

# Attrito, usura: la sfida ai lubrorefrigeranti

Lubrorefrigerante batte attrito e usura! Una partita che dura da sempre, ma la vittoria è... green

Daniela Tommasi

**A**ttrito e usura definiscono due fenomeni e aspetti che coinvolgono la lubrificazione in maniera importante. Ovviamente sono aspetti fra di loro correlati ma che descrivono e identificano due concetti diversi. L'attrito è una forza, la forza che si oppone al moto relativo di due o più corpi a contatto. La fisica insegna che sono indeterminate 3 tipologie di attrito:

- Radente: quando due corpi strisciano l'uno sull'altro. L'attrito radente può essere statico, quando i corpi sono pressochè fermi o dinamico, se c'è movimento relativo
- Volvente: quando un corpo rotola sulla superficie di un altro
- Viscoso: quando un corpo si muove in un fluido

L'usura indica la perdita progressiva di materiale che si verifica sulle superfici di due corpi a contatto ed in moto relativo.

I due fattori siano correlati? Sì e no: possono esserci condizioni in cui due superfici possono avere coefficiente d'attrito basso ma grande tasso di usura o viceversa. E poi c'è anche l'effetto del lubrificante applicato sulle superfici



che può modificare in modo importante attrito e usura. Come è noto, la tribologia è la scienza che studia queste interazioni.

La scabrosità delle superfici fa sì che le asperità, entrando in contatto, generino il primo attrito, tenendo presente che anche in una condizione di quiete si genera attrito e, di conseguenza, potenziale usura.

Quando i due corpi iniziano a muoversi l'attrito statico diventa dinamico e quindi varia anche il relativo coefficiente d'attrito. In condizioni di forte attrito le strutture superficiali si modificano cambiando la loro geometria e proprio que-

ste "modifiche strutturali" del materiale generano calore e quindi un normale aumento della temperatura.

«Questo è quello che avviene normalmente in una lavorazione meccanica: una superficie tenera viene "modificata" tramite lo strisciamento di un materiale più duro che di conseguenza crea usura sul corpo più morbido. Un pezzo meccanico viene lavorato da un utensile che tendenzialmente è un materiale più duro.

Alcune lavorazioni meccaniche vengono eseguite a secco, senza l'apporto di un lubrificante ma la maggior parte necessita l'utilizzo di un lubro-





refrigerante, che raffreddi e lubrifici» – spiega Valentino Foadelli, Technical Sale Manager di Bellini SpA, introducendo per Macchine Utensili, il legame fra attrito e lubrorefrigerazione.

### **Che impatto ha un lubrorefrigerante sul coefficiente d'attrito durante una lavorazione meccanica?**

Quando tra i due corpi in movimento relativo viene inserito un elemento con caratteristiche lubrificanti, il valore del coefficiente di attrito, e quello di usura delle parti, viene modificato drasticamente. Il lubrorefrigerante è uno degli elementi che interviene durante la fase di asportazione truciolo e riesce a modificare il coefficiente d'attrito e successivamente anche il tasso di usura.

Il lubrorefrigerante ha due importanti funzioni, la prima ovviamente è quella di lubrificare cioè di ridurre il coefficiente d'attrito. La seconda, non meno importante, è quella di asportare calore.

L'intervento e l'utilizzo del lubrificante è quindi fondamentale per abbattere il coefficiente d'attrito e va ricordato che i valori del coefficiente d'attrito, durante una lavorazione, cambiano a seconda della velocità di lavorazione, degli avanzamenti e del punto di misura.

Vengono comunemente definite 3 regimi di lubrificazione: lubrificazione limite, lubrificazione mista e lubrificazione idrodinamica.

L'attrito in condizioni di lubrificazione limite si verifica in condizioni di forte avanzamento utensile e basse velocità di lavorazione e il lubrificante forma un film discontinuo. Questa è la condizione più gravosa dove le superfici sono in contatto quasi continuo e pochissimo lubrificante si interpone fra di esse. Ed è anche la condizione peggiore dove il coefficiente d'attrito è più elevato.

La lubrificazione mista è quella condizione che si verifica quando le velocità di lavorazione aumentano e le forze di avanzamento si riducono.

