

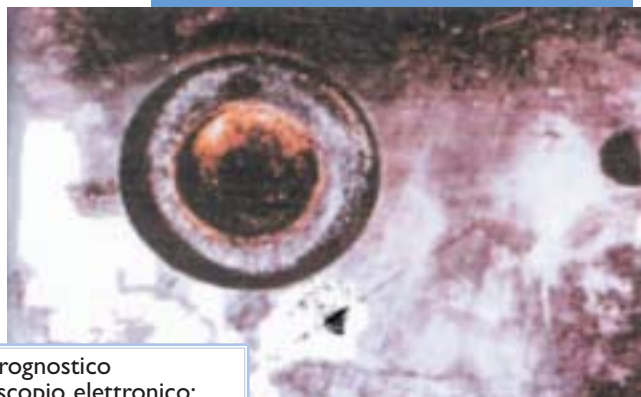
LA TRIBOLOGIA E GLI IMPIANTI

Da oltre un decennio la metodica di analisi dell'olio, finalizzata alla prevenzione del danno meccanico, oltre che alla valutazione delle condizioni del fluido rappresenta un utile strumento di indagine predittiva

L'intera industria moderna poggia su un film di olio non più spesso di 10 micron, paragonabile, grosso modo, al diametro di un globulo rosso umano. Quando questa protezione fluida viene a mancare, si generano inevitabilmente fenomeni di attrito e di usura, destinati in breve a determinare un danno. Da oltre un decennio la metodica di analisi dell'olio, finalizzata alla prevenzione del danno meccanico, oltre che alla valutazione delle condizioni del fluido, rappresenta un utile strumento di indagine predittiva. L'esperienza ci insegna che una macchina, indipendentemente dalle sue dimensioni, durante il suo funzionamento invia dei messaggi, talvolta evidenti; sovente deboli, o difficilmente riconoscibili, per chi non disponga delle opportune apparecchiature di rilevazione. Semplicemente osservando una macchina lavorare nel suo ambiente, valutando le condizioni di funzionamento, la sua posizione, lo stato di pulizia, la presenza o meno di trafiletti di olio, l'efficienza dei filtri in aspirazione e quant'altro, si è in grado di comprendere la cura con cui si provvede alle operazioni di routine. Nell'impostare un valido programma di manutenzione predittiva, occorre procedere per gradi nel valutare i successivi livelli di affidabilità del sistema: termografie, performance test, analisi tribologiche dei lubrificanti, analisi vibrazionali o di spettro. La finalità di questo tipo di osservazione è di monitorare la lubrificazione residua della carica di olio, allo scopo di stabilire l'efficienza e l'affidabilità della macchina.

PRINCIPI DELLA TECNICA DIAGNOSTICA

Tra le diverse tecniche diagnostiche messe a punto per prevenire il danno, una delle più precoci e affidabili, fin dalle fasi iniziali di esercizio della macchina, è sicuramente quella relativa all'analisi tribologica dell'olio circolante. Il principio chimico-fisico su cui si basa trova una sua spiegazione nei presupposti della tribologia; in un sistema meccanico, le singole componenti in movimento interagiscono



Esame prognostico al microscopio elettronico: bronzina di un motore diesel soggetto a usura e corrosione chimica (dislocazione submolecolare).

scono fra loro e, a causa dell'attrito, generano particolato metallico, di dimensioni, grosso modo, pro-

porzionali al carico/sforzo applicato. Il lubrificante in circolo provvede alla rimozione di queste particelle contaminanti, che vengono successivamente trasportate in ogni parte della macchina (cuscinetti, ingranaggi, pistoni, filtri, ecc). Si passa quindi da una ingente produzione di elementi submicronici metallorganici in situazione di rodaggio e di assestamento, alla formazione di schegge o corpuscoli, le cui dimensioni possono superare anche i 20 micron, limite convenzionalmente accettato per indicare l'inizio di un comportamento anomalo.

