

*Molti problemi connessi all'impiego di utensili da taglio vengono risolti in modo soddisfacente con l'impiego dei lubrorefrigeranti, a patto che questi siano scelti in modo appropriato. La scelta deve tener conto di molti parametri e a volte non è facile. È opportuno quindi rivolgersi ad aziende specializzate che possano fornire le migliori direttive.*

▣ Gianfranco Bianco

**L**e funzioni principali del lubrorefrigerante (LR) sono: raffreddare, lubrificare e detergere.

Raffreddare vuol dire asportare il calore generato dall'azione di taglio, mantenere costante la temperatura per evitare deformazioni della macchina e del pezzo. La lubrificazione delle zone soggette ad attrito e in particolare la zona di contatto tra truciolo e petto dell'utensile, ha la funzione di ridurre le forze di taglio generate dall'attrito tra pezzo, truciolo e utensile, prevenendo quindi la generazione del calore. L'ultimo compito affidato al lubrorefrigerante è quello di mantenere pulita l'area di lavoro, facilitare l'asportazione dei trucioli e ridurre in questo modo scheggiature e rotture degli utensili. Queste tre funzioni, se correttamente gestite generano un risparmio di energie, una minore usura degli utensili, e in definitiva una riduzione dei costi totali.

Negli ultimi tempi si è molto parlato del taglio a secco, specie nell'operazione di dentatura con creatore ma, come si vedrà, tutti i motivi che hanno suggerito l'applicazione di questa tecnologia sono in pratica superati dai nuovi prodotti oggi in commercio.

I problemi e le esigenze con cui un buon fluido da taglio deve confrontarsi sono essenzialmente:

- riduzione di fumi e nebbie oleose durante la lavorazione;
- riduzione delle temperature nella zona di contatto tra utensile e pezzo;

# Guida alla scelta del fluido da taglio



Fig. 1 - Taglio di un ingranaggio con un creatore.

- qualità delle superfici interessate alla lavorazione (strappature e rugosità);
- eliminazione delle bruciature;
- aumento dei parametri di taglio;
- riduzione dei consumi;
- rispetto delle norme sulla sicurezza lavoro e dell'ambiente.

Tutti questi aspetti non sono altro che le diverse facce dell'esigenza di base: la riduzione dei costi di produzione.

Nelle varie lavorazioni le esigenze sono diverse, così nelle lavorazioni ad asportazione di truciolo è richiesta la riduzione dell'attrito tra pezzo e utensile e quindi sono importanti le proprietà

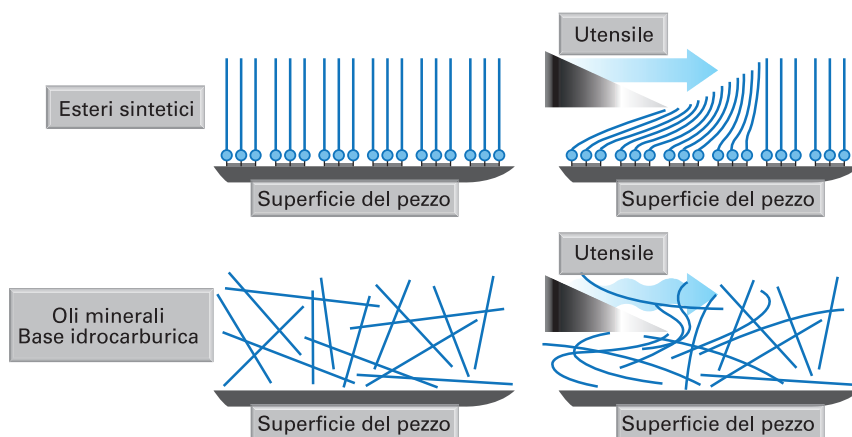


Fig. 2 - Comportamento di fluidi da taglio con molecole polari.

lubrificanti del liquido. Nelle operazioni di rettifica invece è più importante che la mola sia sempre priva di microtrucioli e polveri, con gli interstizi sgombri e quindi sono richieste elevate proprietà lavanti del lubrorefrigeranti; infine, in quasi tutte le lavorazioni è richiesta una buona dissipazione del calore e quindi diventa importante scegliere il giusto prodotto.

