

EFFICIENZA ATTRAVERSO LA CHIMICA

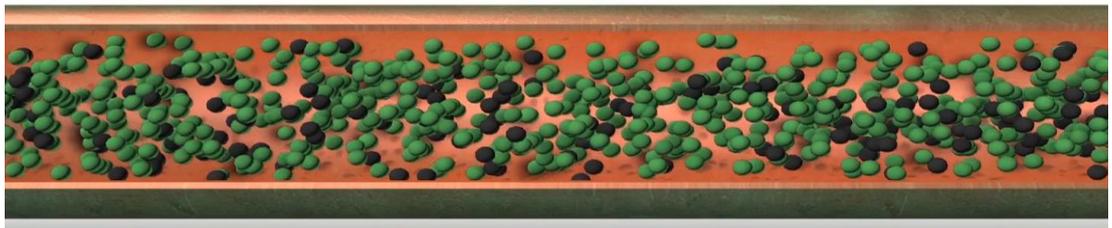
Paolo Mattavelli - Errecom

Il mondo dei sistemi basati sui gas refrigeranti è un concentrato di reazioni chimiche portate al loro estremo dalle naturali condizioni chimico/fisiche che caratterizzano un impianto. Cambi di temperatura, elevata pressione e cambi di stato in presenza di metalli fortemente catalitici, sono la condizione di lavoro naturale di un impianto.

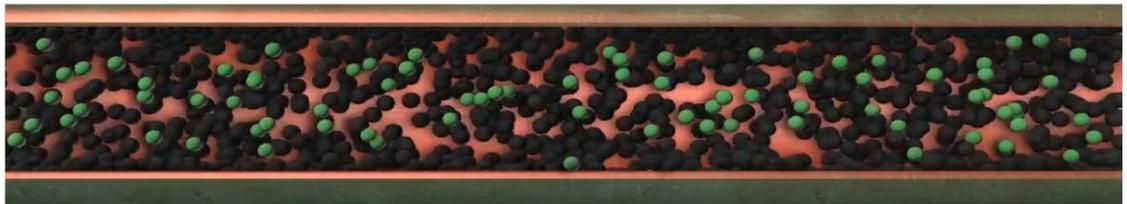
Queste reazioni hanno luogo non solo nel compressore, dove vi è un elevato sforzo meccanico, ma anche nella linea, nelle valvole e in particolare negli scambiatori.

Il rapporto di miscibilità e immiscibilità tra refrigerante e lubrificante cambia per ogni accoppiamento e viene sfruttato proprio per garantire il funzionamento del sistema stesso. Il lubrificante viene "diluito" dal refrigerante e una parte dello stesso, a seconda della solubilità, viene trasportato nel sistema. Nella fase liquida vi è normalmente un maggior trasporto di lubrificante, con una riduzione sostanziale di solubilità dopo evaporazione. Tale fenomeno tende a lasciar depositare le frazioni più pesanti, con un notevole e sistematico impoverimento del lubrificante stesso. E' dimostrato che il calore dinamico del gas refrigerante e le particelle di lubrificante sono gli elementi cardine per il trasporto del lubrificante nelle regioni di fase gassosa.

● LUBRICANT
● REFRIGERANT GAS



● LUBRICANT
● REFRIGERANT GAS



Particelle più piccole richiedono una testa meno dinamica per il trasporto. Nell' evaporatore l'azione di ebollizione del refrigerante, genera forze inerziali adeguate alla creazione di particelle di piccolo diametro (50 μm) e la miscibilità del lubrificante riduce la tensione superficiale. A temperature e pressioni molto basse, il lubrificante può diventare immiscibile e la sua viscosità alta. Questa combinazione può portare all'accumulo di

lubrificante nell'evaporatore e/o linea di aspirazione con conseguente impedimento del ritorno dell'olio al compressore. Nelle regioni bifase e liquide, i lubrificanti miscibili si dissolvono nel refrigerante e sono facilmente trasportati alla rinfusa con il flusso. Lubrificanti immiscibili possono formare un'emulsione se la tensione superficiale è bassa ed esistono forze inerziali adeguate. In questo caso, la circolazione del lubrificante può essere soddisfacente. Tuttavia, a basse temperature, il flusso di massa del sistema è minimo e la viscosità è alta. Ciò potrebbe causare l'accumulo di lubrificante nelle regioni a bassa velocità.

