

oliatore a pressione tipo « Bosch », in un punto del cilindro opportunamente scelto in modo che il lubrificante potesse svolgere nel modo migliore la sua funzione.

A tale scopo si sono dovuti adottare i seguenti accorgimenti:

a) Disporre il punto di lubrificazione in una posizione tale sul cilindro per cui la luce di efflusso dell'olio non venisse scoperta dallo stantuffo durante la sua corsa, onde evitare l'iniezione di olio nella camera di espansione.

In caso contrario si avrebbe una immediata solidificazione del lubrificante, date le basse temperature raggiunte ( $-150^{\circ} \div 160^{\circ}\text{C}$ ) e questo anche impiegando olio incongelaibile.

b) Provvedere ad un adeguato riscaldamento del cilindro nella zona di scorrimento dello stantuffo in corrispondenza delle fasce elastiche.

Quanto sopra è stato realizzato in modo soddisfacente mediante una camicia posta all'esterno del cilindro nella zona suddetta, nella quale viene fatta circolare acqua a temperatura ambiente.

Una serie di prove eseguite senza il dispositivo suddetto ha dimostrato che a causa del progressivo raffreddamento del cilindro e dello stantuffo quest'ultimo si contrae maggiormente del primo per cui si ha un aumento del gioco fra le due superfici a contatto e relativo trafileamento d'aria nel carter; ne consegue una notevole riduzione nel rendimento termico della macchina.

c) Limitare il raffreddamento dovuto all'espansione dell'aria in una zona la più lontana possibile dalla superficie di scorrimento dello stantuffo.

Tale accorgimento è stato realizzato mediante una opportuna sistemazione della valvola di scarico e profilando adeguatamente i condotti di quest'ultima onde ridurre al minimo la permanenza dell'aria a bassa temperatura nel cilindro.

A tale riguardo dobbiamo dire che i risultati ottenuti da espansori provvisti di valvola di scarico sulla testata sono stati alquanto migliori di quelli forniti da macchine dello stesso tipo ma con valvole laterali.

d) Impiegare un lubrificante avente un adatto indice di viscosità onde eliminare le possibilità di

inceppamenti della macchina a causa dell'aumento di viscosità dell'olio a bassa temperatura.

Fra i diversi tipi di olio impiegati ha dato risultati soddisfacenti quello avente le seguenti caratteristiche:

- densità:  $0,925 \text{ kg/dm}^3$
- viscosità Engler a  $+ 50^{\circ}$ : 19,6
- viscosità Engler a  $\pm 20^{\circ}$ : 212
- indice di viscosità: 22
- residui carboniosi: 0,65
- coefficiente di acidità: 0,1.

## 2) Lubrificazione delle valvole.

La lubrificazione di questi organi, importantissima per un buon funzionamento della macchina, è stata oggetto di particolare attenzione.

Purtroppo in considerazione delle bassissime temperature cui essi si portano durante il funzionamento non è stato possibile impiegare alcuno dei sistemi classici ad olio o grasso.

Ci si è quindi orientati verso sistemi di lubrificazione « a secco », e particolarmente verso l'uso di speciali guidavalvole in metallo poroso autolubrificante, i quali hanno dimostrato dopo severe prove durate molti mesi, di adempiere egregiamente al proprio compito.

Citeremo a titolo di esempio il caso di un espansore munito di tali guidavalvole in servizio quasi continuo da oltre 280 giorni, le cui valvole funzionano tutt'oggi in modo pienamente soddisfacente; un'ispezione effettuata di recente ha permesso di stabilire il perfetto stato di conservazione dei guidavalvole suddetti anche dopo parecchi mesi.

## Conclusioni.

Possiamo concludere che allo stato attuale della tecnica, tutti i problemi di lubrificazione speciale degli espansori ad alta pressione per impianti di produzione di ossigeno liquido, possono considerarsi risolti; esperienze da noi condotte su macchine in servizio continuo ci permettono di affermare che le soluzioni adottate rispondono in pieno a tutte le più severe esigenze cui le macchine in oggetto debbono soddisfare.

