khách hàng có thể đầu tư hàng triệu vào máy móc chất lượng cao, họ cũng có thể đạt được cải thiện đáng kể về tuổi thọ bằng cách chọn vật liệu carbide hiệu suất cao cho dụng cụ dập, chỉ chiếm 2–3% khoản đầu tư đó.

## 6. CHẤT LÀM SẠCH GÂY HẠI CHO TUNGSTEN CARBIDE – ACETONE

**⚠ CẢNH BÁO: Acetone có thể gây ăn mòn nghiêm trọng và vết nứt vi mô trên bề mặt carbide!**

Ăn mòn có thể xảy ra ở các mức độ khác nhau và có thể gây thêm dung sai kích thước 5–7 $\mu$ m trong các bộ phận gia công chính xác, ảnh hưởng lớn đến độ chính xác gia công. Hơn nữa, nhiệt độ phơi tăng trong quá trình gia công làm tăng tốc độ ăn mòn và có thể giảm tuổi thọ dụng cụ 10–20%.

### Tại sao Acetone gây hại?

Mặc dù có khả năng tẩy dầu mỡ hiệu quả và chi phí tương đối thấp, nhiều nhà sản xuất thường chọn acetone để làm sạch các bộ phận tungsten carbide. Tuy nhiên, điều này có thể gây ăn mòn nghiêm trọng và vết nứt vi mô trên bề mặt phơi, dẫn đến vấn đề tróc bề mặt khi sử dụng dụng cụ, thậm chí khiến các bộ phận dập carbide bị nứt trong quá trình dập do hoàn thiện bề mặt kém.

### Nghiên cứu điển hình 3 – Tróc bề mặt sau khi dùng Acetone

- Màu sắc bề mặt bất thường
- Phát hiện cobalt bị xói mòn sau khi phồng đại
- Phồng đại thêm cho thấy cạnh cắt bị tróc
- Phồng đại 1000x: rõ ràng tróc do ăn mòn và vật liệu dính vào bề mặt

Trường hợp này liên quan đến khách hàng bị tróc trên cạnh cắt của bộ phận khuôn. Điều tra cho thấy vấn đề xuất phát từ ăn mòn nghiêm trọng do sử dụng sai chất làm sạch để loại bỏ dầu. Lưu ý: Các cấp carbide tiêu chuẩn không có khả năng chống ăn mòn.

## 7. CẤP ĐỘ MỚI CBS30 VÀ CBU22

Với đột phá R&D gần đây, chúng tôi ra mắt dòng mới có tỷ lệ CP cao hơn cho ứng dụng điện tử. So với các cấp truyền thống như UF30 và TF25+, dòng mới có thể tăng giá trị TRS lên đến 28%. Cấp mới này tối ưu hóa hiệu suất dập của Chày Nhỏ, được sử dụng rộng rãi trong ngành bán dẫn và khung dẫn.

### 7.1 CBS30 – Giải pháp cho dập điện tử

Bằng cách sử dụng đột phá trong quy trình thiêu kết, CBS30 thể hiện các đặc tính ấn tượng: độ bền cao (KIC 11.8) và TRS (420 MPa), trong khi duy trì giá trị độ cứng cao (HRA 91).

Cấp	Hạt $\mu$ m	Co%	Mật độ	HRA	TRS (MPa)	KIC
CBS30	0.7	15	13.8	91.0	4116 MPa	11.8

- Lý tưởng cho dập dải thép không gỉ < 0.6mm
- Lý tưởng cho dập dải hợp kim đồng < 1mm
- Phù hợp đặc biệt cho ô tô: đầu nối và linh kiện điện tử
- Kết hợp độ bền và chống mài mòn giúp tăng cường độ ổn định và độ chính xác dụng cụ dập
- Tuổi thọ dụng cụ trong dập hợp kim đồng (Cu-p) tăng 20% so với cấp khác



## 7.2 CBU22 – Giải pháp cho Leadframe/Chày Nhỏ

Trong ứng dụng dập khung dẫn, thiết kế khuôn, ổn định dập và độ chính xác gia công là rất quan trọng. Đối với dập khung dẫn 128 pin, 256 pin hoặc 512 pin, khe hở cắt giữa chày và khuôn nhỏ hơn 0.10mm, làm cho khả năng chống mài mòn trở nên thiết yếu.

Cấp	Hạt µm	Co%	Mật độ	HRA	TRS (MPa)	KIC
CBU22	0.3	11	14.15	92.3	3750 MPa	9

- Kích thước hạt siêu mịn, cân bằng tốt giữa chống mài mòn và độ bền
- Đặc biệt cho dập hợp kim đồng <0.3mm
- Giá trị TRS cao

