

CH II : NATURE DES MATERIAUX DES OUTILS DE COUPE

I / : Introduction

L'usinage des métaux ou des polymères nécessitent l'utilisation de matériaux coupants ayant d'excellentes propriétés, une bonne dureté à haute température vue les frottements permanent outil / pièce et outil/copeau, de résistance à l'usure et de stabilité chimique.

Les premiers outils étaient en acier rapide où le corps et la partie active d'outil étaient en une seule barre, quand l'outil est usé, on l'affûtait. La venue de nouvelles technologies et de 15 nouveaux matériaux, le barreau en acier rapide ne remplit pas les exigences technologiques voulues. C'est l'apparition des outils en carbures métalliques, les céramiques, les CBN et le diamant qui a rendu possible l'exploitation industrielle de ces techniques. Les principales matières utilisées pour les outils de coupes modernes sont représentés dans la figure 1

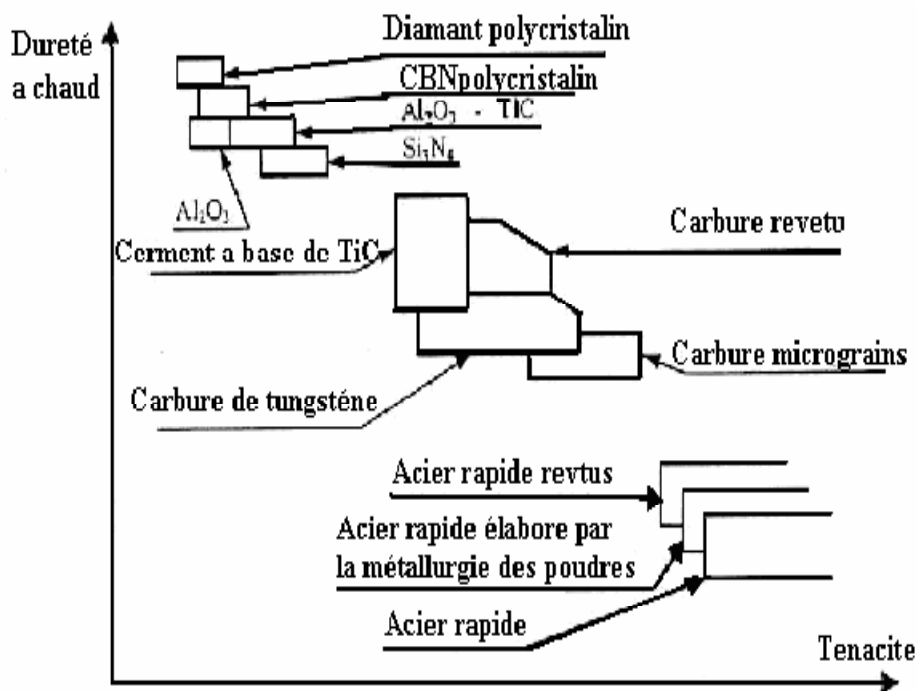


Figure .1 : Disposition les matériaux d'outil selon la ténacité et la dureté

II/ Les nuances d'outils coupants et leurs natures

II. 1/Aciers rapides

La base des outils AR (acier rapide) ou ARS (aciers rapides supérieurs) est un acier faiblement allié qui a subi un traitement thermique, plusieurs outils en ARS sont disponibles, on les distingue par leur composition métallurgique, en général ils ont une teneur en carbone de 0,7 à 1,6 %, en Tungstène de 12 à 20 %, en molybdène de 3,5 à 10 % et des traces de vanadium et Cobalt pour avoir plus de duretés. L'usinage par les outils en ARS s'effectue à faible vitesse de coupe pour éviter l'échauffement trop important et aussi

éviter que l'outil de perdre ses caractéristiques (la trempe dispersée), une usure rapide de l'arête soit observée.

Les vitesses de coupe pour ce type varient entre 25 et 35 m/min pour les aciers. Leur dureté varie entre 60 et 70 HRC, et sera maintenue jusqu'à 550 °C. (Figure II.13) Actuellement, ce matériau est utilisé seulement pour certains outils comme les forêts ou les outils à faible angle tranchants.

