

PHẦN II.
VẬT LIỆU DỤNG CỤ CẮT
SỬ DỤNG TRÊN MÁY ĐIỀU KHIỂN SỐ CNC

Đặc tính phân cắt dụng cụ có ảnh hưởng lớn tới năng suất gia công và chất lượng bề mặt chi tiết. Khả năng giữ được tính cắt của dụng cụ góp phần quyết định năng suất gia công của dụng cụ. Trên máy CNC, dụng cụ làm việc trong điều kiện cắt vô cùng khốc liệt, khác hẳn với điều kiện cắt khi gia công trên máy công cụ thông thường vì tốc độ cắt rất cao ($>10^3$ m/ph), lượng chạy dao lớn, sự can thiệp của con người vào quá trình gia công rất khó khăn (đều thông qua chương trình khi lập trình). Khi cắt, ngoài áp lực, nhiệt độ cao dụng cụ cắt còn bị mài mòn và chịu rung động.... Mặt khác sản phẩm được gia công trên máy CNC phải có độ chính xác rất cao, vì vậy dụng cụ cắt trên máy CNC phải có khả năng chống mài mòn tốt nhất do đó vật liệu dụng cụ cần phải có những tính chất đảm bảo cho dụng cụ cắt có khả năng làm việc trong một thời gian dài.

Với vật liệu dụng cụ cắt trên máy CNC, ngoài những phẩm chất đặc biệt trên cơ sở áp dụng những thành tựu về “Kỹ thuật phủ lớp bề mặt” vật liệu dụng cụ cắt, chúng vẫn phải bảo đảm những yêu cầu chung của vật liệu dụng cụ cắt truyền thống.

2.1. NHỮNG YÊU CẦU CHUNG CỦA VẬT LIỆU DỤNG CỤ CẮT.

2.1.1. TÍNH NĂNG CẮT.

Để đảm bảo thực hiện gia công cắt gọt trong một thời gian dài mà không làm thay đổi tính chất vật liệu dụng cụ, đáp ứng yêu cầu về độ chính xác và chất lượng bề mặt gia công, dụng cụ cắt cần phải đảm bảo các yêu cầu cụ thể sau :

- Độ cứng
- Độ bền cơ học
- Tính chịu nhiệt
- Tính chịu mòn

2.1.2. TÍNH CÔNG NGHỆ.

Tính công nghệ của vật liệu làm dao được đặc trưng bởi tính khó hay dễ trong quá trình gia công để tạo hình dụng cụ cắt. Tính công nghệ thể hiện ở nhiều mặt: Tính khó hay dễ gia công bằng cắt gọt, gia công nhiệt luyện, độ dẻo ở trạng thái nguội hoặc nóng...

2.1.3 TÍNH KINH TẾ.

Ngoài những yêu cầu trên vật liệu dụng cụ cần phải có tính kinh tế, nghĩa là chi phí dụng cụ trên một đơn vị sản phẩm là nhỏ nhất.

2.2. MỘT SỐ VẬT LIỆU ĐƯỢC SỬ DỤNG TRONG CHẾ TẠO DỤNG CỤ CẮT TRÊN MÁY CNC

2.2.1. CÁC VẬT LIỆU DỤNG CỤ CẮT MỚI.

Nghiên cứu các loại vật liệu dụng cụ cắt ở trên ta thấy: Khi tính năng cắt của vật liệu dụng cụ tăng (hợp kim cứng, sứ, kim cương...) thì độ giòn tăng và độ dẻo dai giảm. Đó là một vấn đề mà các nhà nghiên cứu vật liệu dụng cụ cắt cần khắc phục khi đưa ra các loại vật liệu mới, để đáp ứng đòi hỏi của nhu cầu thực tế sản xuất, nhất là việc gia công với điều kiện cắt khốc liệt trên máy công cụ CNC. Ở các nước công nghiệp phát triển, đã áp dụng và phát triển mạnh mẽ một ngành kỹ thuật mới, đó là “kỹ thuật bề mặt”, nó mang lại hiệu quả to lớn trong việc tạo ra một lớp bề mặt có khả năng chống lại ăn mòn hoá học và mài mòn cơ học cao. Kỹ thuật bề mặt với các biện pháp công nghệ hiện đại tạo ra một lớp màng mỏng trên nền vật liệu của chi tiết máy, chúng kết hợp với nhau tạo thành một hợp thể có tính chất mà riêng lớp phủ hay nền không tạo ra được. Bằng việc ứng dụng kỹ thuật bề mặt, người ta đã nâng tuổi thọ, độ tin cậy của dụng cụ cắt lên rất nhiều lần, mang lại hiệu quả kinh tế cao.

