

Nitrazione dell'olio lubrificante

In motori a gas naturale



Energy lives here™

La nitrazione è un fenomeno indesiderato il quale indica che l'olio nei motori alimentati a gas naturale sta diventando saturo di composti di ossido d'azoto solubili e/o insolubili.

La reazione dell'azoto con l'olio base dà origine a due tipi di composti di azoto: i nitrati organici e i nitrocomposti. Questi non rientrano nella categoria dei sotto-prodotti dell'ossigeno che conducono all'ossidazione dell'olio, la quale è un'altra forma di degradazione dell'olio.

I nitrati organici sono composti per la maggior parte da gas di motori ad olio usati. L'olio schizza sulle pareti del cilindro, il quale viene ripulito dai composti spazzandoli verso il basso nel basamento, dove giocano un ruolo importante nella formazione di morchie e lacche. I nitrati organici sono solubili nell'olio fino al raggiungimento del livello di saturazione. Una volta raggiunto tale livello, i nitrati fuoriescono per poi formare depositi di colore variabile dall'ambra al marrone attorno al gruppo valvola e bilanciere, e sui mantelli del pistone. Questi depositi causano anche l'inceppamento degli anelli raschiaolio, l'aumento del consumo di olio e la riduzione della vita utile del filtro.

I nitrocomposti nascono da diverse condizioni: trafiletti dei pistoni causati da fasce di tenuta inceppate, usurate o rotte; canne usurate o rigate; penetrazione dei gas di scarico nell'olio per l'elevata usura dei guidavalvola o l'inadeguata sede della valvola. Tra le altre cause figurano: perdite dalle guarnizioni del turbocompressore, schemi critici di accensione e combustione del motore, o eccessiva durata in servizio dell'olio.

Una concentrazione di nitrocomposti più elevata del previsto implica la presenza nell'olio di gas di ossido d'azoto che non hanno reagito. Questi gas renderanno l'olio eccessivamente denso e causeranno la formazione prematura di morchie e lacche, di colore rossastro presenti sui mantelli dei pistoni nelle scanalature delle fasce di tenuta inferiori e negli anelli raschiaolio.

Cause di nitrazione

Esiste una correlazione tra il livello di nitrazione di un olio per motori a gas e una **combinazione** di condizioni di esercizio, quali rapporto aria/combustibile, carico del motore e temperature dell'olio. Nei grafici 1, 2, 3 e 4 sono indicati gli effetti di questi fattori sulla nitrazione.

Gli ossidi di azoto formati durante la combustione sono influenzati anche dalle condizioni dell'aria circostante, dalla fasatura di accensione e dalla temperatura di combustione finale. Prove sul campo hanno dimostrato che la nitrazione aumenta quando le temperature dell'aria nell'ambiente circostante aumentano e/o i carichi sono più elevati. Sebbene non abbiamo dati precisi relativi al grado in cui la fasatura di accensione va ad incidere sulla nitrazione, esistono chiare indicazioni che dimostrano che si tratta di uno dei fattori più importanti

Tra tutte le condizioni meccaniche che influiscono sul livello di nitrazione, tre sono particolarmente importanti: **il tasso di accumulo di olio** sul basamento, insufficiente tenuta delle guarnizioni e ventilazione del basamento. Sebbene il solo accumulo di olio non incida sulla nitrazione, la diluizione di nuovo olio e la rimozione di olio nitrato attraverso le perdite modifica la velocità a cui l'olio del basamento si combina con gli ossidi di azoto e si deteriora. Più alta è la velocità di accumulo dell'olio in un motore, più lenta sarà la velocità di deterioramento dell'olio. Il trafiletto di gas di combustione nel basamento comporta un maggiore accumulo di nitrocomposti nell'olio. In caso di insufficiente **tenuta delle guarnizioni**, l'olio maggiormente nitrato tornerà nel basamento invece di fuoriuscire attraverso lo scarico.

Le prove sui motori in laboratorio hanno mostrato una correlazione tra la **ventilazione ridotta del basamento** e il deterioramento dell'olio. Questo sembra indicare che i nitrocomposti presenti nell'olio possano essere rimossi più rapidamente quando la ventilazione del basamento migliora, riducendo così il deterioramento.