Franco Rivoira

# CRITERI DI LUBRIFICAZIONE NELLE MACCHINE DI FILATURA

## Gli oli minerali attivati

*Si esaminano al lume delle recenti teorie sulla lubrificazione e della esperienza pratica, i mezzi più atti a migliorare e a rendere per quanto possibile razionale la lubrificazione dei macchinari di preparazione alla filatura e di filatura.*

L'esame anche superficiale degli svariati macchinari in funzione nelle industrie tessili permette di rilevare che alla perfezione costruttiva raggiunta negli organi meccanici, spesso assai complessi e di grande precisione, non corrisponde in molti casi una altrettanto perfetta lubrificazione delle coppie in movimento relativo, per cui si deve ricorrere il più delle volte a sistemi di lubrificazione a mano o a tutta perdita.

È doveroso riconoscere che, specie in questi ultimi tempi, si è cercato di introdurre la distribuzione meccanica del lubrificante, segnatamente nelle macchine di preparazione alla filatura pettinata, ma non ci risulta che l'innovazione abbia incontrato molto favore, sopra tutto per la difficoltà del controllo dovuta al complicato percorso che spesso i tubicini di adduzione dell'olio sono costretti a compiere; a ciò si aggiunga che l'ele-

vato costo di tali macchinari permette solo una lenta e graduale introduzione, in considerazione anche del fatto che ottime macchine, anche antiquate, specie in quegli stabilimenti dove la manutenzione è assai curata, si comportano tuttora egregiamente, fornendo prodotti ineccepibili, tali da competere con l'attrezzatissima miglior concorrenza straniera.

Presenta quindi notevole interesse esaminare, al lume delle recenti teorie sulla lubrificazione e della esperienza pratica che il continuo contatto con le industrie di filatura e di tessitura ci ha permesso di acquisire, i mezzi più atti a migliorare ed a rendere per quanto possibile razionale la lubrificazione, limitandoci per il momento a considerare i macchinari di preparazione alla filatura e di filatura, come quelli che presentano in modo evidente tali necessità.

In linea di massima le macchine impiegate per le operazioni fondamentali hanno analogie di caratteristiche per tutte le fibre tessili, siano esse di origine animale o vegetale, e devono rispondere, agli effetti di una efficiente lubrificazione, a speciali esigenze, derivanti dalle condizioni di lavoro delle parti meccaniche e dall'ambiente in cui questo si sviluppa.

Una lubrificazione delle macchine di filatura basata su criteri sufficientemente razionali deve tenere conto al massimo grado di tali esigenze, per cui riteniamo necessario preciserle:

- 1) La lubrificazione viene generalmente fatta a mano e spesso è a tutta perdita.
- 2) L'ambiente di lavoro è sfavorevole, ricco di fibrille, umido e caldo, con percentuali di umidità relativa superiori all'80 % e temperature medie sui  $20^{\circ}\text{C}$  anche nella stagione fredda.
- 3) Si possono avere pressioni elevate e piccole velocità di lavoro, oppure velocità elevate con piccoli carichi unitari.
- 4) I sopporti sono spesso sfavorevolmente conformati, con imperfetta lubrificazione e possibilità di fuoruscita e colamento del lubrificante.
- 5) Si può riscontrare grande dissipazione di energia in attrito rispetto a quella spesa in lavoro utile.

Ne discende come diretta conseguenza che si devono usare prodotti lubrificanti che rispondano a tutte queste esigenze, e cioè:

- 1) Il velo lubrificante deve essere assai persistente con alta adesività, anche per evitare colamenti dannosi e antiestetici.
- 2) Devonsi usare oli assai resistenti e stabili, che non formino depositi o morchie.
- 3) Il grado di viscosità dell'olio deve essere adeguato alle diversissime condizioni di pressione e di velocità ed i lubrificanti devono essere tali da ridurre al minimo il coefficiente di attrito delle coppie cinematiche in moto relativo.

Ed a queste esigenze si risponde talora con l'impiego di oli minerali puri di qualità corrente, persino non qualificati, tenendo solo in evidenza il fattore prezzo, con criterio discutibile di mal intesa economia, che si ripercuote in modo sostanziale sulla durata delle parti meccaniche in movimento,

sul consumo di energia motrice, sullo sperpero e sulla minor durata del lubrificante in esercizio, con conseguente maggior numero di fermate per manutenzione e rifornimento, con immediato discapito della quantità e della qualità del prodotto.

È noto che il lavoro di attrito è speso unicamente per vincere la forza passiva  $T = fN$  detta resistenza di attrito allo strisciamento, in quanto si oppone al moto relativo di due corpi.