Per valutare il variare di un determinato parametro, in funzione del tempo di accensione della macchina, bisogna osservare il trend di funzionamento, oltre che i valori ponderali assoluti, relativamente a determinati metalli guida. L'andamento di certi elementi, quali principalmente ferro, poi rame, stagno, grafite, ecc., espresso non soltanto come incremento volumico o massico, ma anche come dimensioni e forma del particolato, fornisce una vera e propria cronologia del fenomeno esaminato, senza dover procedere a onerosi e, spesso, difficoltosi smontaggi. Per esempio, nel caso di un compressore alternativo destinato all'azoto, è possibile registrare una contaminazione dell'olio ad opera di grafite e metallo

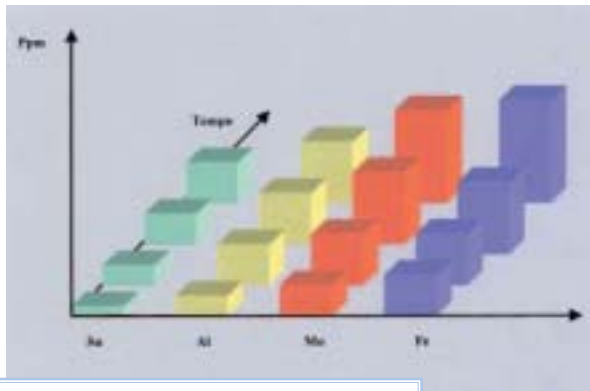


Fessurazione superficiale di una testa di biella causata da cattiva lubrificazione e surriscaldamento.

bianco. Quando queste concentrazioni superano determinati valori di soglia, allora significa che si è in presenza di un probabile danneggiamento delle bronzine e dei labirinti di tenuta (forte consumo degli anelli di tenuta in grafite, usura precoce degli anelli raschiaolio, danneggiamento cuscinetti del piede e testa di biella). In queste situazioni, una corretta attuazione della tempistica degli interventi ispettivi, a seguito dei controlli tribologici, può consentire ai tecnici di

ciclici, ma occorre rivolgere l'attenzione verso una logica di indagine predittiva, configurando che questa possa evitare l'insorgere di costosi danni durante l'esercizio, con conseguenti prolissi lavori di riparazione. Un buon progetto di monitoraggio preventivo deve basarsi, innanzitutto, sulla valutazione di alcuni parametri essenziali di funzionamento e sulla rilevazione di specifiche manifestazioni di sintomi, in grado di preannunciare l'imminenza di un guasto. Tra i target a cui deve mirare un corretto programma di manutenzione predittiva su condizione, o prognostica come viene sempre più spesso chiamata questa disciplina, alcuni sono relativamente semplici da raggiungere, come per esempio, la creazione di un archivio 'macchine e oli', al fine di schedulare per tempo i cicli di intervento, evitando le più comuni cause

Evoluzione delle dimensioni (in micron) delle particelle da usura e concentrazione in funzione del tempo.



Andamento dei principali parametri metallici in un compressore, poco prima di una grave anomalia meccanica.

intervenire con un fermo programmato, avendo a disposizione i componenti di ricambio necessari, evitando così ulteriori conseguenze sulla linea di produzione.

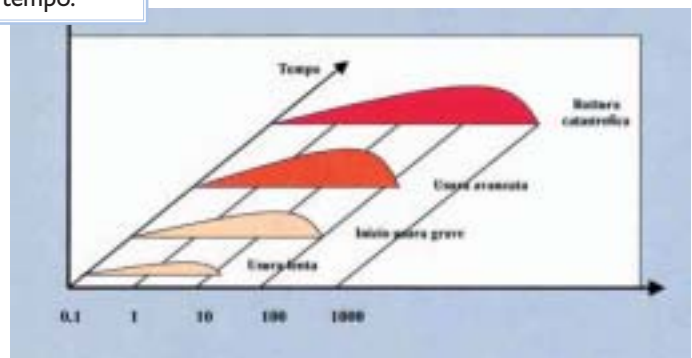
PROGETTO DI MONITORAGGIO PREVENTIVO

Per pianificare gli interventi tecnici di manutenzione di una macchina non è più sufficiente operare attraverso la semplice attuazione degli interventi

Non tutte le tipologie di meccanismo si comportano omogeneamente, per quanto riguarda la rappresentatività del campione. I grossi riduttori, ad esempio, che sono lubrificati con oli molto viscosi, che lavorano a sbattimento, sono difficili da gestire, sotto questo punto di vista. Infatti, talvolta, le particelle più cospicue, fondamentali per segnalare all'analista in laboratorio l'insorgere della anomalia, sfuggono in fase di prelievo e il dato finale può risultare falsato. Nasce da qui l'esigenza di rendere complementari le diverse forme di indagine, affidandosi ora all'una, ora all'altra, secondo uno schema di intervento coerente.