Trong lĩnh vực vật liệu dụng cụ cắt, việc ứng dụng kỹ thuật bề mặt thực sự là cuộc đột phá... nó mang lại hiệu quả to lớn là nâng cao tính năng cắt, tuổi bền dụng cụ mà không một vật liệu truyền thống nào có thể sánh được. Kỹ thuật bề mặt tạo ra trên bề mặt dụng cụ một lớp màng mỏng có độ cứng cao, khả năng ổn định nhiệt và hoá học cao, giảm ma sát tốt khi gia công đồng thời có khả năng dính bám với nền tốt. Một vật liệu lớp phủ như vậy kết hợp với vật liệu nền dụng cụ có độ dẻo dai và độ bền cao sẽ nâng cao khả năng làm việc của dụng cụ lên rất nhiều. Các loại vật liệu lớp phủ được sử dụng rộng rãi đó là các loại nitrit, cacbít, ôxyt, kim cương. Công nghệ phủ lớp bề được thực hiện theo nhiều phương pháp, nhưng hiện đại và ưu điểm hơn cả là phương pháp phủ kim loại, hợp kim theo nguyên lý phủ bay hơi hoá học CVD (*Chemical Vapour Deposition*) và phủ bay hơi lý học PVD (*Physical Vapour Depositions*).

2.2.2. VẬT LIỆU LỚP PHUN PHỦ.

2.2.2.1. TỔNG QUAN VỀ VẬT LIỆU LỚP PHUN PHỦ.

Như phần trên đã trình bày, kỹ thuật bề mặt thực chất là tạo ra một hợp thể (lớp phủ + nền) với mục đích làm tăng khả năng chống mòn và mài mòn của lớp bề mặt các chi tiết, đặc biệt là các chi tiết máy... Tùy theo từng điều kiện làm việc cụ thể mà người ta sử dụng các loại vật liệu phủ khác nhau. Khi nghiên cứu chúng, người ta thường quan tâm tới các vấn đề như : tính chất cơ lý của lớp phủ, một số cơ chế lý hoá trong quá trình tiếp xúc với mặt đối tiếp của lớp phủ.

Nói chung tác động ma sát của lớp phủ ảnh hưởng do các nguyên nhân sau:

-*Điều kiện tiếp xúc:* Như tải trọng, tốc độ, hình dáng hình học, nhiệt độ môi trường Các điều kiện tiếp xúc thực tế rất khác nhau.

-*Vật liệu tiếp xúc:* bao gồm các thông số về tính chất lý học, hóa học của lớp phủ, nền và bề mặt tiếp xúc đối tiếp.

- *Cấu trúc vi mô của lớp phủ:* Gồm các thông số như cỡ hạt, tỷ trọng và độ xốp những tham số đó có ảnh hưởng bởi các phương pháp phủ khác nhau như phủ CVD hay phương pháp phủ PVD.

-*Hệ thống hợp thể lớp phủ và nền bao gồm các thông số:* Độ cứng, độ đàn hồi của lớp phủ và nền, độ nhám bề mặt và khả năng tương thích nhiệt và hoá của chúng. Một tính chất quan trọng nữa là khả năng dính kết giữa lớp phủ và nền.