Le proprietà di un lubrorefrigerante sono determinate dall'olio base impiegato e dagli additivi aggiunti.

L'olio base influisce sulle seguenti proprietà del lubrorefrigerante:

- viscosità;
- effetto lubrificante;
- punto di infiammabilità;
- evaporazione;
- nebbia;
- fumosità.

Mentre gli additivi influenzano:

- detergenza;
- prestazione al taglio;
- antischiuma;
- antinebbia;
- antiossidanti;
- protezione alla corrosione.

Gli oli base tra cui si possono scegliere quelli da utilizzare nella formulazione di un lubrorefrigerante adatto alle lavorazioni di taglio o di rettifica sono:

- olio minerale;
- oli bianchi (alimentare e medicale);
- oli minerali raffinati (hydrothreated – hydro-crack);
- oli sintetici PAO (polialfaolefine);

- esteri naturali ricavati da colza, girasole o grassi animali;
- esteri sintetici a base vegetale;
- esteri sintetici.

Come si è già accennato le proprietà ottimali di un fluido da taglio sono diverse a seconda che si tratti di operazioni ad asportazione di truciolo oppure di operazioni di rettifica. Cominciamo quindi a dividere le due problematiche.

### Olio ad alto rendimento per lavorazioni ad asportazione di truciolo

Il lubrorefrigerante ideale dovrebbe garantire la migliore prestazione dell'utensile, dovrebbe essere assolutamente stabile, avere massimi il potere antischiuma e il potere antiossidante, dovrebbe essere sicuro per la salute e completamente rispettoso dell'ambiente, avere una completa compatibilità con la macchina e essere di facile gestione anche dal punto di vista dell'impiantistica, dovrebbe inoltre essere completamente compatibile con gli oli estranei. Ma questo a volte non è possibile. Un ottimo olio da taglio è il risultato di un buon equilibrio tra le varie caratteristiche. Il principale problema che si ha durante un'operazione con asportazione di truciolo, e nel nostro caso parliamo della dentatura con creatore, è lo sviluppo di calore nella zona di formazione del truciolo.

Questo calore è generato sia dall'energia meccanica spesa per il distacco del truciolo e sia dall'attrito tra il truciolo e l'utensile.

TAB. 1 – CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'OLIO VASCOMILL CSF35 (BLASER SWISSLUBE)

Descrizione	Fluido da taglio a base di estere vegetale
Applicazioni	<b>Lavorazioni:</b> fresatura, tornitura, alesatura, maschiatura, dentatura, rasatura, stozzatura, taglio con segatrici, stampaggio. <b>Materiali:</b> leghe di acciaio, acciaio inox, titanio, leghe di titanio, alluminio, leghe di alluminio, ghisa, metalli non ferrosi.
<b>Dati fisico-chimici</b>	
Viscosità a 40°C	35 mm <sup>2</sup> /s
Densità a 20°C	0,90 g/cm <sup>3</sup>
Punto di infiammabilità	333 °C
Tenore di estere	> 90 %
Contenuto di olio minerale	0 %
Contenuto di zinco	0 %
Contenuto di cloro	0 %
Contenuto di zolfo	0 %
Corrosione del rame	1a (3h a 60 °C)
Colore	giallo

È logico quindi che riducendo l'attrito, cioè utilizzando un fluido da taglio con forte potere lubrificante, si ha una minore temperatura nella zona di contatto tra utensile e pezzo/truciolo. Normalmente per aumentare il potere lubrificante di un olio minerale, si miscela l'olio intero con degli additivi con additivi polari che conferiscono una notevole resistenza al film lubrificante. Inoltre si possono aggiungere additivi E.P. (Extreme Pressure).

Ciò evidentemente è una caratteristica fondamentale nelle lavorazioni ad asportazione di truciolo.

Ma gli oli a base minerale hanno altre necessità, perché per esempio hanno un punto di infiammabilità piuttosto basso e ciò provoca fumi, nebbie oleose, pericoli d'incendio ecc. Si debbono quindi aggiungere altri tipi di additivi che contrastino per quanto possibile queste proprietà negative.

Oggi però esistono in commercio fluidi da taglio che possono superare gran parte di questi problemi in modo naturale, grazie alla loro particolare struttura molecolare.