Nitrazione dell'olio lubrificante

Tipi di degradazione

Motori a gas a quattro cicli: I nitrati organici si decompongono più rapidamente a temperature superiori ai 150°C e rappresentano la causa principale del deterioramento dell'olio in motori a gas a quattro cicli a bassa velocità (al di sotto di 700 giri/ min.), ciò in quanto generalmente le pareti dei cilindri si trovano al di sotto di 160°C, anche in impianti raffreddati in ebollizione. Quando le temperature delle pareti dei cilindri superano i 160°C, le temperature più elevate favoriscono l'ossidazione dell'olio, rappresentando la principale causa del deterioramento dell'olio in motori a gas a quattro cicli, ad alta velocità e di piccole dimensioni.

Motori a gas a due cicli: L'ossidazione è la causa principale del deterioramento nei motori a due cicli con impianti separati di lubrificazione dei cilindri di alimentazione. I prodotti nitrati vengono evacuati dagli scarichi, evitando così la contaminazione del carico del basamento. Tuttavia, la presenza di nitrazione anche moderata in queste unità è una chiara indicazione che l'eccessivo olio presente sui cilindri viene raschiato verso il basamento.

Rilevamento

L'ispezione visiva dell'area del gruppo valvola e bilanciere e del mantello del pistone del motore rivelerà depositi di colore variabile dall'ambra al marrone che indicano la presenza di nitrazione. La nitrazione causerà anche l'inzeppamento delle fasce raschiaolio e la formazione di morchia nel basamento.

Gli indicatori di prestazione, quali il consumo eccessivo di olio e la vita più breve dei filtri, possono rappresentare un chiaro segno di nitrazione all'interno del motore.

L'assorbimento infrarosso, comunemente conosciuto come scansione a infrarossi, è un metodo rapido, qualitativamente accurato di analisi differenziale che determina le variazioni chimiche intrinseche nell'olio usato, nonché la quantità e la natura dei contaminanti. Con questo metodo, un campione di lubrificante usato viene confrontato con un campione di riferimento di olio nuovo. Vengono fatti passare dei raggi infrarossi attraverso cellule di 0,1 mm di spessore contenenti i campioni. Viene poi registrata la netta differenza nella composizione chimica. Il programma di analisi degli oli Mobil ServSM Lubricant Analysis prevede l'uso di assorbimento infrarosso per determinare i livelli di contaminazione della nitrazione prendendo in esame tendenze e cambi repentini. Nella Tabella 1 sono mostrate le condizioni del motore insoddisfacenti che possono essere causate dalla nitrazione e dai nitrocomposti, come rilevato mediante l'analisi dei lubrificanti Mobil ServSM Lubricant Analysis.

Risoluzione dei problemi

Di seguito è riportata una guida generica per la risoluzione dei problemi per diverse condizioni di nitrazione.

Nitrazione: Controllare la tendenza arrivando al valore non idoneo. Se il valore è il risultato di un aumento graduale, la causa potrebbe essere:

- la miscela della combustione, che può essere migliorata regolando il rapporto aria/combustibile;
- temperature dell'olio leggermente basse;
- problemi minori di accensione, quali candele, cablaggio o fasatura.

Gli aumenti rapidi dei valori di nitrazione sono causati dagli stessi problemi indicati in precedenza, ma a un livello più grave. Sui motori a due cicli, controllare l'eventuale presenza di tassi eccessivi di alimentazione dell'olio del cilindro di alimentazione.

