**COMPRESSORI ERMETICI**

**Protezione termica dei motocompressori**

**I**n un generico motore elettrico la massima potenza nominale e' limitata dal riscaldamento del motore. Nei compressori ermetici il gas aspirato provoca un raffreddamento intenso, per cui e' possibile dimensionare gli avvolgimenti secondo un' alta densita' di corrente, ottenendo motori compatti, di piccole dimensioni, relativamente economici.

Un' elevata densita' di corrente comporta pero' che, se per una qualsiasi causa venisse a difettare il flusso di gas in aspirazione, la temperatura degli avvolgimenti raggiungerebbe rapidamente valori pericolosi. E' percio' indispensabile l' impegno di un adeguato protettore.

Esso dovra' impedire che la temperatura degli avvolgimenti raggiunga il valore T massimo ammesso dal tipo d'isolamento. La temperatura puo' innalzarsi lentamente o rapidamente: il protettore dovra' percio' seguire con minimo ritardo le variazioni ed intervenire, interrompendo l'alimentazione non appena si e' raggiunto il limite T massimo.

La protezione puo' essere interna o esterna. Nel primo caso si attua una protezione ottimale, in quanto l'elemento sensibile, essendo in intimo contatto con gli avvolgimenti da proteggere e' in grado di seguire con la massima celerita' e fedelta' le vicende termiche.

Questa soluzione e'¨ pero' costosa e, tenendo conto che vincoli economici impongono che prezzo protetto-re/prezzo compressore non superi un certo valore, e che nei piccoli compressori il controllo della temperatura e' piu' semplice che nei grandi, per i piccoli compressori si ricorre alla protezione esterna.

La scelta del protettore e' uno dei punti piu' delicati dello studio del motocompressore. Praticamente ogni compressore ha un solo specifico protettore che va tassativamente impiegato.

L'uso di un diverso protettore provochera'  o interventi intempestivi all'avviamento e ad alto carico, o la bruciatura degli avvolgimenti.

Le condizioni in cui puo' essere richiesto l'intervento del protettore sono:

1) eccessivo alto carico - causato da condensatore sporco, alta temperatura ambiente, sistema sovraccarico, ecc.;

2) eccessivo basso carico o perdita del refrigerante;

3) bassa tensione;

4) alta tensione;

5) rottura del ventilatore;

6) mancato spunto (ad esempio con un PSC, con pressioni non equilibrate);

7) rottura del condensatore elettrico (se presente);

8) inconvenienti nel circuito di collegamento elettrico;

9) inconvenienti meccanici nel compressore.

In quest'ultimo caso, pur dovendo sostituire il compressore, si evitera'  l'inquinamento del sistema, causato dalla bruciatura del motore.

Il protettore rappresenta un compromesso tra la sensibilita'  necessaria per intervenire nelle condizioni sopra elencate, e l'elasticita'  necessaria per garantire lo spunto e il surriscaldamento di normali sovraccarichi.

Esistono alcune particolari situazioni nelle quali un protettore anche se ottimamente dimensionato, non e' in grado di intervenire.

Esse sono:

1) Funzionamento con pressione di evaporazione eccessivamente bassa: in questo caso il peso del gas aspirato e' insufficiente per raffreddare gli avvolgimenti, la cui temperatura prende a salire. La temperatura della scatola (su cui e' sistemato il protettore) tarda a salire, causa la scarsa convettivita' del gas rarefatto. Inoltre gli Amps assorbiti sono inferiori a quelli nominali, per cui il protettore non ha modo di acconsentire l'aumento di temperatura degli avvolgimenti, che puo' raggiungere valori tali da rovinare gli isolamenti o l'olio prima che il protettore possa intervenire.

2) Alimentazione a tensione eccessivamente bassa. Non e' infrequente trovare tensione che in certi casi raggiungano valori inferiori a 180 V. A rotore bloccato questa puo' portarsi a 170 o 160 V e anche a meno. In questi casi la corrente che circola nell'avvolgimento di marcia non e' sufficiente a fare chiudere il rele'¨ d'avviamento: la corrente circola solo nell'avviamento di marcia, ed ha un valore tale da bruciare gli avvolgimenti di marcia ma non sufficiente da far intervenire i tempo utile il protettore.