Si tratta degli esteri sintetici a base vegetale. Gli additivi polari sono caratterizzati dalla presenza di molecole che hanno affinità con quelle del materiale da lavorare da cui vengono attratte con un meccanismo paragonabile all'attrazione tra un polo negativo e uno positivo di due magneti. Sulle superfici dell'utensile e del pezzo si forma quindi uno strato di molecole fortemente aderenti che impediscono il contatto diretto metallo-metallo e riducendo quindi drasticamente l'attrito e il calore prodotto.

Un olio minerale ha le molecole che non sono di questo tipo e quindi esse si disporranno su una superficie metallica in modo casuale, lasciando anche delle zone non coperte. La situazione è rappresentata schematicamente nella figura 2.

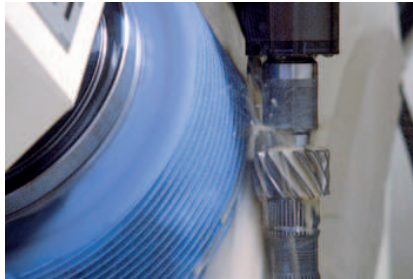
Esistono diversi tipi di additivi EP derivati del cloro, zolfo, zinco ecc. tutti componenti che rendono il fluido da taglio potenzialmente dannoso per gli operatori (dermatiti, problemi respiratori e altro), possono provocare danni agli organi più delicati delle macchine utensili e inoltre richiedono maggiori cure e costi per lo smaltimento.

Gli esteri sintetici, ottenuti da basi vegetali (grassi e alcoli vegetali), contengono naturalmente le molecole polari e quindi non hanno bisogno di alcun tipo di additivo.

Dobbiamo parlare qui di un fluido da taglio moderno e del tutto particolare, prodotto e commercializzato dalla Blaser Swisslube, che ha delle caratteristiche assolutamente eccezionali che lo rendono adatto a quasi tutte le lavorazioni ad asportazione di truciolo, e in particolare al taglio degli ingranaggi con il creatore. Dunque questo lubrificante, denominato Vascomill CSF35, ha un forte e naturale potere lubrificante grazie alla presenza di molecole polari nella sua struttura (tabella 1). Ma ha anche altre importanti proprietà che si possono riassumere in:

- elevatissimo punto di infiammabilità (333°C);
- eccellente potere lubrificante;
- esente da olio minerale;
- inodore (anche il lavorazione);
- esente da additivi E.P.;
- esente da IPA (potenzialmente cancerogeni per l'uomo);
- facilmente biodegradabile.

Le caratteristiche di cui sopra producono i seguenti vantaggi:



**Fig. 3 - Rettifica con mola a vite di un ingranaggio cilindrico elicoidale.**

- aumento vita utensile;
- abbattimento della fumosità;
- ridotte distorsioni dimensionali dei pezzi lavorati;
- aumento dei parametri di taglio;
- ottime finiture;
- esente da additivi E.P. e IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici), cancerogeni per l'uomo;
- facilmente biodegradabile (98% in 100 giorni).

Gli elevati rendimenti degli utensili ad asportazione di truciolo, che sono documentati da un numero grandissimo di test e che sono confermati dal continuo espandersi degli impieghi, sono una conseguenza diretta del maggior effetto lubrificante di questo olio.

Questo olio, data la sua elevatissima biodegradabilità, riduce drasticamente i motivi che rendono appetibile il taglio a secco, cioè gli alti costi di gestione degli oli minerali, come lo smaltimento degli oli esausti, lo smaltimento dei trucioli, l'abbattimento dei fumi ecc.

### Olio ad alto rendimento per la rettifica

Nell'operazione di rettifica le caratteristiche degli oli da taglio devono essere completamente differenti.

Pur essendo anche la rettifica un'operazione ad asportazione di truciolo, questa funzione viene espletata dai micro-taglienti costituiti dagli spigoli dei grani abrasivi. Mentre nelle operazioni classiche ad asportazione di truciolo è necessario contrastare gli effetti del forte attrito tra utensile e truciolo, nelle operazioni di rettifica è importante che la mola sia sempre pulita, cioè che gli interstizi tra i grani taglienti siano liberi.