La gestione dell'olio nei sistemi di refrigerazione è ampiamente discussa dall'ASHRAE nel manuale di refrigerazione e in numerose altre fonti. Tutti i compressori refrigeranti fanno circolare una certa quantità di olio nel sistema. I separatori d'olio sono usati nei casi in cui l'olio in eccesso può influire sulle prestazioni del sistema o dove esistono condizioni di restituzione dell'olio ridotte. Sono invece utilizzati raramente per le pompe di calore.

Nella scelta di un lubrificante è necessario considerare la sua compatibilità chimica con il tipo di refrigerante e la viscosità richiesta per l'applicazione.

Nel caso di refrigerante composto da una miscela, c'è poi un'ulteriore complicazione poiché i singoli componenti del refrigerante potrebbero presentare differenti solubilità nel lubrificante dando origine al frazionamento nel sistema, diverso dalle condizioni di equilibrio vapore-liquido in assenza di un lubrificante.

Lubrificanti che presentano una limitata miscibilità e lubrificanti che presentano un'alta viscosità potrebbero avere un impatto potenzialmente negativo su entrambi i parametri operativi del ciclo, la durata e le prestazioni complessive del sistema.

Le frazioni di lubrificante depositate nel sistema, oltre a sottrarre materiale lubrificante al compressore, formano una barriera che genera danni importanti alla circuitazione:

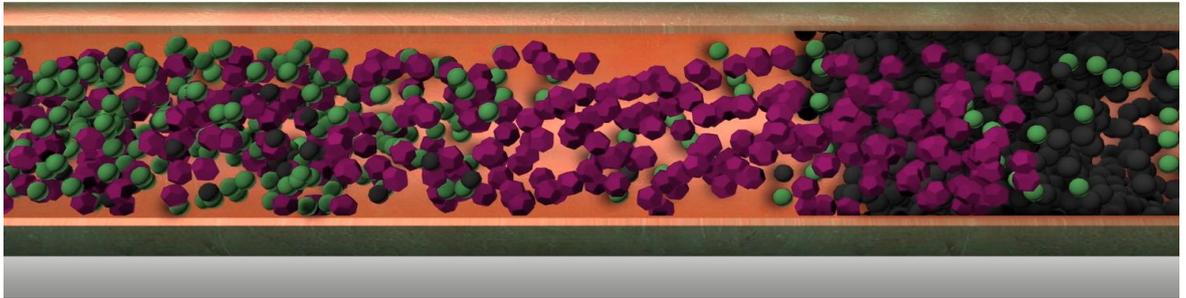
- 1) Lo scambio termico si riduce con perdite di prestazioni del 30%, fino ad arrivare al 40% in impianti con più di 20 anni.
- 2) Il diametro dei canali viene ridotto con conseguente scempenso del flusso.
- 3) Il lubrificante depositato costituisce un punto di accumulo e di azione per umidità, acidità e radicali.

Il deposito del lubrificante pertanto diminuisce le prestazioni dell'impianto, aumenta il consumo di energia, favorisce la corrosione e la reattività delle sue componenti con conseguenti rotture.

Lo studio del nostro laboratorio è stato orientato verso lo sviluppo di additivi volti al blocco delle reazioni chimiche (eliminazione dell'umidità, dell'acidità e stabilizzazione dell'attività corrosiva e ossidativa del sistema) e alla rimozione dei depositi di lubrificante presenti nell'impianto.

Mentre in passato si operava inserendo lubrificanti a bassa viscosità per dare un apparente incremento di prestazioni, con la conseguenza di distruggere la viscosità del lubrificante del compressore e compromettendo il sistema, oggi si opera attraverso additivi che favoriscono il ritorno in circolo delle frazioni pesanti. Si utilizzano molecole dalla testa polare, dal corpo lipofilo e dalla geometria fortemente "disordinata" che si posizionano tra il lubrificante e il metallo, andando a rompere le geometrie dei depositi e liberandone la circolazione.

- LUBRICANT
- REFRIGERANT GAS



I test effettuati, negli ultimi 10 anni su impianti contenenti POE, PAG, Alkylbenzeni e oli minerali con diversi gas refrigeranti, hanno dato ottimi risultati.