Do yêu cầu của thực tế, vật liệu lớp phủ được chia làm hai nhóm chính, đó là:

Vật liệu lớp phủ mềm và vật liệu lớp phủ cứng. Dưới đây trình bày một số loại vật liệu phủ cứng điển hình, thường dùng cho dụng cụ cắt kim loại.

2.2.2.2. LỚP PHỦ CỨNG.

Lớp phủ cứng có khả năng chống mài mòn và ăn mòn rất tốt khi chịu tác động của các tác động do các nguyên nhân cơ, hoá, nhiệt... Do vậy chúng được áp dụng cho các bề mặt cần có khả năng chống ăn mòn và mài mòn. Nó sẽ làm tăng tuổi bền, nâng cao tính năng cắt cũng như tuổi bền của dụng cụ cắt, do đó nó đã và đang được áp dụng rất rộng rãi trong lĩnh vực này và đã đem lại nhiều hiệu quả cho quá trình cắt gọt.

Các tính chất khác của lớp phủ như: độ cứng tế vi, độ dính kết với nền, độ nhám bề mặt, hệ số ma sát khi tiếp xúc, độ ổn định nhiệt và hoá... phụ thuộc nhiều vào: thành phần vật liệu của lớp phủ, công nghệ phun phủ.

Vật liệu lớp phủ cứng có rất nhiều loại các hợp chất như: các nitorít, các loại cacbít và các ôxyt hay một số hợp chất khác mà chúng được áp dụng với những ứng dụng phù hợp.

a) Lớp phủ Nitorít Titan (TiN).

Lớp phủ Nitorít Titan (TiN) được áp dụng phổ biến nhất. Nó được tạo bởi công nghệ phủ hoá học CVD và phủ bay hơi lý học PVD.

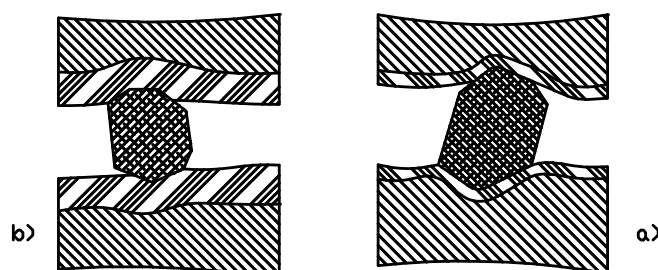
Lớp phủ TiN được nghiên cứu trong một hệ thống tỷ mỷ và chi tiết cùng với các lớp phủ cứng khác. Từ đó người ta đã đánh giá và có sự so sánh chính xác hơn về tính chất ma sát của lớp phủ TiN như: độ cứng cao của lớp phủ, độ dính bám với nền, sự ổn định trạng thái hoá học...

* *Độ dính bám với nền:* Độ dính bám với nền có thể coi là độ bền của sự liên kết hoá học giữa lớp phủ và nền, nó phụ thuộc vào nhiều nhân tố như: trạng thái bề mặt nền, vật liệu nền và vật liệu lớp phủ thông qua cơ lý tính của chúng, ứng suất của lớp tiếp giáp, công nghệ phủ.

* *Khả năng chống mòn do mài mòn:* Khả năng chống mòn và mài mòn của lớp phủ TiN trên nền thép được cải thiện đáng kể với chiều dày lớp phủ khoảng 4-6µm trên nền. Độ nhám bề mặt lớp phủ lúc ban đầu cũng ảnh hưởng đến khả năng chống mòn, lớp bề mặt càng nhẵn thì nó càng ít bị mài mòn hơn.

* *Khả năng chịu tải trọng của hệ thống lớp phủ trên nền:* là rất quan trọng. Dạng hỏng khi mài mòn của lớp phủ được xác định từ sự tách ra của các lớp mỏng của quá trình mài mòn. Từ đó ta có kết luận về khả năng chịu mòn thực tế của lớp phủ. Hình 2.5 mô tả khả năng chịu tải trọng của lớp phủ cứng trên nền mềm hơn.