Il rapporto  $f = T/N$  è il coefficiente di attrito, che varia fra limiti molto ampi dipendentemente dalla natura e dallo stato delle superfici a contatto; a titolo di esempio possiamo indicare che il coefficiente di attrito per superfici asciutte durante il moto varia per ogni materiale, e cioè:

$$\text{metallo su metallo} = f = 0,15 - 0,3$$

$$\text{metallo su legno} = f = 0,3 - 0,4$$

$$\text{ferodo su metallo} = f = 0,35 - 0,5.$$

dalle piccole alle grandi pressioni. Il coefficiente di attrito in regime untuoso raggiunge nelle migliori condizioni  $f = 0,05$ , ma più spesso si aggira su  $f = 0,1$ .

Il fenomeno dell'attrito può assumere aspetti differenti a seconda:

1) delle condizioni locali delle superfici a contatto, dipendenti da natura dei materiali, grado di lavorazione, forma e dimensioni del meato;

2) delle condizioni di lubrificazione dipendenti da natura e costituzione del mezzo lubrificante e del sistema di lubrificazione adottato;

3) delle condizioni dinamiche cui è sottoposta la coppia cinematica, essenzialmente determinate dai valori della pressione specifica, della velocità relativa, e, indirettamente, da eventuali temperature indotte.

Come già fatto rilevare il mezzo lubrificante assai di frequente è costituito da olio minerale puro, spesso di elevata viscosità, e ciò nella persuasione di ottenere una maggiore untuosità e per evitare i colamenti.

Come tutti sanno gli oli minerali puri sono ricavati dalla distillazione frazionata del petrolio grezzo, dopo che sono state allontanate le frazioni costituite dagli idrocarburi più leggeri.

Fra le proprietà che più interessano gli impieghi pratici degli oli minerali sono:

1) la stabilità chimica, indizio di buona resistenza all'alterazione e di scarsa tendenza a formare depositi;

2) l'alto indice di viscosità, che denota una moderata caduta di viscosità al crescere della temperatura;

3) l'attività o polarità molecolare, sinonimo di elevata oleosità.

Gli idrocarburi paraffinici che abbondano nei grezzi della Pennsylvania eccellono per stabilità chimica ed indice di viscosità, ma hanno scarsa attitudine a costituire sulle superfici metalliche pellicole oleose tenaci ed aderenti.

Gli idrocarburi naftenici che abbondano nei grezzi della California sono caratterizzati da una più rapida caduta di viscosità al crescere della temperatura e da tendenza a crakizzare.



Si deve ammettere che un grezzo avente base paraffinica o naftenica può anche contenere piccole percentuali di molecole attive appartenenti a qualche serie insatura, e, siccome basta che il lubrificante contenga una quantità tale di molecole attive da saturare le superfici, si può pensare che possa essere dotato di un apprezzabile grado di oleosità. Si aggiunga però che i processi di raffinazione oltre ad eliminare sostanze indesiderabili e gli idrocarburi chimicamente instabili, vengono anche ad eliminare gli idrocarburi insaturi, menomando l'oleosità del prodotto finito.

Una goccia d'olio su una superficie metallica si distende tanto più quanto più è debole la tensione superficiale dell'olio rispetto alla superficie. Tentando di togliere ogni traccia di olio, rimarrà sempre a contatto con la superficie una sottilissima pellicola oleosa (epilamine) e si dice che la superficie rimane unta: untuosità è il fenomeno di aderenza dei lubrificanti alle superfici, mentre oleosità è l'attitudine del lubrificante a favorire questo fenomeno.

Per molto tempo l'oleosità è stata confusa con la viscosità; si era però riscontrato che certi oli animali e vegetali lubrificano meglio di altri minerali puri, e che una piccola percentuale dei primi opportunamente mescolata ai secondi ne migliora il potere lubrificante. È stato accertato che ogni molecola di olio grasso contiene un centro attivo (gruppo di atomi cioè che traggono una particolare attività dalle loro funzioni chimiche speciali e che pertanto sono dotati di notevole affinità per le superfici metalliche), mentre una molecola di olio minerale non è attiva se non è insatura.

Il Woog asserisce che la presenza di molecole solide (idrocarburi, acidi grassi, gliceridi) disseminate nella massa liquida contribuisce ad aumentare la resistenza degli epilamini, che sono in massima parte costituiti da molecole solide, rinserrate fra loro per causa del fenomeno di adsorbimento.