Impianti che hanno perso l'80% della loro capacità di scambio termico, il 30% del loro rendimento e con un consumo di corrente aumentato del 20%, dopo inserimento, hanno mostrato (media delle varie configurazioni):

- Recupero del 73% della capacità di scambio termico
- Recupero del 20% del loro rendimento
- Ripristino del normale assorbimento di corrente
- Abbassamento di 4°C della temperatura dell'aria ventilata
- Riduzione delle vibrazioni e del rumore del compressore
- Abbassamento della temperatura di esercizio del compressore

Questo risultato è stato ottenuto tramite un'additivazione media del 5% sul quantitativo di lubrificante per le molecole di vecchia generazione e un'additivazione di solo 0,7% per quelle di nuova generazione "Ultra". Dopo l'inserimento di questa gamma di additivi non si sono più osservati cali prestazionali negli impianti nei successivi 10 anni di osservazione.

Si è provveduto a paragonare sistemi gemelli, con 5 anni di attività e un rendimento ormai evidentemente compromesso. Il sistema trattato ha ripreso ad avere un rendimento e un assorbimento di corrente adeguato. Aperti i sistemi, si è osservato in diversi punti, che le linee e gli scambiatori del sistema trattato risultano più puliti, rispetto alla quantità di depositi riscontrata in quello non trattato.



- A: Tubo evaporatore nuovo
- B: Tubo evaporatore non trattato dopo 400 ore di operatività
- C: Tubo evaporatore trattato con additivo dopo 400 ore di operatività

Si è anche osservato che un utilizzo di maggiori percentuali di additivo non compromette l'operatività dell'impianto (entro i limiti di capienza del compressore). Parimenti, non ha nessun riscontro migliorativo. Pertanto, si è dedotto che l'azione di questa famiglia di molecole, non genera un incremento diretto delle prestazioni, ma quest'ultimo è legato alla rimozione degli effetti dannosi dal sistema. Una volta che l'additivazione è in azione preserva il sistema per lungo tempo.

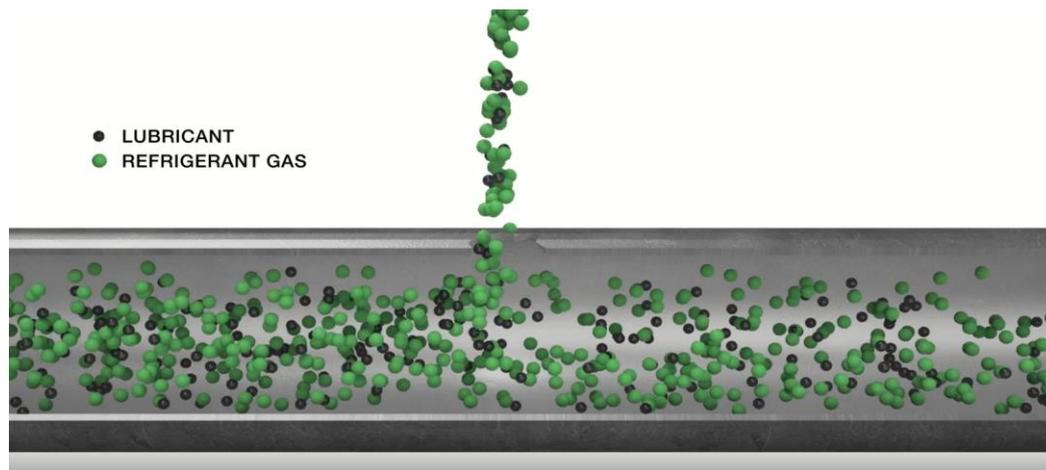
Si è anche riscontrato un miglior comportamento e una minore usura del compressore poiché le molecole vanno a legare sulle superfici metalliche aumentandone la protezione.

Inoltre, l'incidenza di attacchi corrosivi dall'interno, dovuti agli acidi e ai derivati ossidanti del decadimento dei lubrificanti e dei gas, risultano ridotti. Questo risultato è dovuto in parte alla presenza di antiossidanti nella miscela stessa ma, principalmente, alla rimozione di quelle aree di deposito che sono "l'incubatore" della reattività interna del sistema.

Attualmente più di 300000 impianti di condizionamento, refrigerazione e automotive utilizzano con successo questi additivi in tutto il mondo.