Chiều dày lớp phủ có khả năng chống lại sự tác dụng của ứng suất tiếp xúc khi biến dạng với biến dạng nhỏ hoặc không biến dạng của lớp nền nằm dưới. Chiều dày lớp phủ bị hỏng chủ yếu là do cơ chế dính gãy. Khả năng chống mòn của lớp phủ TiN có thể hoàn thiện hơn nếu đưa thêm Titanium vào như một lớp xen giữa trong kích thước bao của lớp phủ và điều đó có thể cải thiện tốt độ bám dính của lớp phủ (Matthews-1980). Với ứng suất thấp, sự có mặt của titanium có thể cho kết quả có lợi, làm giảm ứng suất và tăng độ bền.



Hình 2.1. Miêu tả khả năng chịu tải trọng của lớp phủ cứng trên nền mềm hơn
a) Biến dạng dẻo với lớp phủ mỏng; b) Không biến dạng dẻo với lớp phủ dày

Tóm tắt về lớp phủ TiN:

Do những đặc tính ma sát ưu việt của nó như độ cứng cao, khả năng bám dính với nền tốt, độ ổn định nhiệt và hoá tốt....cải thiện tốt điều kiện tiếp xúc với các vật liệu, đồng thời dễ dàng thực hiện các công nghệ phủ CVD, PVD và có thể điều khiển được các thông số của quá trình phủ để đạt được các thông số tối ưu của lớp phủ. Do vậy lớp phủ TiN có tính ứng dụng rất cao trong kỹ thuật bề mặt. Đặc biệt đối với bề mặt dụng cụ cắt.

b) Các loại vật liệu phủ cứng khác

1) Các lớp phủ nitơrit khác.

Một số loại lớp phủ nitơrit đặc trưng khác như: (Ti,Al)N, (ZrN).. và các lớp phủ nhiều hợp chất nitơrit như: Ti(B,N), Ti(C,N)... chúng cũng có những tính chất ma sát tương tự như lớp phủ TiN nhưng nói chung vẫn còn những hạn chế cần tiếp tục nghiên cứu và hoàn thiện. Do vậy chúng được áp dụng trong những ứng dụng thích hợp.

2) Các lớp phủ cacbít.

Cacbít kim loại nói chung rất cứng, nhiệt độ nóng chảy cao và có đặc tính ma sát tốt. Hệ số ma sát khi chúng trượt lên nhau là thấp vào khoảng 0,2. Nó bằng khoảng 1/3 giá trị hệ số ma sát khi thép trượt trên thép. Rất nhiều loại cacbít đã được dùng làm vật liệu lớp phủ. Nói chung chúng có hệ số ma sát thấp khi tiếp xúc thường vào khoảng 0,15 đến 0,4 và có khả năng chống mòn tốt. Sau lớp phủ TiN là lớp phủ TiC, là lớp phủ được nghiên cứu rộng rãi nhất. Còn rất nhiều lớp phủ đáng chú ý khác như WC, cacbít Crôm (CrC). Nói chung các cacbít đều có khả năng chống mòn rất tốt vì chúng có độ cứng cao ngoài ra chúng còn có khả năng chống trượt, chống lăn rất tốt, do vậy chúng được sử dụng rộng rãi làm vật liệu phủ chống mòn, đặc biệt trên bề mặt vật liệu dụng cụ cắt.

3) Lớp phủ ôxyt .

Lớp phủ ôxyt có thể tạo bởi một số kỹ thuật và có thể cải thiện được tính chống mòn và ma sát. Một trong những lớp phủ được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp đó là lớp phủ cứng mỏng dùng Al_2O_3 . Lớp phủ có chiều dày vài μm có khả năng giảm ma sát giữa mặt trước và phoi, chống lại lực và nhiệt độ cao và cải thiện tuổi bền cho dụng cụ cắt. Hiện nay, lớp phủ ôxyt, đặc biệt là lớp phủ Al_2O_3 tiếp tục được nghiên cứu và hoàn thiện để nâng cao khả năng sử dụng.

4) Lớp phủ borit .