Il Trillat sostiene che l'oleosità non si manifesta in un lubrificante inutilizzato, essa esiste allo stato latente e si palesa soltanto sotto l'azione di un eccitamento opportuno: il reattivo indispensabile risiede nelle superfici solide ed agisce per semplice contatto. Le molecole attive, quando si trovano a contatto con la superficie metallica si dispongono in una direzione ben definita, si orientano. Per molecole attive deve intendersi una molecola non elettricamente neutra in cui le cariche positive e negativa non sono distribuite simmetricamente, per cui essa si comporta come se possedesse in soprannumero una carica decentrata verso una estremità.

Una molecola attiva o polare è dunque sede di un momento dipolare dipendente da tale dissimetria: rispondono a tali requisiti le molecole degli oli vegetali ed animali e gli acidi grassi.

Si può supporre che la molecola di un acido grasso abbia la forma di un bastoncino con ad un estremo la carica elettrica non equilibrata.



Quando un lubrificante ricco di molecole attive viene a contatto con un metallo si forma un primo strato monomolecolare adsorbito dalla superficie.

Successivamente altre molecole risentiranno l'azione della parete formando un secondo strato, orientandosi in modo da presentare a contatto col primo l'estremità inattiva; poi un terzo strato si orienterà in modo da volgere al secondo la estremità attiva, e così via.

Un lubrificante è dotato di buona oleosità quando l'attitudine a rivestire le superfici metalliche con una pellicola oleosa è tale che la pellicola sia aderente e tenace sì da resistere alle azioni che tendono a rimuoverla: gli strati non orientati formati in aggiunta agli epilamini sono espulsi al manifestarsi della pressione e quindi è importante che gli strati limiti siano serrati e resistenti e la loro resistenza aumenta col grado di omogeneità del lubrificante e col suo volume molecolare.

La riduzione del coefficiente di attrito fluido sarà tanto più notevole quanto maggiori saranno i fenomeni di aderenza ed orientamento molecolare, cioè quanto maggiore è l'oleosità del lubrificante. È sufficiente che esso contenga una percentuale di molecole attive quanto basta per rivestire nel modo più completo le superfici radenti; ogni eccesso di tali molecole può anzi in certi casi compromettere quelle caratteristiche di stabilità e durata che sono un pregio essenziale. Infatti le sostanze più attive sono le meno chimicamente stabili; gli oli vegetali ed animali che sono attivi per tutte le loro molecole sono più facilmente soggetti ad ossidazioni e ad inrancimento che non gli oli minerali puri.

L'incorporazione di sostanze attive negli oli minerali ha per effetto di abbassare la tensione superficiale e di facilitare le proprietà di diffusione sulle superfici e di penetrazione per capillarità.

Per migliorare l'oleosità degli oli puri si usano acido oleico, acido stearico, trigliceridi, gli esteri di acidi organici, vari composti dello zolfo, etc.

Uno dei mezzi più efficaci per misure relative di oleosità è quello del rilievo sperimentale della tensione interfacciale che è estremamente sensibile permettendo di rilevare l'influenza di quantità minime di attivanti (fino a 1/100.000).

La misura della tensione interfacciale olio-acqua si può fare versando qualche goccia d'olio sulla superficie dell'acqua nell'apparecchio di misura. Se l'olio è inattivo (per es. olio di paraffina) si può misurare la concentrazione di soluzione e di conseguenza la tensione interfacciale. Se si attiva l'olio con 1 % di acido oleico si trovano valori circa metà della tensione interfacciale; con una attivazione all'1 % si ha un nuovo miglioramento della oleosità, ma meno sentito, il che dimostra che a partire da un certo grado ogni eccesso di molecole attive non porta più alcun contributo agli effetti dell'untuosità.

Il Trillat si costruì un diagramma di taratura, tracciando le curve della tensione acqua-olio in funzione del tempo per diverse concentrazioni di acido oleico nell'olio di paraffina puro, concentrazioni variabili da 1/500 a 1/100.000.

Preso uno di questi oli e posto a contatto con

alcune sfere di acciaio, sottoposto nuovamente alla misura della tensione interfacciale, avendo l'olio ceduto al metallo parte delle sue molecole attive, ne è risultata, a contatto con l'acqua, una curva diversa che, portata sul diagramma, ha permesso di determinare la nuova concentrazione. Con questo si potè determinare il numero di molecole adsorbite dal metallo, lo spessore del velo, la sezione delle molecole, etc.