Il lubrificante tende a formare un film quasi continuo, solo parzialmente interrotto dal contatto delle creste più alte della rugosità superficiale. In questa condizione il coefficiente d'attrito risulta più basso rispetto alla lubrificazione limite. La lubrificazione idrodinamica descrive lo stato in cui il fluido riesce a tenere separate tra loro le parti, formando un film liquido continuo, con spessore progressivamente crescente. Il meato, ossia lo spessore di lubrificante evita il contatto dei componenti in movimento. La lubrificazione idrodinamica può generarsi in condizioni di altissime velocità e basse forze e quando il fluido lubrificante è particolarmente adesivo. In questa condizione il coefficiente d'attrito presenta tendenzialmente valori più bassi. Infatti se le due superfici non sono più in contatto fra di loro, scivolano su un fluido. Anche il tipo di attrito cambia, da attrito radente entriamo in un regime di attrito viscoso. Ciò che fa la differenza è anche la chimica del lubrificante, la sua vi-



## Da Stribek al terzo millennio

Quando, agli inizi del 1900, Richard Stribeck studiò la curva che prese poi il suo nome il lubrificante utilizzato era un classico lubrificante a base minerale.

I primi studi hanno sempre considerato l'olio lubrificante come una condizione standard e, a tutti gli effetti agli inizi del 900 non c'erano le condizioni per pensare che, cambiando la tipologia del lubrificante, potesse cambiare il coefficiente d'attrito. L'unico aspetto preso in

considerazione era la viscosità del fluido che infatti ha effetti sull'andamento della curva. Con il passare degli anni l'evoluzione tecnologica ha determinato che, modificando la chimica del lubrificante, si poteva cambiare la forma della curva. La grande spinta innovativa arrivò durante la seconda guerra mondiale e, successivamente, negli anni '60, con la comparsa dei primi lubrificanti sintetici dedicati al mondo dell'aviazione e dei mezzi militari.

Gli anni seguenti, con lo sviluppo dell'autotrazione e dell'avionica, forte è stato l'impulso a sviluppare nuovi lubrificanti. Diversamente all'evoluzione tecnologica avvenuta negli oli motore, nell'attività di asportazione truciolo si è sempre utilizzata una tecnologia a base minerale (materie prime del petrolio) fino agli anni 2000. La tecnologia nello studio dei lubrificanti per asportazione truciolo consisteva nello studiare eventuali effetti e sinergismi

prestazionali di additivi aggiunti alle basi minerali. La tecnologia classica di questi additivi è a base Zolfo, Fosforo e Cloro. Solo agli inizi degli anni 2000 nel mondo dei lubrificanti per asportazione truciolo si è iniziato a pensare a basi diverse, sintetiche e non. L'evoluzione della tecnologia meccanica ha spinto i produttori ad aumentare le prestazioni dei lubrorefrigeranti.

scosità e adesività.

La curva di Stribek - La teoria della lubrificazione è riassunta nella curva di Stribeck, che descrive esattamente le 3 fasi, ovvero il variare del coefficiente d'attrito al variare della velocità, del carico o del tipo di fluido. Grazie a questo diagramma si può studiare l'effetto di questi 3 fattori e capire come, al variare di uno di essi, può cambiare il coefficiente d'attrito. Lo studio della curva e dei loro 3 fattori permette anche di comprendere le dinamiche di attrito e usura che si generano durante una lavorazione meccanica.

### Come associare le fasi della lubrificazione ad una lavorazione meccanica?

«E' molto più semplice di quanto si pensi. Infatti la prima fase, cioè quella del contatto utensile/pezzo, è sicuramente la più critica ed è ben descritta dalla lubrificazione limite. In seguito l'utensile inizia a lavorare ed a staccare del materiale dal pezzo, passando così alla lubrificazione mista. Infine, quando il truciolo inizia a staccarsi dal pezzo e scivola sullo strato di olio, entriamo nell'ultima fase quella della lubrificazione idrodinamica.

E' quindi comprensibile quanto importante sia lo studio della curva di Stribek per valutare i molteplici fattori di influenza, dal materiale lavorato, al tipo di utensili ed anche il loro rivestimento, alla velocità di avanzamento ed alle pressioni in gioco. Non per ultimo va valutato anche l'effetto del lubrificante».