Tendenza della nitrazione: Indica incorretta accensione e combustione, che possono essere causate da:

- Rapporti aria/combustibile sfavorevoli
- Distribuzione di combustibile/aria irregolare
- Pessimo lavaggio del motore
- Detonazione o pre-accensione
- Squilibri di carico e pressione di accensione
- Accensione difettosa, fasatura di accensione inadeguata, candele guaste
- Trafilamenti elevati
- Perdite dalle valvole del carburante
- Alta pressione di combustione
- Sovraccarico del motore; guasto all'impianto di raffreddamento
- Basse temperature dell'olio
- Eccessiva raschiatura dell'olio nei cilindri (due cicli)

Nitrocomposti: Controllare le ore passate dalla revisione; i valori tendono ad essere più alti dopo la revisione. Sebbene questi valori non penalizzeranno l'olio, indicano problemi operativi. Le possibili cause possono essere:

- Trafilamenti dei pistoni o perdite dalle guarnizioni del turbocompressore
- Tassi eccessivi di alimentazione dell'olio del cilindro di alimentazione (motori a due cicli)



Nitrazione dell'olio lubrificante

Correzione del problema

Le prove in laboratorio e le analisi con campioni sul campo mostrano che gli oli dei motori a gas diventano non idonei al servizio quando la concentrazione di nitrati organici si avvicina al 5%. Quantità eccessive di nitrati organici fungono da agenti ossidanti che accelerano rapidamente l'ossidazione dell'olio. L'accumulo costante di prodotti della nitrazione deteriorerà l'olio.

Controllare il rapporto aria/combustibile: La quantità di nitrazione potrebbe essere mantenuta bassa se il livello di ossigeno nello scarico si trova al di fuori dell'intervallo compreso tra lo 0,5% e il 4,5%, con la nitrazione che raggiunge un picco di ossigeno del 3,3%.

Temperatura dell'olio: Sembra che la riduzione della temperatura dell'olio da 65°C a 58°C aumenti notevolmente la nitrazione. Ciò può essere causato dall'effetto riscaldante del film lubrificante esposto alla fissazione dell'azoto.

Le temperature dell'olio del motore non devono scendere al di sotto dei 65°C, e preferibilmente al di sopra di 70°C, se la nitrazione organica deve rimanere a livelli moderati.

I nitrati organici si decompongono rapidamente a temperature al di sopra dei 150°C e, per questo, non rimangono sui film lubrificanti quando le pareti del cilindro superano i 160°C. Tuttavia, l'ossidazione dell'olio è direttamente legata alle alte temperature del motore, come nei motori a gas a quattro cicli, ad alta velocità dove le temperature delle pareti superano i 160°C.

Regolare il carico: Lo squilibrio di carichi elevati e del carico tra i cilindri aumenterà la nitrazione. Un aumento dal 75% al 105% del carico nominale può aumentare notevolmente l'inclinazione della curva di nitrazione.

Condizione insoddisfacente	Cause della condizione identificate da Mobil Serv SM Lubricant Analysis.									Verificato mediante motore Analizzatore
	Viscosità	Acqua	Glicole	Ossidazione	Nitrazione	Azoto	Cokefazione	Insolubile	Metalli	
Morchie - Freddo, caldo	X	X		X	X			X		
Lacche	X		X	X	X			X		
Carbonio - Fuliggine, Coke				X	X		X	X		
Incollamento delle fasce elastiche			X	X	X		X			X
Trafilamenti	X				X	X				X
Scarsa Combustione				X	X		X	X		X
Ostruzione del filtro		X	X	X	X		X	X		
Scarsa Filtrazione dell'aria									X	
Perdite di refrigerante		X	X						X	X
Usura di camicie di rivestimento									X	X
Usura di anelli									X	X
Usura di cuscinetti									X	X

Tabella 1. Identificazione delle condizioni del motore insoddisfacenti mediante l'analisi degli oli Mobil ServSM Lubricant Analysis.

Le condizioni insoddisfacenti causate dalla nitrazione e dai nitrocomposti sono indicate nella colonna "Nitrazione".

Notare la correlazione di alcune condizioni con i risultati dell'analizzatore del motore.