Nella lubrificazione fluida il solo parametro del lubrificante è la viscosità, ma anche la oleosità esercita una influenza favorevole. Le esperienze del Trillat permettono di spiegare come l'untuosità possa recare beneficio anche in regime fluido.

Il velo lubrificante potrà così ritenersi costituito da:

- 1) una zona mediana di maggior importanza che non risente l'azione polarizzante delle pareti;
- 2) due zone adiacenti di minor spessore affiancate alla prima e costituite da strati più o meno perfettamente orientati secondo la loro minore distanza dalla corrispondente parete.

Nella zona centrale gli scorrimenti fra strato e strato sono quelli consentiti dal normale valore della viscosità e perciò il diagramma della velocità segue un andamento come se l'untuosità non avesse effetto; nelle zone laterali gli scorrimenti si effettuano lungo i piani delle porzioni inattive delle molecole e pertanto hanno valori maggiori di quelli ordinari della zona mediana, tanto maggiori quanto minore è la distanza della parete. Quindi il diagramma della velocità si deforma secondo curve di raccordo.

Abbiamo rilevato che negli epilamini le molecole sono orientate, non sono più mobili: sembrerebbe quindi che l'epilamine abbia i caratteri di un solido. La realtà è diversa perchè essa ha in effetti il carattere di un corpo a struttura lamellare: le lamelle che scivolano più facilmente sono quelle che sentono più fortemente l'azione della superficie, dove si hanno degli scivolamenti più accentuati, tali da aver fatto credere per molti anni ai ricercatori più accurati che i lubrificanti scivolassero sulla superficie.

Questa struttura assunta sotto l'azione dell'adsorbimento da parte dell'epilamine porta gli effetti seguenti:

- 1) aderenza elevatissima;
- 2) facilità di scivolamento in immediata prossimità della superficie;
- 3) resistenza al carico dello strato lamellare.

Negli epilamini così formati non si può più applicare l'ipotesi per cui i fluidi viscosi hanno la viscosità come caratteristica costante in tutte le direzioni: la viscosità è così pure il suo opposto, cioè la facilità di scorrere, sono ripartite in modo che sembra creato apposta per dare efficienza alla funzione lubrificante, derivandone di conseguenza che:

- 1) il velo permane molto di più sul posto contro le azioni disturbanti che tendono a romperlo od espellerlo;
- 2) questo velo sopporta carichi maggiori di

quelli che sarebbero attribuibili alla viscosità di quel lubrificante;

3) il velo presenta al proprio scorrimento una resistenza (attrito interno) minore di quella che sarebbe dovuta alla viscosità che per quel determinato fluido è data dal viscosimetro.

Come già segnalato, nei liquidi polari, come gli oli attivati o composti, l'influenza delle pareti altera le distribuzioni delle velocità, ed è interessante vedere come si alterano i rispettivi diagrammi.

Le velocità dei fluidi viscosi sono distribuite nell'interno del velo lubrificante — secondo quello che dimostra la teoria idrodinamica — in due soli modi possibili, cioè secondo una distribuzione

