

MATERIALI PER UTENSILI

PROPRIETÀ

Il materiale di un utensile è strettamente legato alla velocità di taglio sopportabile dal tagliente, senza che si verifichi una rapida usura dello stesso. Dal tipo di materiale impiegato dipende la velocità di taglio: velocità di taglio elevate comporta minori tempi di lavorazione e di conseguenza aumenta la produttività. È da non sottovalutare che i materiali con cui si possono adottare velocità di taglio maggiori sono più costosi.

Vediamo quali sono le caratteristiche che devono possedere i materiali per utensili affinché possano asportare efficacemente ed economicamente il truciolo dalla superficie da lavorare.

| | |
|-------------------------------|---|
| Durezza a freddo | Il tagliente deve avere una buona durezza a temperatura ambiente, ottenuta attraverso l'aggiunta di elementi in lega e sottoponendo il materiale a particolari trattamenti termici. |
| Durezza a caldo | Il materiale deve mantenere la durezza anche alle elevate temperature che si raggiungono in corrispondenza del tagliente dell'utensile dovuta all'attrito tra utensile e pezzo in lavorazione. Per lavorare l'acciaio l'utensile deve mantenere a caldo una durezza di 40 ÷ 45 HRC; in ogni la sua durezza deve essere maggiore di almeno 20 punti HRC rispetto a quella del materiale da lavorare. |
| Tenacità | È la capacità di resistere agli urti ed evitare la rottura del tagliente (importante per le frese che durante la lavorazione subiscono continui urti sulla superficie da lavorare). Purtroppo, un materiale molto duro è poco tenace e viceversa. |
| Resistenza all'usura | È la capacità di mantenere pressochè inalterate nel tempo le superfici e gli spigoli di taglio, sottoposti all'usura per strisciamento del materiale e del truciolo che defluisce sul petto dell'utensile. |
| Conducibilità termica | I materiali devono scambiare velocemente il calore prodotto nella zona di taglio per mantenere a valori accettabili la temperatura del tagliente. |
| Coefficiente d'attrito | Coefficienti d'attrito basso evitano eccessivi riscaldamenti nella zona di taglio. |
| Costo | Inteso sia come costo del materiale che come costo della riaffilatura del tagliente; quest'aspetto influenza la scelta del materiale e dei parametri di taglio. |

I materiali più utilizzati sono:

➤ ACCIAI COMUNI (non legati o debolmente legati) Es.: C 140 KU, 55 W Cr V 8 KU
Questi, in seguito a tempra e successivo rinvenimento, hanno una buona durezza (minimo 62 HRC), tenacità e resistenza ad usura. Superando la temperatura di 200°C, subiscono il rinvenimento e la loro durezza diminuisce notevolmente. Sono usati solo per la fabbricazione di utensili per lavorazioni a mano o a bassa velocità.

➤ ACCIAI RAPIDI Es.: X 82 W V 18 KU (**HS 18-0-1**), X 80 W Co V 18-10 KU (**HS 18-0-1-10**)
Consentono di lavorare ad alte velocità di taglio, perché mantengono la durezza di circa 62 HRC fino a temperature di 500 ÷ 600°C grazie alla presenza di carburi di wolframio, cromo, vanadio, molibdeno ed eventualmente di cobalto (acciai superapidi). Sono usati per la fabbricazione di utensili da tornio, frese, punte elicoidali, alesatori.

Nota: secondo la UNI EN 10020 gli acciai rapidi sono designati con le lettere HS seguite da numeri che rappresentano le percentuali di wolframio, di molibdeno, di vanadio, di cobalto.

HS %W %Mo %V %Co

➤ METALLI DURI o CARBURI METALLICI SINTERIZZATI (widia, coromant)

Sono costituiti da carburi metallici e da cobalto che funge da legante; sono fabbricati mediante sinterizzazione. I carburi più usati sono i seguenti:

- **Carburo di wolframio** (WC) – conferisce elevata durezza e resistenza all'azione abrasiva del truciolo;
- **Carburo di titanio** (TiC) – capace di incrementare la resistenza ad usura del tagliente;
- **Carburo di tantalio** (TaC) – aumenta la durezza e la resistenza alla craterizzazione, ma infragilisce il materiale;
- **Carburo di niobio** (NbC) – compensa, in parte, la fragilità causata dal carburo di tantalio; aumenta la durezza a caldo, la resistenza ad usura e all'ossidazione.