Uno degli effetti più visibili del deposito di lubrificante, della sua acidificazione e aggressione alle superfici metalliche è certamente la formazione di corrosioni e conseguenti perdite del sistema. Mentre le perdite di medio-grandi dimensioni possono essere facilmente individuate e riparate, quelle diffuse o di piccole dimensioni, causate ad esempio da diffusa corrosione, risultano meccanicamente non individuabili e di conseguenza non riparabili. La conseguenza è una dispersione costante di gas refrigerante che riduce e compromette le prestazioni del sistema, producendo nel contempo un grave inquinamento dell'ambiente e un aggravio dei costi di gestione del sistema stesso (soprattutto in considerazione dei crescenti costi dei refrigeranti moderni).

Oltre al buon senso, anche la legge impone di fare quanto possibile per escludere le perdite dal sistema, attingendo a tutte le tecnologie esistenti.



Esistono da decine di anni additivi che riparano le perdite dall'interno.

Le prime tecnologie prevedevano l'utilizzo di polimeri reattivi all'ossigeno e/o all'umidità. Questa tecnologia era molto efficiente ma generava problemi legati alla reattività, non solo sulla superficie dell'impianto, ma anche all'interno dello stesso, provocando gravi danni e distruggendo l'impianto.

Le moderne tecnologie, invece, sono basate sull'utilizzo di micelle, solvate dal lubrificante e dai gas di origine carbonica (CO₂, Alcani o cloro-fluoro derivati). Queste molecole non operano per reattività chimica, ma vanno a depositarsi nelle fessure. In prossimità della superficie tendono a perdere i loro solvatanti che hanno una velocità di evaporazione maggiore della loro. La perdita dei costituenti che le ricopre, refrigeranti e lubrificanti, favorisce la nuova aggregazione che forma un'occlusione elastica e permanente.

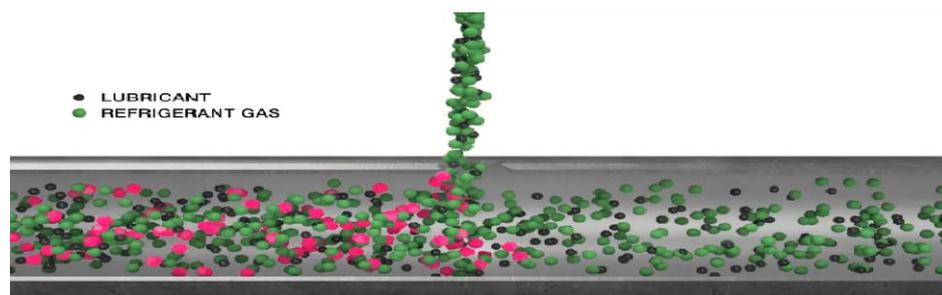
Questa tecnologia, più lenta di quella polimerica, presenta indubbi vantaggi:

- 1) Nessuna reattività all'interno del sistema: si evita il blocco della valvola di espansione o dei filtri disidratatori, che invece erano luoghi di grande reattività per gli antenati polimerici.
- 2) Azione continua nell'impianto fino alla sostituzione del lubrificante.
- 3) Riduzione dell'aggressività del lubrificante sui componenti del sistema.
- 4) Aumento della capacità lubrificante del lubrificante stesso con conseguente riduzione della rumorosità del compressore.

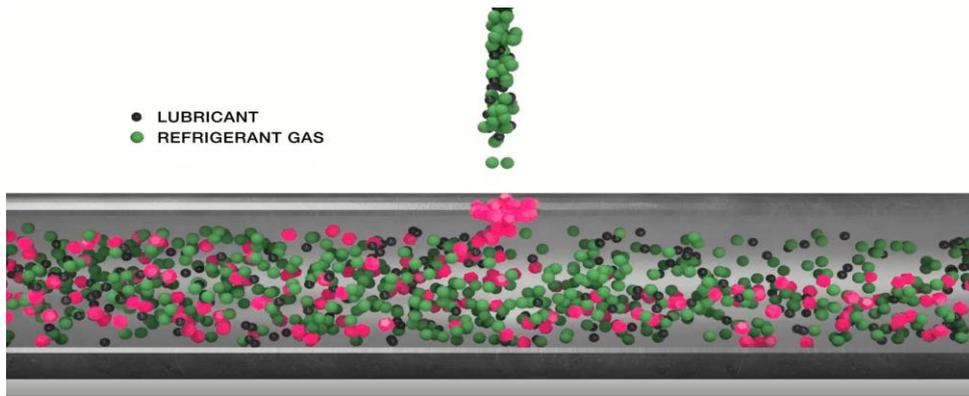
Le micro perdite, sui diversi impianti testati, sono state accertate attraverso l'evidenza del calo di carica di gas refrigerante e sono state definite "micro" attraverso la prova del vuoto.