Quindi gli oli da rettifica devono avere un elevato potere detergente e non richiedono che il lubrificante abbia un forte potere lubri-

**TAB. 2 - RIEPILOGO DEI PIÙ IMPORTANTI EFFETTI DEI FLUIDI DA TAGLIO NELLA RETTIFICA**

<p>Fluido con maggiore potere lubrificante Forza radiale alta Forza tangenziale bassa</p>
<p>Aumentando il potere lubrificante del fluido Aumenta ulteriormente la forza radiale Si generano strappature sulla superficie Si generano errori di forma Si hanno vibrazioni Nella rettifica cilindrica si hanno deformazioni nel lato uscita mola</p>
<p>Aumentando il potere lubrificante del fluido Diminuisce la forza tangenziale Si ha un minor consumo di energia Si generano meno bruciature Si ha una minor usura della mola</p>
<p>Fluido con maggiore potere lubrificante Maggiore forza radiale Maggiore deformazione Difficile formazione del truciolo</p>
<p>Fluido con minore potere lubrificante Minore forza radiale Minore deformazione Facile formazione del truciolo</p>

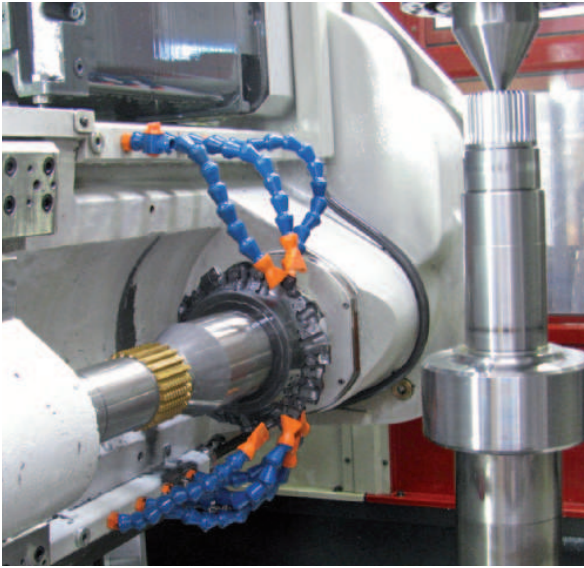


Fig. 4 - Lavorazione pignone eolico.

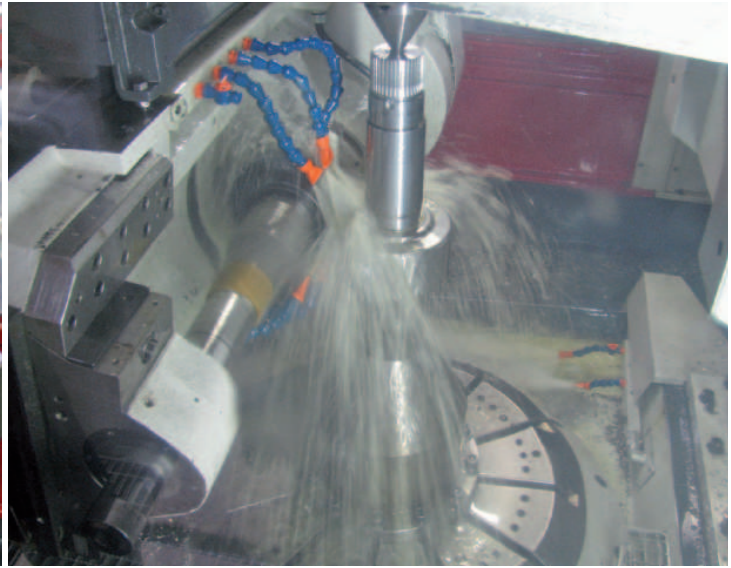


Fig. 5 - Lavorazione pignone eolico con Vascomill CSF 35.

ficante, anzi, se questa ultima caratteristica è troppo accentuata, si verifica il fenomeno che i taglienti scivolano sulla superficie da lavorare e riescono ad asportare il materiale solo sotto l'azione di una maggiore forza radiale.

L'aumento di questa pressione sui grani dell'abrasivo genera surriscaldamenti e superfici pesantemente finite, con in più forti bavature sul lato uscita mola.

