



Dipartimento di
Ingegneria Industriale



Corso Master Executive
**Gestione della Manutenzione
Industriale**

**SISTEMI PER LA
DIAGNOSTICA
MANUTENTIVA:**

**CARATTERISTICHE,
FUNZIONALITÀ E CAMPI DI
IMPIEGO DELLE ANALISI OLI
LUBRIFICANTI**

MeTIM

Dalmine, 16/03/2007

Sviluppato da:



Mecoil D. M. srl – Via del Salviatino, 6 – 50137 FIRENZE – 055.6120486 - www.mecoil.net

Premessa

Se le **aspettative di vita** dell'uomo (nei paesi sviluppati) sono quasi raddoppiate nel corso dell'ultimo secolo, la causa è da ricercarsi nei progressi della medicina, intesa come prevenzione e cura delle malattie in fase precoce.

NUOVE ASPETTATIVE DI VITA



Nel corso dell'ultimo secolo le aspettative di vita dell'uomo sono più che raddoppiate



Questo soprattutto grazie ai progressi svolti dalla medicina nel campo della

PREVENZIONE



Università di Ingegneria e Architettura **MIP** Master in Ingegneria e Architettura

2


In antico era viceversa la **chirurgia più invasiva** quella che riceveva le maggiori attenzioni (e grandi successi in termini economici) da parte del pubblico; la capacità di prolungare gli interventi, rendendoli sempre più “radicali” immaginando un'epoca in cui si sarebbe potuto ricorrere alla sostituzione *ad libitum* di parti usurate veniva vissuta come la vera frontiera della ricerca.

In realtà i miglioramenti più sostanziali nelle condizioni di vita umana sono stati raggiunti grazie a percorsi meno appariscenti. L'igiene personale (conseguenza diretta della disponibilità di acqua corrente potabile) e soprattutto la banale pulizia dei denti, hanno portato a successi clamorosi, nel debellare forme croniche di infezione.

La cura quotidiana dei denti previene la formazione di depositi batterici, precursori di precipitati duri (tartaro) che facilitano gengiviti e carie. La conseguenza della perdita di alcuni denti (a seguito dei casi più gravi di piorrea) porta ad una masticazione incompleta del cibo, con conseguenze anche gravi a livello del successivo tratto gastro-enterico.

LA CHIRURGIA

In antico era proprio la **CHIRURGIA** invasiva che riceveva le maggiori **aspettative** da parte del pubblico



Università di Ingegneria e Architettura **MIP** Master in Ingegneria e Architettura

Lezione di anatomia - REMBRANDT. F:1632

3

L'eventuale infezione da germi anaerobi può dar luogo ad un ascesso (semplicemente un dolore fastidioso in questa fase) che se a lungo trascurato può innescare un fenomeno infiammatorio più vasto dal nome di Reuma, con talora gravi ripercussioni a livello del cuore.

Tale concatenazione di eventi può in alcuni casi sfuggire, e grazie a "rimedi palliativi" far pensare erroneamente che il fenomeno sia stato arginato o risolto, senza andare alla causa prima del problema.

Ecco che a supporto della medicina tradizionale, sin dagli anni '50 prende diffusione la Diagnostica clinica, la quale, mediante controlli sul sangue, prelevato con sistemi poco invasivi, riesce a dare un quadro realistico delle condizioni di salute di un individuo.

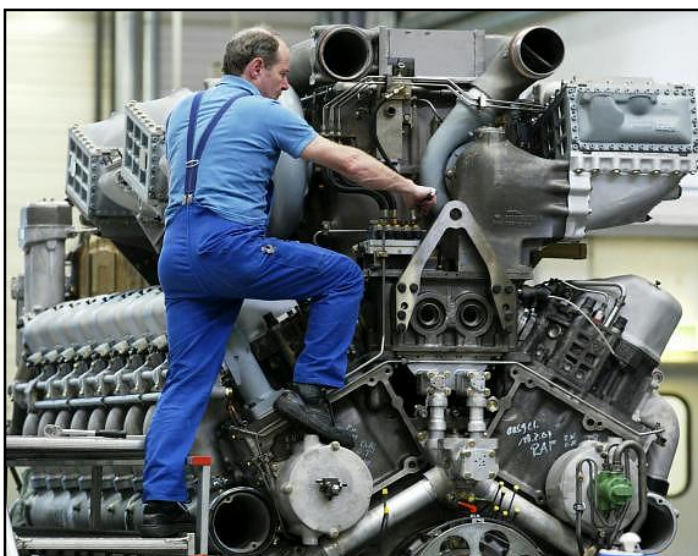
Nel caso menzionato di un ascesso dentale in fase acuta, l'esame della VES (ovvero del tempo di sedimentazione della parte corpuscolata del sangue) mi indicherebbe dei valori certamente alterati. Un esame generico (mi indica semplicemente uno "stato infiammatorio") e molto economico ma che, assieme alla sensazione di fastidio del paziente, è capace di indirizzare il medico verso la terapia più adeguata per circoscrivere la zona colpita.