### Harolbio: uno sviluppo che parte da lontano

All'inizio degli anni 2000 Bellini SpA ha lanciato lo sviluppo di nuovi lubrificanti esenti da basi minerali per il mondo dell'asportazione truciolo. L'idea era quella di coniugare prestazioni lubrificanti più elevate ad aspetti ambientali e di salute degli operatori. Infatti, nonostante negli anni 90 la comunità europea e gli organi di controllo sanitari avessero già iniziato a porre dei limiti sull'utilizzo di alcune sostanze chimiche all'interno delle officine meccaniche, è solo col terzo millennio che cresce la consapevolezza sull'utilizzo di un lubrorefrigerante che fosse più salubre per uomo e ambiente. Proprio per coniugare questi due aspetti, sicurezza e prestazione, nel 2006 Bellini lancia la linea di oli da taglio a base estere naturale Harolbio.

«Harolbio innova completamente il mondo dei lubrorefrigeranti coniugando prestazioni superiori ai lubrorefrigeranti tradizionali e sicurezza ambientale e igienico-sanitaria.

Gli studi condotti nei nostri laboratori hanno messo in evidenza come le basi lubrificanti di origine naturale, internamente selezionate, ga-





rantiscano un potere lubrificante decisamente superiore. E qui torna di aiuto la curva di Stribeck. Strumenti specifici per analizzare la capacità lubrificante di varie basi e additivi permettono di “disegnare” una curva di Stribeck specifica per tipologia di lubrificante utilizzato. Tenendo invariate le condizioni di velocità, pres-

sione e materiale, ma cambiando solamente il lubrificante si osserva come cambia la morfologia della curva. L'aspetto più importante ovviamente è mantenere il coefficiente d'attrito più basso possibile in tutti le parti della curva (regimi di lubrificazione).

Per lo sviluppo di Harolbio siamo partiti dal valu-

tare le condizioni standard di oli minerali in utilizzo e già validati sul campo.

Studiando e testando diverse formule si è arrivati ad ottenere quella che garantisce caratteristiche superiori ai lubrificanti minerali precedentemente studiati».

Il grafico mostra il risultato finale di Harolbio, che è sorprendente: garantisce un coefficiente d'attrito più basso rispetto ai paritetici oli minerali. Paragonando lubrificanti con stessa viscosità, Bellini ha visto infatti che la viscosità del fluido ha effetto sull'andamento della curva. «La vera cosa sorprendente, poi verificata sul campo, è che il lubrificante Harolbio senza additivazione EP presenta al test un coefficiente d'attrito più basso di lubrificanti minerali fortemente additivati EP. Questo ci ha permesso di sostituire in diverse applicazioni lubrificanti minerali, fortemente additivati chimicamente, con prodotti della gamma Harolbio senza dover ridurre o limitare le prestazioni in macchina, anzi andando a migliorare ulteriormente la resa utensili e la finitura dei pezzi».

Nel corso degli anni la gamma Harolbio si è sempre più ampliata, portando miglioramenti in numerose differenti applicazioni.

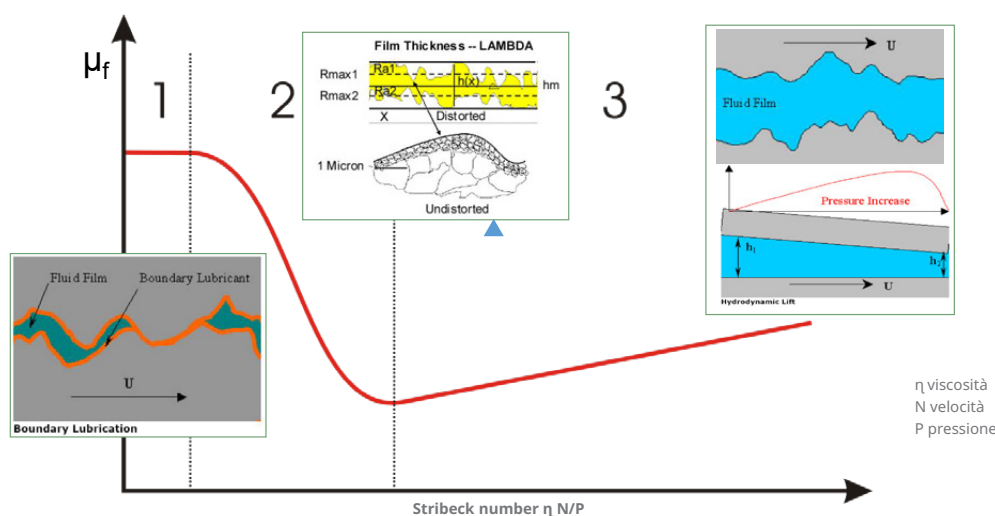
«La continua evoluzione tecnologica delle macchine, degli utensili e dei materiali ci ha incentivato nel corso del tempo a sviluppare sempre più prodotti con diverse caratteristiche e prestazioni. Oggi il mercato è molto più aperto e ricettivo quando si parla di biolubrificanti provenienti da oli naturali.