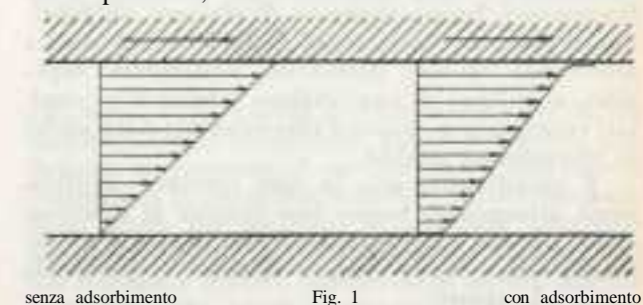


Fig. 1 senza adsorbimento con adsorbimento

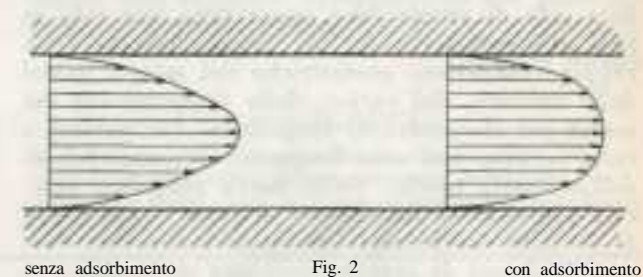


Fig. 2 senza adsorbimento con adsorbimento

triangolare se sono velocità di trascinamento e secondo una distribuzione parabolica se sono velocità di regresso. I diagrammi della distribuzione di queste velocità, quando il fluido viscoso è tale da assumere quell'orientamento che coincide con l'attivazione, si deformano secondo curve di raccordo, come si può rilevare nella fig. 1 che dà l'idea di come l'influenza delle pareti modifica la distribuzione della velocità dovuta al semplice trascinamento da parte di una superficie che striscia sull'altra, mentre nella fig. 2 si osserva che l'altra componente dei movimenti dell'olio nel gioco, cioè la velocità di espulsione, si distribuisce nel caso dell'olio polarmente inattivo secondo un diagramma parabolico e nel caso dell'olio dotato di polarità secondo una curva alquanto più tozza.

Se ne deduce quindi che l'attivazione degli oli minerali interessa tutti i regimi di lubrificazione e consente di realizzare notevoli economie di forza motrice, minor usura e più moderate temperature di funzionamento.

Se consideriamo la pratica esecuzione si deve rilevare una vera gara fra le Case meglio attrezzate ed organizzate per indovinare quell'additivo capace di rendere più intensa, più estesa e più efficace l'azione di ancoramento e di schieramento



delle molecole; a ciò si aggiunga la necessaria aspirazione sia del produttore che dell'utente ad ottenere i benefici dell'olio attivato evitando accuratamente quanto possa risultare dannoso, e cioè la possibilità di alterazioni chimiche con conseguenti ossidazioni, produzione di gommosità, di depositi, resinificazioni, etc., inoltre l'olio non deve acquistare emulsività per l'acqua per non essere da questa facilmente asportato (i ben noti oli per macchine marine hanno appunto l'inconveniente che la loro adesività al metallo è ottenuta contemporaneamente alla loro affinità per l'acqua) e non deve assolutamente agire in senso corrosivo sul metallo. Ed effettivamente lunghe esperienze di laboratorio, corroborate dalla pratica applicazione su macchine funzionanti, hanno permesso di ottenere oli lubrificanti che, in conseguenza della loro ben dosata attivazione, si sono dimostrati nettamente superiori, e in linea di applicazione tecnica e in risultati economici, a qualsiasi olio minerale puro anche di elevatissima qualità.

È quindi necessario in ogni specifica applicazione determinare norme ben definite di lubrificazione, per cui è indispensabile che le operazioni di lubrificazione siano sempre affidate a personale scelto ed esperto.

E la scelta dell'olio per la lubrificazione di una data sede di attrito deve essere fatta non solo in base alle caratteristiche di funzionamento delle coppie (condizioni geometriche del meato, valori della velocità, del carico, della temperatura) ma anche per il sistema di erogazione. Coi sistemi a tutta perdita, che sono frequenti nei macchinari dell'industria tessile, l'olio dovrà possedere spiccata attitudine a distendersi su tutta la superficie di contatto costituendosi pellicole fortemente aderenti e dotate di grande resistenza molecolare: si dovrà quindi fare affidamento sulla caratteristica di oleosità, per cui è consigliabile l'impiego di oli composti od attivati, che si addicono pure per sistemi a bagno d'olio, ad anello, a collare, a catena.

Dirette applicazioni compiute in interi reparti di stabilimenti di filatura usando speciali oli attivati, cioè oli minerali puri provenienti da grezzi di pregiata origine ed altamente raffinati a cui sono state aggiunte, con l'ausilio di opportuni trattamenti, anche minime quantità di sostanze attivanti, hanno permesso di constatare l'assoluta superiorità di comportamento nei confronti degli oli minerali puri, ottenendosi con oli fluidi una azione protettiva superiore a quella di un olio puro molto più viscoso, con una rapida e duratura distribuzione su tutta la superficie metallica da proteggere, con conseguente minor assorbimento di energia motrice, maggior conservazione dell'olio e migliore azione raffreddante. Il velo d'olio aderente al metallo diviene più resistente e tenace e nel caso che le condizioni di attrito fluido, per deficienza di lubrificante, venissero a mancare, permane tuttavia uno stato di attrito untuoso capace di ulteriormente difendere la integrità delle superfici a contatto.