3) Eccessivo raffreddamento del protettore. Con applicazioni ventilate occorre evitare che il flusso d'aria investa direttamente il protettore. Questo artificiale raffreddamento, rende insensibile il protettore ad un eventuale sovraccarico. Inoltre, in casi di intervento, il tempo di chiusura eccessivamente breve non consente all'avvolgimento di dissipare il calore accumulato, per cui, con ripetuti cicli, si arriva facilmente alla bruciatura degli isolamenti. **Scelta del motocompressore ermetico**Nel scegliere un motocompressore ermetico per una data applicazione si dovra' tenere sempre presente che il motocompressore ermetico e' una combinazione fissa tra motore e compressore e che il motore e' stato determinato in fase di progetto per coprire un certo campo di temperature e pressioni di funzionamento.

Si dovra'  dunque scegliere un compressore adatto per l'applicazione che si intende sviluppare, avendo ben presenti i limiti che l'impiego di un ermetico impone. Indipendentemente dalla conoscenza della parte interna o del funzionamento di un compressore, gli elementi indispensabili alla scelta sono:

- potenza frigorifera necessaria. Per un dato compressore, essa dipende dalle condizioni di condensazione, evaporazione, ambiente.

Fissate queste, dipende unicamente dal peso del gas pompato, il quale e' funzione dei numeri di giri, della cilindrata, dell'efficienza volumetrica. Per una data applicazione (LBP o HBP o AC), un cliente che intenda cercare un'alternativa ad un certo compressore tra quelli prodotti da diversi costruttori, in prima approssimazione puo' considerare - per motori con lo stesso numero di poli - uguale per tutti il numero di giri e l'efficienza  volumetrica: i compressori equivalenti saranno percio' quelli che hanno la stessa cilindrata.

- tensioni e frequenze di funzionamento - tipo di refrigerante - altro parametro fisso per motocompressore ermetico, essendo ad esso legato il motore elettrico e la sua protezione.

- corrente max assorbita - se esistono limiti.

- variazione di tensione, in particolare per decidere se si dovra'  scegliere tra la soluzione bassa od alta coppia di spunto.

- temperatura ambiente di lavoro, necessita'  di disporre di modello del tipo temperato o adatto a funzionare in climi tropicali.

- temperatura di evaporazione minima richiesta.

- livello di rumorosita'.

- tipo di raffreddamento che si intenderebbe usare - non a caso si e' usato il condizionale in quanto non sempre e'¨ possibile impiegare il tipo di raffreddamento economicamente preferito.

Date le informazioni offerte dai costruttori di motocompressori ermetici si puo' concludere che la scelta del compressore adatto ad ogni applicazione non e'¨ piu' ardua.

Piuttosto non sempre si rammenta che, se il motocompressore ermetico ha rappresentato un grande passo avanti nel campo della piccola refrigerazione, esso continua ad essere per sua natura un elemento molto delicato, che va usato entro limiti ben definiti per evitare il rapido fuori uso. **Abusi del motocompressore ermetico e prevenzione**Oltre a rispettare i limiti indicati sopra, occorre evitare gli abusi del compressore. I maggiori tipi di abuso sono:

- aspirazione di refrigerante allo stadio liquido;

- mancanza d'olio;

- surriscaldamento del motore;

- contaminazione del sistema.

Il ritorno di refrigerante allo stato liquido e lo slugging (che e'¨ proprio il difetto di ritorno di liquido al compressore) sono considerati un uso improprio del compressore quando sono cosi'¬ gravi da danneggiarlo.

Considerando infatti che il compressore e' montato in modo tale da avere il minimo spazio nocivo, la presenza di molto olio o refrigerante liquido nell'interno del cilindro, provoca durante la fase di espulsione dei gas eccessive pressioni della testa del pistone, che possono portare alla rottura delle valvole, sfondamento delle guarnizioni, crachetizzazione dell'olio, grippaggio ai cuscinetti in seguito alla rottura del velo d'olio.

La vita del compressore viene quindi fortemente ridotta anche se questo fenomeno (lo slugging) si presenta per pochi secondi al giorno.

I valori sottoriportati dimostrano quanto piu' alte siano tali pressioni rispetto a quelle usualmente impiegate per la prova di vita di un compressore:

- 25 bar per i compressori a R134a.

- 42 bar per i compressori a R404A.

I materiali di isolamento usati per i compressori ermetici hanno una notevole durata di funzionamento se esposti a refrigeranti gassosi, mentre la loro durata ai refrigeranti liquidi e'¨ considerevolmente inferiore; nei compressori in cui il refrigerante entrato nella scatola lambisce gli avvolgimenti, e' particolarmente importante evitare il piu' possibile il suo ritorno allo stato liquido.