PROCEDURE DI INTERVENTO

Nell'ambito della moderna manutenzione, l'olio di lubrificazione non viene più considerato come fluido a perdere, pur trattandosi di prodotti a basso valore intrinseco, ma un elemento essenziale del sistema macchina.



di anomalia. Una volta codificati tutti i componenti e i meccanismi più critici, il sistema macchina

sarà oggetto di un controllo continuativo e di eventuali reintegri di lubrificante, evitando errori o scambi di prodotto (con particolare riguardo a additivi minerali e sintetici).

Nel caso di macchine strategiche, che operano a ciclo continuo, sarà opportuno provvedere a installare dei punti di prelievo per il campionamento olio e dei sensori vibrazionali, per il monitoraggio on line dei principali parametri di esercizio. Naturalmente, questa fase implica una conoscenza storica delle macchine su cui si opera, per essere certi di individuare i punti focali del sistema.

Talvolta, gli oli sono destinati a essere mantenuti in servizio addirittura per decine di anni: si pensi, ad esempio, al caso di grossi gruppi turbina a vapore per la produzione di energia elettrica. Per poter valutare il degrado dei principi attivi del fluido lubrificante e delle trasformazioni chimico-fisiche avvenute, occorre eseguire pacchetti di analisi mirate; infatti, il semplice sfregamento di una goccia d'olio tra i polpastrelli non è più sufficiente, per valutare la bontà del prodotto. Quindi, diventa necessario implementare le procedure Astm (punto di infiammabilità, punto di scorrimento, viscosità), di derivazione della chimica classica, con metodiche empiriche (Ftir, ferrografia, ecc.), frutto di esperienze storiche. Il

risultato viene condensato in un rapporto di analisi tribologiche, mirato alla ponderazione dell'usura (quali e quanti metalli, con particelle di dimensione e forma) e della vita, o lubricità residua, indice di viscosità, numero di neutralizzazione e così via.

Questo tipo di diagnosi rappresenta lo strumento ideale tramite le diverse emergenze analitiche, esame dell'olio, test vibrazioni, termografia, ricavate sia on line, sia mediante interventi spot, per rivelare al manutentore l'andamento dello stato di salute del sistema macchina.

Come si è detto, in ordine di precocità le analisi olio risultano le più tempestive, per allertare i tecnici riguardo ad alcuni dei più comuni malfunzionamenti. Da molti anni i manutentori provvedono ad effettuare ispezioni periodiche, mediante strumentazione Spm, sugli spettri dei cuscinetti delle macchine più critiche. Pertanto risulta molto semplice implementare questo livello di conoscenza con ulteriori approfonditi esami tribologici sugli oli lubrificanti. Tuttavia, per poter lavorare in maniera adeguata, è necessario attuare un programma di indagine che deve essere basato su procedure di campionamento, costruite ad hoc. Tali procedure e specifiche di intervento trovano proprio nell'operazione di prelievo del fluido il loro punto critico, per ottenere informazioni attendibili dal meccanismo esaminato. Infatti, per redigere un rapporto mirato ad ottenere il massimo dei risultati, bisogna individuare prima di tutto in quale punto del circuito di lubrificazione sia meglio posizionare il sensore di rilevamento, o effettuare il prelievo del campione. Prendiamo, per esempio, il caso di un cuscinetto reggispinta di una macchina per l'estrusione della plastica, in cui il meccanismo viene sottoposto a un notevole affaticamento, a causa della disomogeneità dei materiali plastici impiegati e delle variazioni del carico di lavoro. Il punto nodale del processo di indagine sta proprio nell'individuare il punto di prelievo, subito a valle del cuscinetto, per essere sicuri di catturare le particelle di grandi dimensioni, che eventualmente si fossero formate.