## 8. BẢNG ỨNG DỤNG CẤP ĐỘ CHỐNG ẪN MÒN

### 8.1 Dòng NF – Cấp chống ăn mòn

Cấp độ	Kích thước hạt	Ứng dụng	Đặc điểm
NFS16	Siêu mịn	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dập tất cả hợp kim Cu</li> <li>• Dập thép không gỉ mỏng</li> <li>• Dập tốc độ cao</li> <li>• Dập đầu nổi</li> <li>• Dập bán dẫn</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kết hợp lý tưởng độ cứng và độ bền</li> <li>• Chống ăn mòn</li> <li>• Độ ổn định cao</li> <li>• Dập tốc độ cao</li> <li>• Thương hiệu lý tưởng</li> <li>• Thời gian giao hàng ngắn</li> <li>• Chất lượng tốt</li> <li>• Giá trị CP cao</li> </ul>
NFS26	Siêu mịn	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dập tốc độ cao</li> <li>• Dập đầu nổi</li> <li>• Dập bán dẫn</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kết hợp độ cứng và độ bền</li> <li>• Tốt cho dập kim loại có độ dính cao</li> <li>• Chống ăn mòn</li> </ul>
NFM24 (TNF25B)	Trung bình	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dập lõi động cơ</li> <li>• Dập thép silicon</li> <li>• Dập phần cứng</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vật liệu chống ăn mòn</li> <li>• Giao hàng nhanh</li> <li>• Ổn định cao</li> <li>• Hiệu quả chi phí cao</li> </ul>
NFM25 (TNF25A)	Trung bình	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dập lõi động cơ</li> <li>• Dập thép silicon</li> <li>• Dập phần cứng</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vật liệu chống ăn mòn</li> <li>• Đảm bảo chất lượng tốt</li> <li>• Ổn định cao</li> </ul>
CBU22	Siêu mịn UF	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chày nhỏ (Leadframe)</li> <li>• Dập bán dẫn</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hạt siêu mịn, chống mài mòn cực cao</li> <li>• Bề mặt hoàn thiện cao</li> <li>• Thời gian giao hàng nhanh</li> <li>• CP tỷ lệ cao</li> <li>• Chống biến dạng</li> </ul>
CBS30	Siêu mịn	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dập tốc độ cao</li> <li>• Dập đầu nổi</li> <li>• Dập bán dẫn</li> <li>• Dập điện tử</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kết hợp chống mài mòn và độ bền</li> <li>• Ứng dụng chung</li> <li>• Giải pháp tốt cho hợp kim đồng</li> <li>• Chống ăn mòn tốt</li> </ul>

### 8.2 Dòng CF – Cấp chống ăn mòn



Cấp độ	Kích thước hạt	Ứng dụng	Đặc điểm
CF-H25S+	Trung bình	<ul style="list-style-type: none"><li>Dập thép không gỉ &lt;0.6mm</li><li>Dập đầu nổi</li><li>Dập tốc độ cao</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Vật liệu chống ăn mòn</li><li>Độ ổn định cao</li><li>Độ bền cao</li><li>Khả năng cắt và cắt xén tốt</li><li>Có hàng trong kho</li></ul>
CF-H40S+	Trung bình	<ul style="list-style-type: none"><li>Dập thép silicon, lõi động cơ và lá thép</li><li>Gấp, cắt và kéo sâu</li><li>Dập tốc độ cao</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Vật liệu chống ăn mòn</li><li>Độ ổn định cao</li><li>Độ bền cao</li><li>Khả năng cắt và cắt xén tốt</li><li>Có hàng trong kho</li></ul>

## 9. PHƯƠNG PHÁP CHỌN CẤP ĐỘ CARBIDE

Khi thảo luận về việc chọn cấp carbide, chúng ta thường tập trung chủ yếu vào một thông số: độ cứng (HRA/HV30). Tuy nhiên, độ bền (KIC) cũng quan trọng không kém. Nhiều người dùng cuối nhận ra rằng khả năng chống mài mòn rất quan trọng, cũng như độ bền để ngăn tróc. KIC là giá trị chính cần xem xét.

**Hướng dẫn chọn cấp theo độ dày vật liệu và giới hạn kéo:**

Độ dày (mm)	< 500 N/mm <sup>2</sup>	500–900 N/mm <sup>2</sup>	900–1400 N/mm <sup>2</sup>	1400–2000 N/mm <sup>2</sup>	> 2000 N/mm <sup>2</sup>
<0.2	CTS12D, NFS16, CBU22	CTS12D, NFS16, CBU22	CTS18D, NFS16	CTS18D, NFS26	CF-F35Z, NFM25, VA95
0.2–0.5	CTS12D, NFS16, CBS30	CTS12D, NFS16, CBS30	CTS18D, NFS16	CF-H40S+, NFS16	CF-F35Z, NFM25, VA95
0.5–0.8	CTS18D, NFS16, CBS30	CTS18D, CF-H40S+, NFS16	CTS18D, CF-H40S+, NFS16	CF-F35Z, NFM25	○ (Liên hệ tư vấn)
0.8–1.2	CTS18D, CF-H40S+, NFS26	CF-H40S+, NFM23, NFM24	CF-H40S+, NFM23, NFM24	CF-F35Z, NFM25	○
1.2–1.5	CF-H40S+, NFM23, NFM24	CF-H40S+, NFM24, CF-F35Z, NFM25	CF-H40S+, NFM24, CF-F35Z, NFM25	CF-F35Z, NFM25, VA95	○
1.5–2	CF-H40S+, NFM23, NFM24	CF-H40S+, NFM24, CF-F35Z, NFM25	CF-F35Z, NFM25, VA95	○	○
2–3	CF-H40S+, NFM23, NFM24	CF-H40S+, NFM24, CF-F35Z, NFM25	CF-F35Z, NFM25, VA95	○	○
3–6	CF-H40S+, NFM24, CF-F35Z, NFM25	CF-F35Z, NFM25, VA95	○	○	○
6–10	CF-F35Z, NFM25, VA95	○	○	○	○
> 10	○	○	○	○	○

○ = Vui lòng liên hệ đại diện của chúng tôi để được tư vấn cấp độ phù hợp