In sostanza contrariamente a quanto si potrebbe pensare, una forte azione lubrificante ostacola l'azione di taglio dei grani abrasivi. Se gli spigoli taglienti dei grani dell'abrasivo trovano un film di lubrificante molto resistente, non riescono a "mordere" subito il materiale e, come si è detto, scivolano sulla superficie fino a quando la forza radiale assume valori che riescono a rompere il film e a penetrare sul pezzo. Questo fatto, oltre a produrre più calore, non permette di asportare piccoli soprametalli, e quindi nelle finiture fini, è quasi impossibile usare lubrificante con forte potere lubrificante.

Nella tabella 2 sono riepilogati i più importanti effetti del più o meno grande potere lubrificante del fluido nelle operazioni di rettifica.

La potenza assorbita in un'operazione di rettifica si trasforma per oltre il 90% in calore e il 75% di questo calore viene trasferito ai trucioli. Più il materiale è duro maggiore sarà il calore generato. Stando così le cose è evidente che ci sono dei forti limiti a usare alcune famiglie di oli esteri a base vegetale per tutte le operazioni di rettifica, soprattutto perché hanno un forte potere lubrificante.

Rispetto al fluido di cui si è parlato per il taglio degli ingranaggi con creatore, cioè del Vascomill CSF35, è necessario, per esempio, avere un maggiore effetto detergente cosa che si ottiene con una bassa viscosità, per esempio 10 - 15 mm<sup>2</sup>/s. In sintesi un lubrificante per la rettifica può avere uno scarso potere lubrificante, ma deve avere un grande potere detergente e un altrettanto alto potere raffreddante.

La regola di un ridotto potere lubrificante non è tuttavia assoluta, perché nelle operazioni di rettifica con grandi asportazioni si hanno notevoli attriti che aumentano la potenza assorbita e quindi provocano grandi quantità di calore con pericolosi picchi di alte temperature.

Questo spiega i buoni risultati che si ottengono usando lubrificante a base di esteri vegetali in operazioni di rettifica pesanti.

Tuttavia in generale si impiegano oli a base minerale, poco viscosi, al limite con aggiunte di qualche piccola percentuale di esteri a base vegetale.

In queste operazioni quindi si riaffacciano i problemi che sono legati all'impiego di oli interi minerali, opportunamente additivati.

Ma bisogna notare che non tutti gli oli di origine minerale sono uguali, anche se hanno la stessa viscosità. La viscosità è uno dei parametri che caratterizza l'olio, ma sono importanti anche la stabilità termica, la minore tendenza all'evaporazione e l'indice di viscosità, che dice come varia la viscosità al variare della temperatura.

Questa categoria di oli è ottenuta con il trattamento Hydrocrack, cioè un particolare trattamento che permette di eliminare i componenti

indesiderati facilmente evaporabili e ottenere una purezza molto elevata. Gli oli così ottenuti hanno una stabilità termica elevata, con minore evaporazione e un maggiore indice di viscosità (minor variazione della viscosità al variare della temperatura).

In ogni caso questi oli per essere di ottima qualità devono avere le seguenti caratteristiche:

- alto punto di infiammabilità;
- bassa tendenza all'evaporazione;
- elevate proprietà detergenti (mola pulita, pezzi puliti, assenza di bruciature);
- elevato rendimento (minor consumo della mola, riduzione tempo ciclo);
- riduzione assorbimento di potenza sul mandrino;
- stabilità fisico-chimica;
- minima variazione della viscosità al variare della temperatura;
- ottima compatibilità con gomme ed elastomeri;
- assenza di schiuma.

Gli oli di cui sopra contengono un pacchetto di additivi EP che migliorano le caratteristiche tecniche della base, in particolare nelle operazioni di rettifica degli ingranaggi, sia per rettifiche di forma che per quelle a generazione.

Gli additivi aggiunti e il particolare processo di raffinazione consentono inoltre di ridurre la generazione di nebbie, fumi e vapori e quindi di migliorare l'ambiente di lavoro, di ridurre i consumi, di ridurre la manutenzione degli impianti di aspirazione, di mantenere costante la viscosità e di ridurre i possibili rischi di incendio.



© RIPRODUZIONE RISERVATA