II.2/Carbures métalliques

Les principaux composants des outils en carbures métalliques sont le carbure de tungstène (phase α), et le carbure de titane, de tantale ou le niobium (phase γ) et d'un élément de liaison entre les grains de carbure (taille de 0.2 à 1 μm) généralement du cobalt (phase β) de l'ordre de 8 à 20%. L'ajout du carbure de titane de tantale ou de niobium permet d'augmenter les propriétés à haute température (jusqu'à 1000°C) en réduisant le frottement, donc un choix de vitesses de coupe très importantes allant jusqu'à 100 m/min, Cet élément procure aussi à l'outil une durée de vie supérieure à celle des outils en AR ou ARS. La dureté des outils en carbure est de l'ordre de 80 à 90 HRC. Aujourd'hui, ces outils sont de plus en plus utilisés, comme plaquettes brasées (fixation permanente) ou plaquettes amovibles par fixation mécanique (fixation non permanente), cette dernière permet l'utilisation de plaquettes à plusieurs faces de coupe.

II.3/ Carbures revêtus

Les carbures métalliques frittés (obtenus par frittage) non revêtus présentent beaucoup d'avantages mais l'inconvénient majeur est sa faible ténacité. Ces propriétés sont inversement proportionnelles aux quantités de ses composants. Afin de remédier à ce problème, les outils à plaquettes en carbures revêtus ont été mis en œuvre où ils ont appliqué un matériau de revêtement, dont les plus utilisés sont :

- Nitrure de titane TiN
- Oxyde d'aluminium Al₂O₃
- Carbure de titane TiC
- Carbonitrure de titane TiCN
- Alumino-nitrate de titane TiAlN.

Chaque élément de revêtement apporte à l'outil une aptitude meilleure dans un domaine particulier. Il est possible d'appliquer plusieurs couches de différents matériaux de revêtement pour combiner leurs différents avantages.

II.4/Céramiques

Les outils en céramique sont généralement des plaquettes frittées d'alumine Al₂O₃ ou de Nitrure de silicium Si₃N₄ dits plaquettes Sialon ou d'oxyde de chrome Cr₂O₃. Ils possèdent de bonnes caractéristiques thermomécaniques, ils sont favorables à l'usinage en coupe continue, mais à éviter dans le cas de coupe discontinue où l'outil présente des défauts d'ébréchure du bord des plaquettes et un craquage thermique car des outils fragiles. Ces outils acceptent un usinage à une vitesse de coupe de 500 m/min pour les aciers, et gardent ses caractéristiques jusqu'à des températures de 1200°C, donnant un excellent état de surface des pièces usinées

II.5 /Cermets

Un cermet est un matériau composite composé d'un renfort en céramique (Cer) et d'une matrice métallique (Met) Ils appartiennent à la famille des composites à matrice métallique.

Un cermet est conçu pour avoir les propriétés optimales à la fois d'une céramique, telles que la dureté, la résistance à l'abrasion, à la corrosion et aux températures élevées, et celles d'un métal, tel que l'aptitude à subir une déformation plastique (ductilité), la ténacité et le comportement élastoplastique.

Les outils Cermets sont en carbures, en nitrures, en carbonitride ou en borure avec un liant de grains un métal ou un alliage ferreux (cobalt, nickel, nickel - fer, nickel – chrome, etc.). Ils ont par rapport aux métaux durs conventionnels une densité faible avec une dureté et une résistance à l'usure plus élevées. Leurs duretés sont de l'ordre de 1500 à 2000 HV. Ils ne perdent pas leur capacité à chaud en usinage à grande vitesse ou aux températures extrêmes allant jusqu'à 1000°C. Les cermets sont destinés pour les opérations de finition et l'usinage de précision qui sollicitent un travail à grandes vitesses de coupe et à faibles avances.

II.6 / Nitrure de bore cubique NBC

CBN est un matériau très dur prévu pour l'usinage des aciers trempés, des fontes et d'alliages à base de nickel ou cobalt. Il n'oxyde pas à haute température contrairement au diamant. Pour travailler avec ce matériau, il faut être très rigoureux au niveau des conditions de coupe (machine stable, grande rigidité et un arrosage permanent durant l'usinage). Les plaquettes en nitrure de bore sont destinées principalement à la finition des pièces de précisions.

II.7/Diamant

Le diamant est fortement utilisé comme composant des meules en abrasif, ou des grains serties ou brasés sur un corps pour les outils tranchant à arête unique réservée à des travaux de finition et de réaffûtage de meules, il est instable à haute température, à 650°C il se transforme en graphite. Il convient parfaitement à l'usinage des alliages d'aluminium, de cuivre, de magnésium, résines thermodurcissables...etc.