Ora la domanda è: fino a dove possiamo spingere questa tecnologia e in che altri campi possiamo applicarla?»

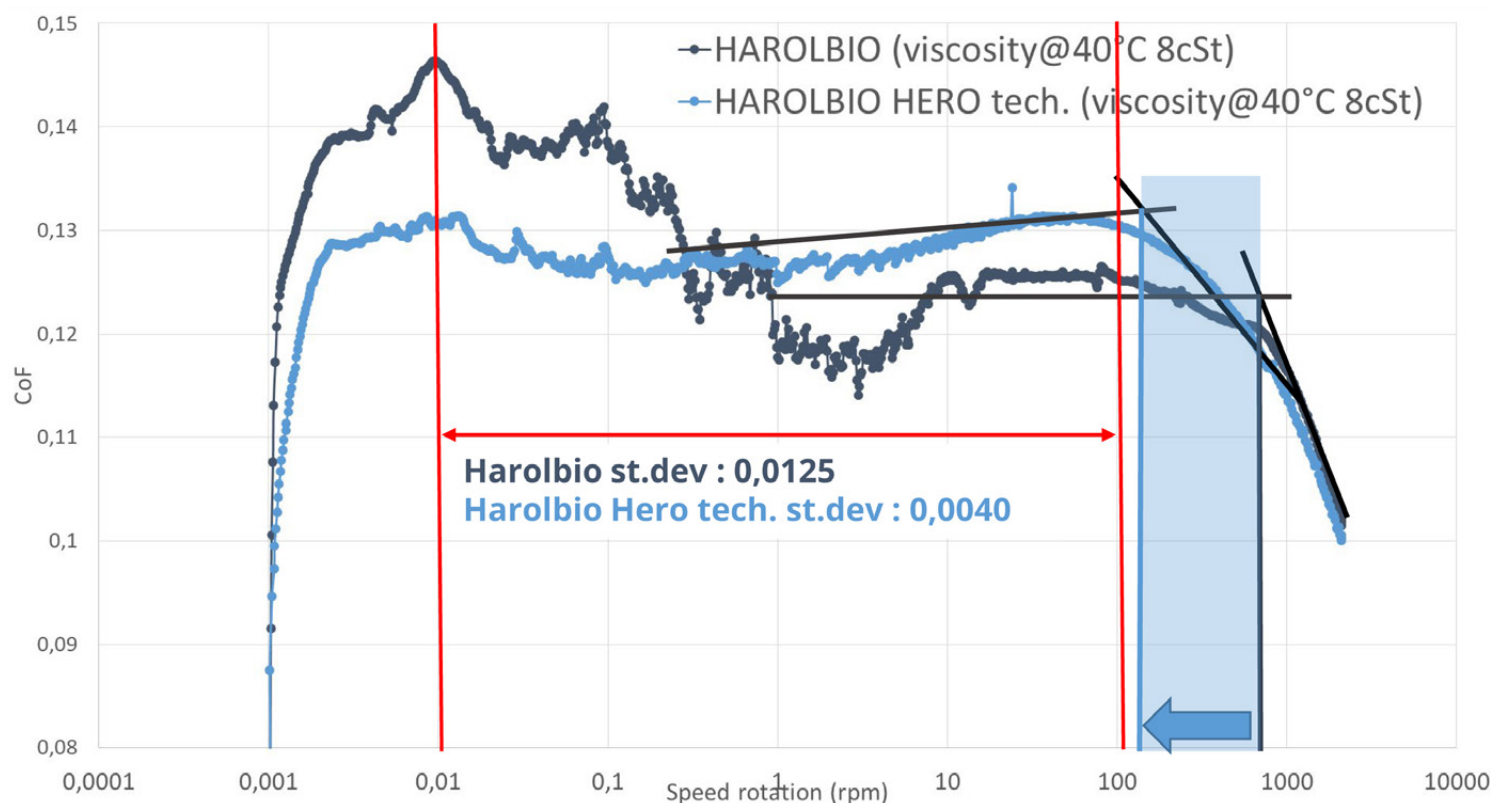
### Harolbio Hero: la nuova era della gamma Harolbio

Bellini continua ad investire nella ricerca e sviluppo di biolubrificanti, in linea con le spinte del mercato che chiede un miglioramento continuo. La domanda è: si può migliorare ulteriormente le prestazioni dei biolubrificanti in uso?