Se necessario ricorrere ad accertamenti più approfonditi, si procederà con Ecografie (ove applicabili) o Radiografie delle parti da controllare.

Parallelo con il mondo industriale

Nel caso delle macchine di cui dobbiamo garantire l'integrità, sia come valore (cospite) in quanto *assets*, ma soprattutto come elementi produttivi essenziali per un ciclo continuo, cercherò di applicare dei sistemi diagnostici che hanno una forte corrispondenza con i temi precedentemente affrontati.

Anche qui siamo passati dall'assunto che "smontare è bello" perché ce lo chiedeva il



Fonte Daimler-Crysler

manuale d'uso, o l'esperienza di altri che avevano svolto le nostre stesse mansioni in un contesto analogo, al concetto della "prevedibilità" dell'evento dannoso.

Del resto nei sistemi meccanici (diversamente dai contesti biologici) il concetto di conservazione dell'integrità operativa, in pratica dell'Automanutenzione, non è ancora una realtà praticabile, se non in alcuni particolari software.

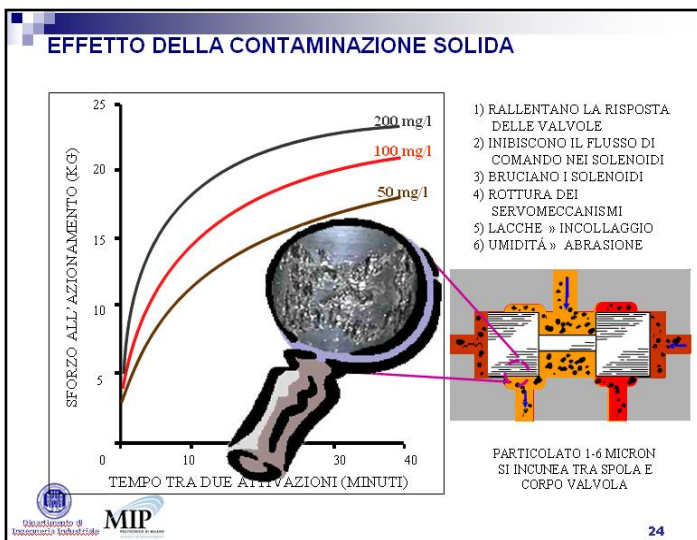
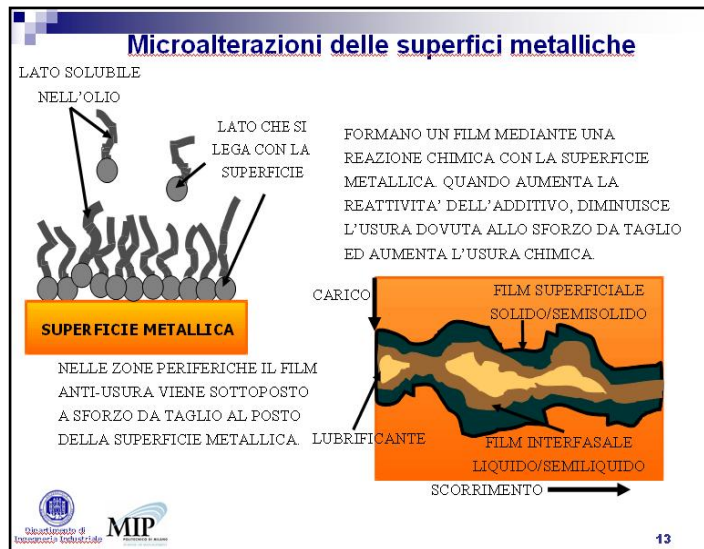
Nel caso di apparati lubrificati (od oleodinamici) dall'esame per

confronto di una goccia di olio usato, contro una di olio nuovo, è possibile ricavare sostanziali informazioni sull'affidabilità del sistema.

E tutto ciò grazie agli incredibili sviluppi della tecnologia, che ha saputo orientare verso una nicchia molto specialistica strumentazioni generiche, nate in un primo momento per monitorare parametri chimico-fisici del fluido nuovo.

Si è così scoperto che i precursori del danno nelle trasmissioni di potenza sono da ricercare in **microalterazioni delle superfici metalliche**, dovute al cedimento del film di additivi antiusura. La sola cementazione non può resistere ai carichi gravosi dei meccanismi più sollecitati.

Anche le fuliggini o “nerofumo” sono un normale sottoprodotto della combustione nei diesel; esse filtrano attraverso tenute imperfette (*blow-by*) nella parte bassa del motore.