Per maggiori informazioni sul programma Mobil ServSM Lubricant Analysis e sui lubrificanti e servizi MobilTM, contattate il vostro rappresentante locale o l'Help Desk Tecnico della ExxonMobil all'indirizzo TechDeskEurope@exxonmobil.com. Visitate anche il sito mobilindustrial.it

Nitrizzazione dell'olio lubrificante

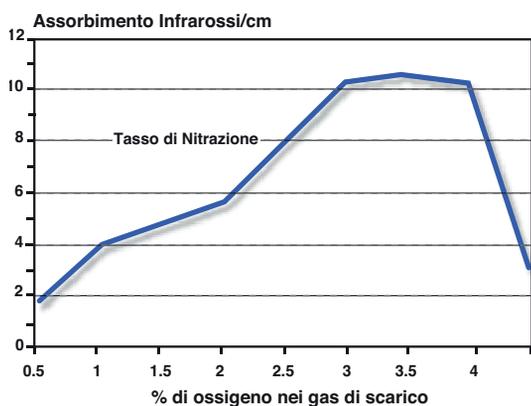


Grafico 1. Effetti del rapporto aria/combustibile sulla nitrizzazione.

La variazione della percentuale di ossigeno da 0,5% a 2,5% fino a 4,2% nello scarico di motori a quattro tempi e aspirati conferma che la quantità di nitrizzazione potrebbe essere mantenuta bassa se il livello di ossigeno si trova al di fuori dell'intervallo compreso tra lo 0,5% e il 4,5%, con la nitrizzazione che raggiunge un picco di ossigeno del 3,3%.

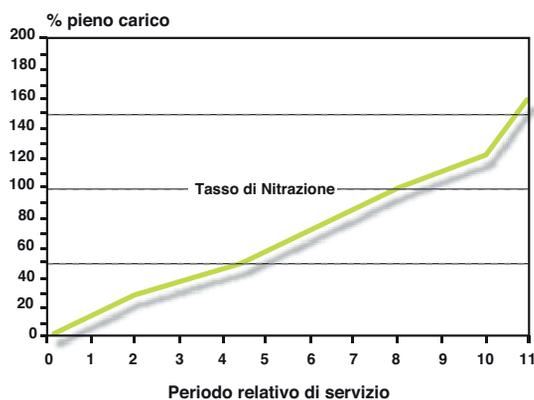


Grafico 2. Effetti del carico sulla nitrizzazione

Rapporto aria/combustibile inadeguato e ossigeno al 2,5% nello scarico.

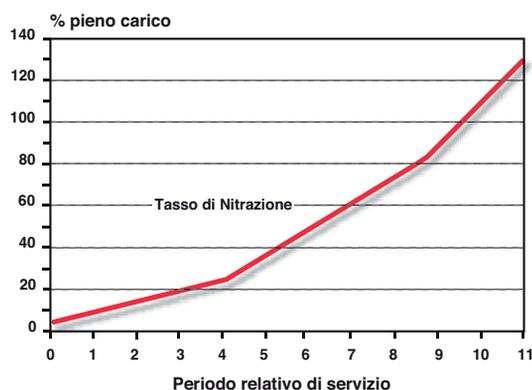


Grafico 3. Effetti del carico sulla nitrizzazione.

Un aumento dal 75% al 105% del carico nominale causa un notevole aumento dell'inclinazione della curva di nitrizzazione anche con rapporto aria/combustibile soddisfacente e ossigeno di scarico superiore al 4,6%.

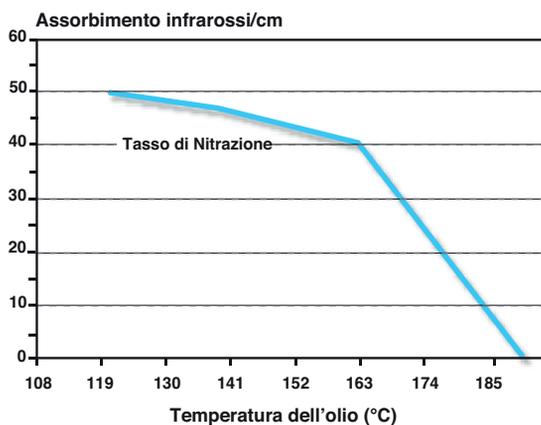


Grafico 4. Effetti della temperatura dell'olio sulla nitrizzazione.

I nitrati organici si decompongono rapidamente se riscaldati a temperature superiori ai 150°C.

Per ulteriori informazioni sui lubrificanti industriali ed i servizi a marchio Mobil, vi invitiamo a contattare il vostro referente di zona (DBC) oppure a visitare il sito mobilindustrial.it.