«Fino ad oggi i pacchetti additivi studiati per le applicazioni specifiche o per esigenze partico-



La curva di Stribeck rappresenta la base della lubrificazione. Possiamo distinguere tre aree:  
 -Lubrificazione limite (attrito radente)  
 -Lubrificazione mista (lubrificazione iniziale)  
 -Lubrificazione idrodinamica (attrito viscoso)



lari avevano sempre soddisfatto le esigenze del mercato ma, con l'avvento di nuovi materiali e nuove applicazioni, ci siamo resi conto che serviva un ulteriore incremento nelle performance lubrificanti.

Contestualmente avevamo ormai scandagliato qualsiasi benefit e sinergismo degli additivi EP applicabili alla tecnologia Harolbio. Serviva qualcosa di totalmente nuovo e innovativo. Anche in questo caso ci è venuta di aiuto la curva di Stribeck.

Il nostro riferimento non era più l'olio minerale ma bensì nostro Harolbio che tante soddisfazioni ci dava». Obiettivo: ridurre il coefficiente di attrito in tutti i regimi di lubrificazione senza l'ausilio di additivi EP a base Zolfo e Fosforo. «Bisognava ricercare tecnologie nuove, mai utilizzate, che potessero migliorare le prestazioni: qualcosa di nuovo, in grado di modificare la curva e che desse benefici sul campo!» Vari test e valutazioni ci hanno portato a scoprire la tecnologia Harolbio Hero, una tecnologia definita "della super lubricità". Infatti in Harolbio Hero non cambia la struttura della curva di Stribeck nelle parti già "modificate" dai pacchetti EP.

"La tecnologia Harolbio Hero permette di mantenere un coefficiente d'attrito più costante durante la prova nella determinazione della curva

di Stribeck e quindi una deviazione standard del coefficiente d'attrito più bassa. Infatti più la curva è "lineare e piatta", meno impatto si ha sullo sviluppo di attrito, meno vibrazioni e quindi riduzione di calore e usura».

Harolbio Hero è una proposta tecnologica decisamente innovativa in quanto non si basa su additivi EP, è costituita da componenti completamente biodegradabili e salubri per l'operatore. Non cambia quindi i benefici intrinseci di Harolbio ma li migliora ulteriormente.

#### Dalla teoria alla pratica: ma funzionerà?

Ma funzionerà? E' la domanda che si fanno tutti. Per questo motivo Bellini ha svolto diversi test sul campo. «Abbiamo testato noi stessi: la sfida era migliorare Harolbio, che già aveva dato notevoli vantaggi ai nostri clienti utilizzatori. Di tutte le prove eseguite ci terrei a menzionarne una grossa torneria, con torni plurimandrino e fantine mobili, cliente Bellini da diversi anni con Harolbio 1 SI PLUS.

La scelta di Harolbio in passato era nata per eliminare l'utilizzo di un olio minerale fortemente additivato con zolfo e cloro. Le esigenze del cliente sono importanti, lavora anche materiali particolarmente duri come acciai inossidabili o cementati. Con Harolbio 1 SI PLUS il cliente

Harolbio Hero è una linea di prodotti a base biologica per impieghi gravosi senza additivi a base di zolfo e fosforo:

- Nessun additivo EP
- Tecnologia di superlubrificazione
- Deviazione standard ridotta: operazioni fluide

aveva eliminato del tutto il fumo e nebbia in officina, migliorato pulizia dei pezzi, migliorato filtrabilità dell'olio e ovviamente incrementato la vita utensile.

Per gli acciai automatici, il cliente ci ha chiesto un upgrade del prodotto, già altamente performante. Il test è stato eseguito su una macchina plurimandrino Index 8 mandrini, materiale lavorato AISI 420. Registrati i dati consumo utensili con Harolbio 1 SI PLUS, successivamente fornita la versione Harolbio Hero. I risultati sono stati strabilianti non solo per il cliente ma anche per noi. Su questa lavorazione il cliente ha registrato un incremento della durata utensili del 20% oltre che un deciso miglioramento della finitura dei pezzi. Per ultimo, scaldandosi meno il lubrificante in lavorazione, il cliente ci ha segnalato anche una riduzione del consumo di olio per pezzo lavorato».