All'origine si tratta di particelle carboniose (simili alla grafite) di dimensioni inferiori al micron, e come tali non dannose, possono anzi, contribuire alla lubrificazione. Tuttavia se presenti in quantità eccessiva, tendono a legarsi con le parti degradate del lubrificante e quando le temperature di esercizio sono eccessivamente alte, magari in presenza di tracce di umidità, tendono ad agglomerarsi, **formando dei precipitati abrasivi** di grandi

dimensioni, responsabili di fenomeni di usura.

Ne risultano ostruzioni di passaggi, irrigidimento dei segmenti con blocco degli stessi nelle sedi dei pistoni (e conseguente ulteriore incremento del blow-by), mentre le parti metalliche più calde tendono a rivestirsi di una pellicola ambrata (lacche o *varnishes*) che compromette giochi e tenute assiali.

Parte di queste fuliggini fuoriesce nell'ambiente esterno attraverso lo scarico, e contribuisce in modo preponderante alla popolazione delle dannose “p.m.10”.

Il parallelo con la medicina e la diagnostica clinica è assai evidente; particelle che di per sé risultano innocue possono, nel caso sfuggano al controllo, aggregarsi fino a



formare dei veri e propri “intoppi” alla corretta circolazione dell’olio, danneggiando punterie e bronzine.

Qualcosa di analogo accade anche negli oli turbina, di per sé prodotti molto evoluti, nati da basi di ottima qualità e dotati di additivi che li rendono idonei all’esercizio prolungato in condizioni di medio stress.

Quando dalle turbine a vapore (macchine grandi, con enormi volumi di olio in gioco, in cui la T°C di esercizio del lubrificante è sempre stata molto bassa, ed il cui scopo principale consisteva nel lubrificare, sostenendo per un principio idrodinamico i cuscini) si è passati all’impiego sempre più frequente nelle Turbogas, si è constatato come non tutti i prodotti avessero le stesse *performance*.

Anche qui vale il discorso che molti produttori di energia hanno dovuto attendere il compiersi di un determinato ciclo temporale, per poi procedere allo smontaggio di parti calde, e constatare che alcuni micro- o macroscopici danneggiamenti erano il frutto della precipitazione (**sottoforma di lacche**) di alcune frazioni denaturate del lubrificante. La condizione di lubrificazione idrodinamica risulta imprescindibile in simili condizioni di temperatura e di velocità reciproche tra componenti; anche una minima perturbazione di tale situazione (per non parlare della parziale o totale ostruzione di ugelli) può compromettere l’operatività dell’intera macchina.

Ecco che i “normali” esami che valevano per le Turbovapore di un tempo, in cui la presenza di grandi volumi di acqua (per condensa del vapore stesso, a causa di tenute imperfette) era il pericolo principale, ma da cui mi cautelavo controllando la Demulsività dell’olio, sono superati nella gestione predittiva delle Turbogas.

Oggi anziché attendere che si depositino sul fondo del serbatoio, innescando inevitabili fenomeni ossidativi, diversi cm di acqua, posso determinarne la quantità



presente, fino a pochi ppm nell'olio (metodo Karl-Fischer) in circolo ed arginarne i trafileggi, controllando il ΔP delle tenute.

Nel determinare lo Schiumeggiamento (secondo ASTM-D892) mi confronto con una "fotografia" dell'attuale stato di un fluido, piuttosto che con la percezione dell'evoluzione del degrado dello stesso. Anche perché l'intrinseca volatilità della metodica lo rende molto poco riproducibile. Tanto vale osservare il reale battente di schiuma che si forma in certi passaggi e prenderne atto, intervenendo con le adeguate azioni correttive.

Il solo colore dell'olio purtroppo (una percezione talvolta molto stimolante, ma soggettiva) non può ritenersi un esame significativo, a meno che non si operi in condizioni controllate (vedi ASTM-D1500).

SPETTROMETRIA ALL'INFRAROSSO

Con lo spettrometro FT-IR viene determinato lo spettro di assorbimento della luce infrarossa caratteristico dell'olio in esame.



Lo spettro viene analizzato con metodi matematici (messi a punto dall'ente militare statunitense JOAP), ricavando informazioni sulla condizione chimica dell'olio usato, e sulla sua vita utile.

AFFIDABILE, RAPIDA ED ECONOMICA

MIP

28

Più affidabile (rapida ed economica) l'analisi spettrometrica **FTIR in Infrarosso**, che esegue una scansione multiparametrica di quelli che sono i legami molecolari specifici dell'olio nuovo e periodicamente li confronta con il prodotto usato.