La presenza dei carburi conferisce al materiale una notevole durezza (1300 ÷ 1500 HV) e resistenza ad usura; il cobalto, presente in quantità variabile dal 3 al 12%, conferisce tenacità al materiale. I metalli duri, oltre ad avere una durezza maggiore di quella degli acciai, hanno la proprietà di mantenerla quasi invariata fino a temperature di 900 ÷ 1000°C, quindi possono lavorare con altissime velocità di taglio.

I metalli duri sono posti in commercio sotto forma d'inserti (placchette). Per l'elevato costo del materiale delle placchette e la sua scarsa tenacità sono fissate meccanicamente ad uno stelo d'acciaio comune (C 50 o altro con $R_m > 700 \text{ N/mm}^2$).

Per aumentare ulteriormente la loro resistenza ad usura senza danneggiare la tenacità, le **placchette** vengono **rivestite**, per diffusione in fase gassosa, con sottilissimi strati superficiali di carburi di titanio (TiC), o di ossidi di alluminio (Al_2O_3), o di nitruri di titanio (TiN). Ciò consente di ottenere una durata del tagliente 3 ÷ 4 volte superiore rispetto alle placchette tradizionali, con velocità di taglio quasi raddoppiate.

Sinterizzazione delle placchette in metallo duro

Il processo di sinterizzazione consiste nel mescolare ed agglomerare con il cobalto i carburi metallici secondo il seguente procedimento:

- a) produzione di carburo di wolframio – avviene per reazione a caldo (1500 ÷ 1900°C) tra polvere di wolframio e nerofumo (carbonio);
- b) i carburi di wolframio e il cobalto (in quantità pari al 3 ÷ 12%) con aggiunta di eventuali altri carburi vengono polverizzati e mescolati in appositi mulini a sfere;
- c) compressione (circa 2000 bar) a freddo delle polveri;
- d) pre sinterizzazione alla temperatura di 800 ÷ 1000;
- e) sagomatura delle placchette con mole al carborundum;
- f) sinterizzazione alla temperatura di 1400 ÷ 1600°C.

CLASSIFICAZIONE ISO DEI METALLI DURI

Le proprietà dei metalli duri variano in base alla loro composizione e soprattutto in base ai costituenti strutturali: percentuale dei vari carburi, loro dimensioni, e percentuale di cobalto. In commercio ne esistono diversi tipi e ciascuno di essi è adatto a lavorare un determinato tipo di materiale.

Secondo la classificazione ISO sono divisi in tre gruppi, contraddistinti dalle lettere **P** (colore di marcatura **blu**), **M** (colore di marcatura **giallo**), **K** (colore di marcatura **rosso**).

All'interno di ogni gruppo si fa un'ulteriore suddivisione caratterizzata da un numero, il cui valore è indicativo del tenore di cobalto presente nel miscuglio. Più grande è il numero, maggiore è la percentuale di cobalto e quindi la tenacità.

Per es: **P01** → contiene 4 ÷ 8% di cobalto,

M10 → contiene 5 ÷ 6% di cobalto,

K01 → contiene 3 ÷ 6% di cobalto,

P50 → contiene 11 ÷ 12% di cobalto

M40 → contiene 8 ÷ 11% di cobalto

K40 → contiene 11 ÷ 12% di cobalto

La tabella illustra la **composizione**, le **proprietà** e le **condizioni d'impiego** dei metalli duri.