Altra dote ragguardevole degli oli attivati è il rapido assorbimento dell'umidità derivante dalle condensazioni, sostituendosi a questa dove le super-

fici sono bagnate: dote da tenersi ben presente negli ambienti ad alta percentuale di umidità, quali i saloni di filatura.

Si aggiunga pure il fatto che il velo d'olio diviene tenace e consistente al punto da resistere senza rompersi anche in presenza di regimi di lavoro a base di urti continui od alternati, di contatti di strisciamento anche prolungati, di invasioni di acqua, di fronte ai quali un olio minerale puro avrebbe presentato debole resistenza.

A titolo di probatoria esemplificazione esporremo alcune particolari applicazioni compiute direttamente e in vasta scala su svariate macchine di filatura, con risultati oltremodo soddisfacenti.

**Macchine di filatura.** - Numerose macchine di preparazione alla filatura hanno parti meccaniche che per il loro funzionamento a base di urti continui, per i contatti di strisciamento, per la conformazione dei sopporti spesso anche aperti, sono soggette ad imperfette condizioni di lubrificazione, con possibilità di rottura del velo lubrificante, riuscendo solo parzialmente a trattenere l'olio.

Citiamo fra queste le pettinatrici, le macchine riunatrici, gli stiratoi in genere (intersectings, gill box, herissons) dove i cilindri laminatori e calandrieri, gli eccentrici dei settori e del comando pinze, le bussole e le spine degli apparecchi di stiro, i sopporti aperti dei cilindri di torsione e di pressione, le barrette degli aghi, i vitoni dei pettini, i gruppi differenziali hanno nettamente migliorato le loro condizioni di lavoro con l'impiego di uno speciale olio attivato avente una viscosità di 9° Engler a 50° C, per cui si è giunti sino a quadruplicare il tempo intercorrente fra due successive operazioni di lubrificazione.

Nei filatoi, siano essi continui (rings) o intermittenti (selfactings), è analogo il sistema di affinamento del filato che si compie su un laminatoio costituito da diverse coppie di cilindretti a velocità periferiche progressive. In questi apparecchi di stiro si ripetono le condizioni di alte pressioni, di basse velocità e di sfavorevole sistema di lubrificazione: l'impiego dell'olio più sopra citato ha permesso con una quantità minima di lubrificante di mantenere unti e puliti i pernetti dei rullini di stiro, distanziando notevolmente nel tempo le operazioni di lubrificazione e di ripulitura, vantaggio questo ragguardevole a tutti gli effetti, in considerazione del numero elevato di questi cilindretti e la non sempre loro agevole accessibilità.

**Carde.** - Macchine di fondamentale importanza che servono alla cardatura, che è in sostanza una operazione di raddrizzatura, parallelizzazione e sovrapposizione orientata delle fibre.

Merita particolare menzione il problema della lubrificazione del glifo che comanda il pettine, racchiuso in una scatola a bagno d'olio e che compie un lavoro a base di continui e rapidi urti con contatti di strisciamento: si rilevano sovente surriscaldamenti e battimenti interni che costringono a frequenti smontaggi che si ripercuotono sull'andamento della produzione, cosa tanto più grave in quanto l'operazione di cardatura costituisce, per

così dire, un punto di strozzamento nel processo produttivo.

L'impiego di un olio superaffinato dotato di speciale attivazione con una viscosità di 4°5 Engler a 50° C ha dato risultati brillanti, mantenendo la temperatura in limiti normali, evitando dispersione del lubrificante, con lunga durata sia della carica d'olio sia delle parti metalliche lubrificate.

**Fusi dei filatoi.** - Una interessante applicazione di olio minerale attivato è stata fatta nei fusi del tipo a bussola quando ci si è trovati in presenza di un processo di arrugginimento delle superfici interne dei fusi.

L'inconveniente è dovuto all'umidità ambiente assorbita dall'olio che è igroscopico: durante i periodi di arresto della lavorazione l'acqua assorbita si separa dall'olio e a contatto col metallo lo ossida.

Per ovviare a questo serio inconveniente si è studiato un olio assai fluido, con viscosità di circa 1°7 Engler a 50° C, speciale per fusi, convenientemente attivato, che, formando sulle superfici interne del fuso un velo oleoso resistentissimo, impedisce la condensazione dell'acqua sulle pareti stesse prevenendo la formazione della ruggine, risparmiando così frequenti e costose manutenzioni.