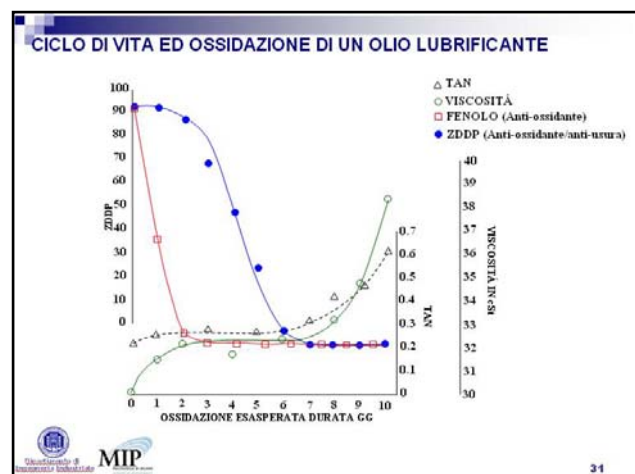
Ne scaturisce un trend, che in particolare per quanto concerne l'Ossidazione, riesce ad estrapolare quelle che sono le reali aspettative di vita di quella determinata carica di lubrificante.

Nel caso che qualcosa cominci ad alterarsi si può osservare il correlato comportamento del **T.A.N.** e magari effettuare una microfiltrazione su membrana, per dosare quantitativamente la presenza di eventuali precursori delle lacche già menzionate.

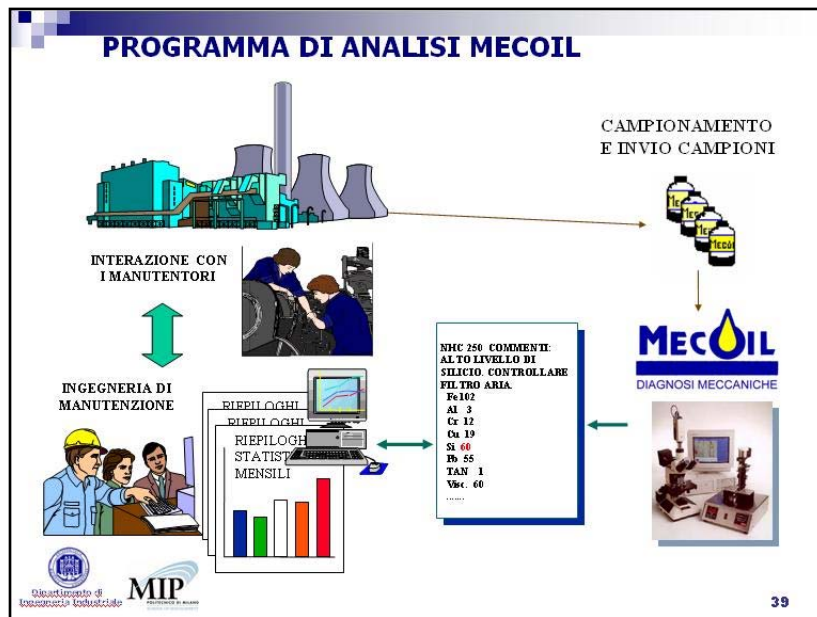
Anche qui le analisi sono diventate "facili" cioè consentono di ottenere risposte celeri, economiche ed esaustive, senza dover manipolare grandi volumi di campione per lunghi periodi.

Un contributo sostanziale al prolungamento delle aspettative di vita delle macchine, attraverso l'incremento delle ore di esercizio delle cariche, grazie alla rimozione dei contaminanti, si è avuto dall'introduzione di sistemi di

filtrazione spinta (comunemente definiti "dialisi" mutuando di nuovo la terminologia dalla medicina) con circolazione off-line dell'olio. I traguardi raggiunti, in termini di pulizia dei sistemi e sicurezza operativa, sono proporzionali agli investimenti in prodotti idonei ad operare per lunghi periodi, con piccoli volumi continui, allo scopo di "flussare" il lubrificante, ripristinandone le condizioni più idonee.



Conclusioni



Nei settori Energetico e Manifatturiero si fa sempre più ricorso a programmi di **Analisi Olio a scopo Predittivo** (quasi un'integrazione a preesistenti polizze assicurative), per salvaguardare in primis l'integrità delle macchine, senza dimenticare che la corretta gestione delle cariche può portare ad incredibili benefici di carattere economico ed ambientale.

La nostra è stata una semplice chiacchierata su temi stimolanti, senza la pretesa di avere esaurito l'argomento. Restiamo a disposizione per tutte le ulteriori eventuali spiegazioni in merito, invitandoVi a visitare il nostro spazio www.mecoil.net,

Giuseppe P. Adriani
Amministratore di Mecoil D. Meccaniche Srl

A tutte le “**parole chiave**” riportate in blu, corrisponde una diapositiva esplicativa.

Per: MeTim-Dalmine 16 Marzo, 2007