Borit nói chung là loại vật liệu rất cứng, nó dùng chủ yếu trong ứng dụng ma sát học ở việc chống mài mòn tốt. Hệ số ma sát trong tiếp xúc nói chung khá cao. Người ta quan tâm tới lớp phủ borit Titan (TiB_2) vì nó có độ mòn rất thấp trong tiếp xúc trượt và lớp phủ Borit thép (FeB), (FeB) có thể sử dụng như một loại vật liệu hầm, bởi vì đặc tính ma sát học đặc biệt của nó là mòn rất thấp.

5) Lớp phủ kim cương và giống như kim cương.

Được đặc biệt quan tâm vào những năm 1980. Việc phủ một lớp màng mỏng kim cương đã có từ những năm 1950 nhưng những nghiên cứu thực sự bùng nổ vào những năm 1980, khi tốc độ lắng đọng tạo ra ở cấp $1\mu\text{m}/\text{h}$. Trong ứng dụng ma sát học, khả năng chống trượt tốt của lớp phủ kim cương được áp dụng khi gia công kim loại màu. Khi hai bề mặt kim cương nhấn trượt lên nhau, hệ số ma sát thường rất thấp, khoảng $0,05 \div 0,15$ và tốc độ mòn rất thấp. Trong nhiệt độ cao, trong không khí hệ số ma sát thực chất thấp hơn trong chân không. Sự giảm đó rất quan trọng vì nói chung quá trình ôxy hoá kết hợp với nhiệt độ cao và trượt gây ra bởi sự chuyển pha của kim cương thành graphit. Khi đó hệ số ma sát khi tiếp xúc giảm nhưng độ cứng lớp phủ cũng giảm xuống.

6) Lớp phủ nhiều hợp chất.

Lớp phủ nhiều hợp chất được thực hiện bởi các phương pháp phủ bay hơi CVD, PVD trong lớp phủ đó có sự pha trộn của một vài hợp chất vật liệu, sự tập trung điện tử thay đổi và bởi vậy dẫn đến kết quả làm thay đổi tính chất cơ học và tính chất lý học của lớp phủ. Lớp phủ nhiều hợp chất rất cứng, với khả năng chống mài mòn và được phát triển bởi Kontek cùng các tác giả khác-1990. Có rất nhiều lớp phủ nhiều hợp chất như Ti-B-C... với chiều dày của lớp phủ khoảng $6 \div 25\mu\text{m}$ trên nền cacbít cêmentít và thép gió, nó cải thiện điều kiện chống mòn rất tốt, ngoài ra còn một số lớp phủ nhiều hợp chất khác như TiAlN và $(\text{Ti},\text{Al})\text{C}$, phủ trên nền cacbít của mảnh dao tiện, chúng có độ dính bám với nền tốt, ổn định nhiệt cao và nâng cao tuổi bền của dụng cụ. Nhưng do cấu tạo của lớp phủ gồm nhiều hợp

chất, do đó tính chất của lớp phủ thay đổi nhiều theo bề dày lớp phủ từ bề mặt tới nền. Đó cũng là nhược điểm cần khắc phục của lớp phủ nhiều hợp chất.