Questa prova consiste nel mettere in vuoto spinto per 5 minuti un impianto di cui si ha certezza di una perdita. Se, malgrado la perdita, il vuoto viene mantenuto, la perdita è definita micro.

Appurato che la perdita è micro si provvede all'inserimento della tecnologia turafalle in un quantitativo pari al 6% del volume di lubrificante o, con una tecnologia recente definita Ultra, pari allo 0,8% del lubrificante. L'inserimento può essere eseguito a impianto scarico o a impianto carico, attraverso la valvola di bassa pressione. Una volta caricato l'impianto (se scarico), si provvede all'attivazione, per un tempo indicativo di 20 minuti per impianti di piccola dimensione, o di un'ora per impianti di grandi dimensioni. Trascorso questo lasso temporale le perdite risultano sigillate.

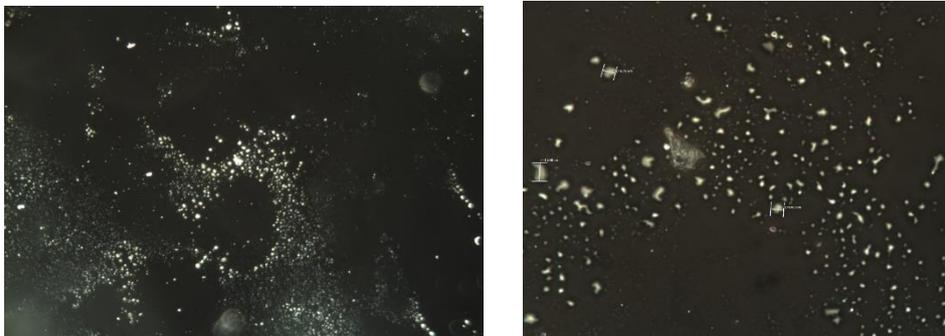


Questo test ha avuto esito positivo su tutte le combinazioni di refrigerante ad eccezione dell'ammoniaca e lubrificante POE, PAG AlkylBenzene e Minerale testato. Gli impianti di riferimento hanno superato le 10000 ore senza più presentare perdite.



L'inserimento di questa tipologia di prodotti non ha modificato l'assorbimento di corrente nè ha modificato la capacità funzionale del sistema.

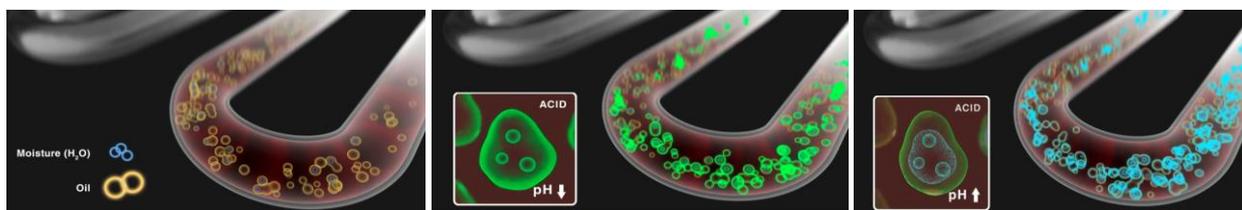
Negli ultimi 10 anni questa tecnologia, nelle sue varianti, è stata inserita in un milione di impianti con un risultato positivo registrato, superiore al 97% (in cui vanno stimati anche impianti con perdite di dimensioni maggiori).



Le particelle disperse devono avere una nota dimensione, che viene monitorata costantemente e consente di sfruttare le imperfezioni del metallo.

Nessuno degli impianti in uso ha subito perdite prestazionali o danni funzionali, dimostrando che, ad oggi, l'intervento chimico non polimerico è la soluzione praticabile più efficiente per la riparazione delle micro-perdite.

La massima efficienza di queste operazioni si raggiunge operando contemporaneamente anche altre additivazioni per il controllo dell'umidità, dell'acidità e dell'aggressività ossidativa con un'additivazione dedicata.



Tutti questi additivi sono derivati dalle tecnologie di sviluppo dei lubrificanti sintetici ad oggi in commercio.

In conclusione, sostenere oggi che nulla deve essere inserito nell'impianto al di fuori di refrigerante e olio, ha perso ogni ragionevolezza.