Questa nostra pur schematica trattazione ci permette di concludere con una affermazione che non dovrebbe avere bisogno di dimostrazione e cioè che una lubrificazione veramente razionale è un problema di primo piano, che investe in pieno il concetto di rendimento: rendimento meccanico di ogni congegno e rendimento economico di tutto un complesso industriale. Perno basilare su cui poggia la lubrificazione razionale è quello che si riferisce

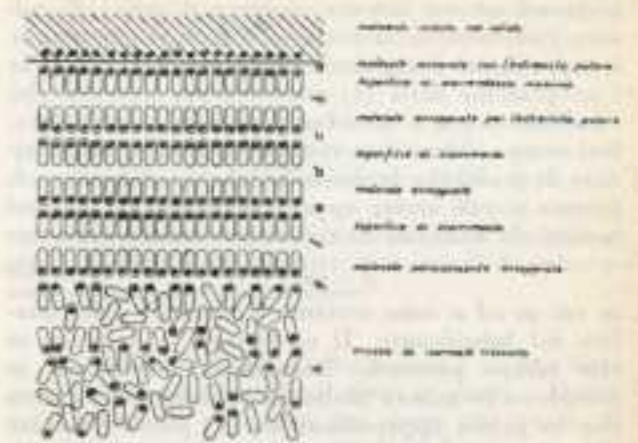


Fig. 3

alla scelta della qualità del lubrificante per la sua origine e la sua raffinatezza, per la sua giusta gradazione in rapporto al servizio che è chiamato a compiere e in particolar modo per la sua composizione anche nei confronti di una sua eventuale esatta attivazione, che lo renda atto a resistere alle più svariate e gravose condizioni di lavoro, unendo la inalterabilità e la lunga durata del mezzo lubrificante alla migliore conservazione dei materiali metallici a diretto contatto.

Gherardo Filippa

#### BIBLIOGRAFIA

- A. CAPOCACCIA, *Meccanica applicata alle macchine*.  
 ARCHBUTT and DEELEY, *Lubrication and lubricant*.  
 A. SERRA, *Stato fisico e comportamento del lubrificante in opera*.

## C. Teoria sulla lubrificazione Sulla produzione di calore nella lubrificazione

Si pone il problema del calcolo della produzione di calore per attrito negli strati di olio lubrificante e si espongono brevemente i risultati di alcuni studi recenti sull'argomento.

L'energia meccanica dissipata per attrito negli strati di olio lubrificante compresi fra i perni in rotazione ed i loro sopporti si trasforma in calore che passa per conduzione alle superfici metalliche che limitano gli strati stessi. Nei sistemi di lubrificazione forzata essa è anche trasferita all'esterno per rinnovamento e successiva refrigerazione del medesimo olio.

Il fenomeno dipende dai coefficienti di viscosità dinamica e di conduzione termica del mezzo lubrificante e dalla velocità di rotazione del perno e provoca un gradiente radiale di temperatura che modifica i predetti coefficienti. Nel lubrificante tende a stabilirsi in condizioni stazionarie di regime cinematico e termico un valore massimo di temperatura che pone un limite alla stessa possibilità della lubrificazione.

Il velo lubrificante ha spessore così piccolo ri-

spetto al raggio del perno che si può d'ordinario trascurare l'effetto della curvatura.

Una trattazione analitica del fenomeno si può pertanto impostare nel seguente modo. Si indichino rispettivamente con  $w$ ,  $t$ ,  $\mu$ ,  $\lambda$  la velocità di trascinamento, la temperatura ed i coefficienti di viscosità dinamica e di conduzione termica del mezzo lubrificante alla distanza generica  $y$  dalla superficie del cuscinetto.

Esprimendo che nello straterello di spessore  $dy$  il lavoro compiuto nell'unità di tempo dalla tensione tangenziale  $\mu w \frac{\partial w}{\partial y}$  e trasformato in energia termica corrisponde alla differenza fra il calore che esce e quello che entra per conduzione nello strato stesso si ha subito:

$$\frac{\partial}{\partial y} \left( \mu w \frac{\partial w}{\partial y} \right) = -\lambda \frac{\partial t}{\partial y} \quad (1)$$

equazione in cui si è supposto di adottare per tutte