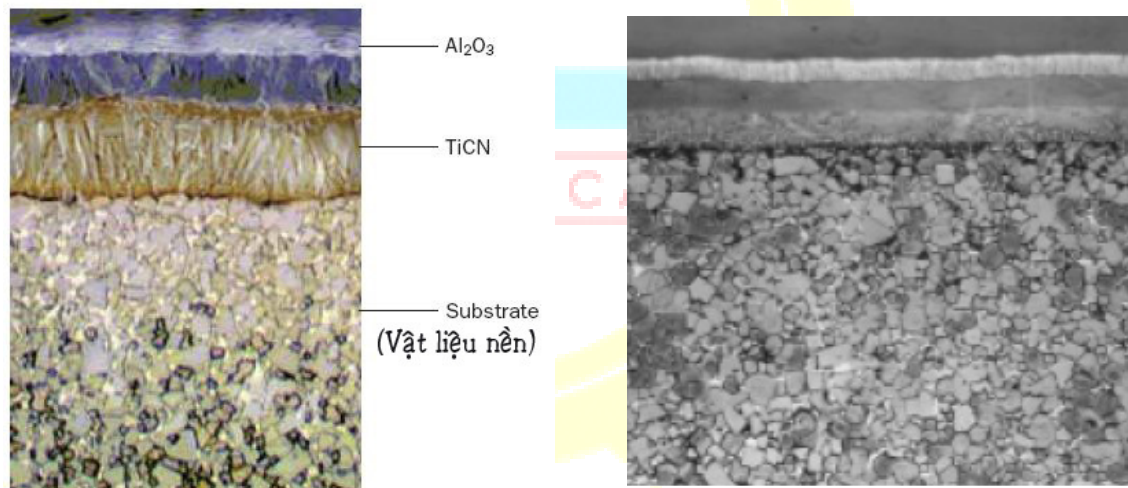
7) Lớp phủ nhiều lớp.

Có ba nguyên nhân chính tạo ra sự có lợi khi dùng lớp phủ nhiều lớp.

1. Nhiều lớp ngăn cách, điều đó làm tăng và cải thiện độ dính bám của lớp phủ và nền và chắc chắn tạo ra sự chuyển tiếp tốt hơn tính chất của lớp phủ đến lớp nền ở ranh giới giữa lớp phủ và nền.

2. Lớp phủ lặp lại với số lớn với tính chất cơ học riêng biệt ở trên mỗi lớp khác nhau như sự tập trung ứng suất trong các vùng bề mặt..do vậy điều kiện để lan truyền rạn nứt có thể thay đổi .

3. Sự đa dạng tính chất của nhiều lớp phủ: Các tính chất của bề mặt có thể được cải thiện bởi sự lắng đọng các lớp của lớp phủ.Kết quả là trên bề mặt,có nhiều lớp có những khả



Hình 2.2. Cấu trúc vật liệu có phủ bề mặt

năng tốt như chống xói mòn, chống mòn,sự cách nhiệt,tính dẫn nhiệt sự cản trở lan truyền biến dạng,độ dính bám với nền. Người ta đã thực hiện phủ các lớp phủ nhiều lớp như TiC/TiB₂,TiN/TC,... trên nền vật liệu dụng cụ cắt và chúng đã tạo ra sự phối hợp giữa các lớp vật liệu khác nhau. Đem lại nhiều kết quả khả quan trong đó khả năng chống mòn và tăng tuổi bền dụng cụ là đáng kể. Tuy nhiên tính chất của lớp phủ nhiều lớp tại mỗi lớp có sự khác nhau,đặc biệt là tính chất dẫn nở vì nhiệt của mỗi lớp trong lớp phủ vì nó có thể làm tăng ứng suất tại tiếp giáp giữa các lớp khi có tác động của nhiệt. Do vậy người ta cần phải quan tâm đến sự phối

hợp vật liệu giữa các lớp trong lớp phủ nhiều lớp. Cấu trúc lớp phủ nhiều lớp có thể theo dõi (hình 2.7). Một ứng dụng rất quan trọng của việc phủ nhiều lớp là tạo bột và sợi (Whiskers) vật liệu có nhiệt độ nóng chảy cao. Đây là tiềm năng đặc biệt quan trọng trong sự phát triển của composite. Sự bổ xung các sợi có kích thước rất nhỏ (μm) vào ceramics làm nâng cao đáng kể độ dai và đập của composite này. Các sợi này có thể tạo ra nhờ phủ CVD ví dụ như SiN_4 , TiC . Các hợp chất phủ CVD ở dạng sợi như Al_2O_3 , TiN , TiC ... việc thiết kế lớp phủ nhiều lớp tối ưu cho phép nâng cao cơ tính và tính năng cắt của lớp phủ rất nhiều.



NHAN CHINH MEC., JSC