| SIGLA ISO | COMPOSIZIONE CHIMICA | PROPRIETÀ | MATERIALI LAVORABILI | PARAMETRI DI TAGLIO | CONDIZIONI DI LAVORO |
|------------|---|-------------------------------------|--|--|--|
| P01 | WC TiC TaC NbC Co=4÷12% | Resistenza ad usura tenacità | Materiali FERROSI che producono truciolo lungo : ACCIAI, GHISE MALLEABILI | Velocità di taglio Avanzamento Sezione di truciolo Sforzi di taglio | Alta velocità, piccola sezione, assenza di vibrazioni |
| P10 | | | | | Tornitura ad alta velocità, piccola o media sezione |
| P20 | | | | | Tornitura e fresatura velocità di taglio e sezioni medie |
| P30 | | | | | Velocità media o bassa, media o grande sezione |
| P40 | | | | | Bassa velocità di taglio, grande sezione di truciolo |
| P50 | Condizioni sfavorevoli con forti vibrazioni | | | | |
| M10 | WC TiC Co=5÷11% | Resistenza ad usura tenacità | OGNI TIPO DI MATERIALE, ACCIAI INOSSIDABILI | Velocità di taglio Avanzamento Sezione di truciolo Sforzi di taglio | Velocità media o alta, piccola o media sezione |
| M20 | | | | | Velocità di taglio e sezioni di truciolo medie |
| M30 | | | | | Velocità di taglio media, sezione media o grande |
| M40 | | | | | Bassa velocità, grande sezione, condizioni sfavorevoli |
| K01 | WC Co=3÷12% | Resistenza ad usura tenacità | Materiali FERROSI a truciolo corto , materiali NON FERROSI, MATERIE PLASTICHE | Velocità di taglio Avanzamento Sezione di truciolo Sforzi di taglio | Finitura di tornitura e fresatura, alesatura |
| K10 | | | | | Tornitura, fresatura, foratura, alesatura, brocciatura |
| K20 | | | | | Tornitura, fresatura, ecc. quando occorre alta tenacità |
| K30 | | | | | Tornitura, fresatura, ecc. con condizioni sfavorevoli |
| K40 | Tornitura, fresatura, ecc. con condizioni sfavorevoli | | | | |

➤ MATERIALI CERAMICI

È un materiale sinterizzato costituito essenzialmente da allumina (Al₂O₃) miscelato con ossidi di cromo e di silicio. Hanno elevatissima durezza (1700 ÷ 2300 HV) che si conserva quasi inalterata fino a 1000°C, notevole resistenza ad usura, basso coefficiente d'attrito che consente di lavorare ad altissime velocità di taglio (900 ÷ 1000 m/min).

Sono utilizzati per lavorare materiali di durezza molto elevata (acciai anche inossidabili, ghisa, materiali temprati). Presentano, tuttavia, estrema fragilità perciò vengono costruiti in placchette da fissare ad uno stelo di acciaio.

Questi utensili, di solito, presentano **angoli di spoglia superiore negativi** (-4 ÷ -8°C), al fine di sollecitare la placchetta a sola compressione.

Un impiego corretto prevede condizioni di taglio in assenza di vibrazioni, quindi è richiesta un'elevata stabilità del sistema utensile-pezzo in lavorazione e l'uso di macchine di grande potenza.

I principali materiali utilizzati per la fabbricazione di utensili vengono così classificati.

| materiale | descrizione | caratteristiche | Durezza a freddo | Temperatura max. di taglio |
|--------------------------------|-------------|---|------------------|----------------------------|
| Acciaio speciale al carbonio | | Buona tenacità Buona lavorabilità Scarsa durezza a caldo Scarsa resistenza all'usura | 63 ÷ 65 HRC | 250 °C |
| Acciaio debolmente legato | | Buona tenacità Scarsa durezza a caldo Scarsa resistenza all'usura | 63 ÷ 65 HRC | 300 °C |
| Acciaio legato | | Media tenacità Buona durezza a caldo Buona resistenza all'usura | 62 ÷ 64 HRC | 500 ÷ 600 °C |
| Carburi metallici sinterizzati | | Buona tenacità Buona lavorabilità Scarsa durezza a caldo Scarsa resistenza all'usura | 74 ÷ 78 HRC | 1000 °C e oltre |
| Leghe fuse | | Elevata fragilità Buona durezza a caldo Elevata resistenza all'usura | 57 ÷ 58 HRC | 850 °C |
| Materiali ceramici | | Fragilità Elevata durezza a caldo Ottima resistenza all'usura Refrattarietà | 90 ÷ 95 HRA | 1000 °C e oltre |
| Diamante | | Estrema fragilità Ottima durezza a caldo Ottima resistenza all'usura Costo elevato | 100 HRC | |