Slugging per ritorno di liquido: lo slugging dovuto al ritorno del liquido puo' essere causato da: eccessiva carica di refrigerante, o non corretta determinazione del capillare nelle applicazioni a capillare, taratura non corretta, scelta sbagliata della valvola o sbagliato posizionamento del bulbo nel caso di valvola di espansione; oppure puo' ancora capitare nei casi in cui il carico sull'evaporatore e' insufficiente: per esempio quando si ha un filtro sporco in un condizionatore o batterie brinate in applicazioni commerciali. **Slugging all'avviamento per migrazione**Il refrigerante tende a migrare ed a condensarsi nel punto piu' freddo. Se il compressore in una certa situazione e' il componente piu' freddo del sistema, una eccessiva quantita' di refrigerante liquido si puo' accumulare nella scatola. Questo fatto capita soprattutto nei condizionatori con compressori in posizione remota.

Rumore insolito, vibrazioni eccessive alla partenza sono una indicazione di eccessivo liquido nel compressore.

Per rimediare a questo si ricorre normalmente a una resistenza riscaldante posta esternamente al compressore, che viene inserita qualche ora prima di avviare il compressore onde evaporare il frigorigeno. In alcuni casi viene usato un accumulatore, sulla linea dell'aspirazione, di capacita' tale da contenere almeno il 50% della carica del sistema.

Nei sistemi piu' grandi, il termostato, quando la temperatura ambiente ha raggiunto il punto di intervento, prima di fermare il compressore, chiude una valvola a solenoide sulla linea del liquido, mentre il compressore continua a girare travasando il refrigerante dall'evaporatore al condensatore finche' il pressostato di minima lo ferma.

Questo sistema e'¨ detto anche pump-down.

A causa del pericolo di reazioni chimiche tra gli isolanti del motore, la pulizia del sistema e l'assenza di impurita'  assume particolare importanza. Per questo viene accettato un contenuto max di residui non superiore a 80 mg.

L'aria presente all'interno del sistema frigorifero e' causa di un'elevata temperatura di condensazione, ma soprattutto l'ossigeno in essa contenuto reagisce con l'olio ed il refrigerante, causando carbonizzazione dell'olio e decomposizione del refrigerante.

Queste reazioni sono poi favorite dall'innalzamento di temperatura (il tempo di reazione si riduce a meta'  ogni circa 10 °C di innalzamento della temperatura).

La presenza di depositi carboniosi riduce la tenuta tra le valvole riducendone o annullando la portata del compressore con conseguente innalzamento della temperatura del motore; la decomposizione del refrigerante crea acidi nocivi agli isolamenti del motore portandolo alla bruciatura. Si dovra' provvedere contro questo inconveniente con un buon vuoto nel sistema: da 50 a 100 micron di Hg.

La formazione di acidi nocivi, che intaccano gli isolamenti del motore, e'¨ favorita dalla presenza di umidita'.

Inoltre essa puo' condensare sui terminali del motore all'interno della scatola causando tracking che porta ad un'ulteriore decomposizione del refrigerante.

Il contenuto max d'umidita'  presente nel compressore non deve superare 180 mg. Essa puo' essere eliminata con un buon vuoto o con l'impiego di filtri appropriati.

Ricapitolando, per avere una buona applicazione del motocompressore ermetico, si dovra' tener conto dei seguenti principi base:

1) Ridurre al minimo, se non e'¨ possibile eliminarlo, il rischio che refrigerante allo stato liquido ritorni al compressore durante il funzionamento.

2) Assicurarsi che il refrigerante non migri al compressore durante il periodo di fermata.

3) Quando il compressore sia raffreddato con i gas di aspirazione, accertarsi che il sistema non abbia a funzionare in condizioni di pressioni di aspirazione estremamente basse.

4) Mantenere la temperatura dei gas in aspirazione al di sotto del limite max imposto dal costruttore del compressore quando il sistema di raffreddamento del motore fosse con i gas aspirati.

5) Prendere le precauzioni necessarie per evitare che il compressore si svuoti di olio, assicurando un buon ritorno dal sistema.

6) Accertarsi che il funzionamento del compressore nelle condizioni di carico anormali non avvenga al di fuori dei limiti massimi ammessi di pressione e temperatura.

Evitare troppo frequenti ciclaggi del compressore che potrebbero derivare dall'avere un compressore eccessivamente potente con basso carico, o un termostato con differenziale troppo piccolo. **Durata del compressore**In paragone a molti altri prodotti industriali, per i motocompressori e'¨ richiesta una vita estremamente lunga.

Ad esempio i comuni costruttori di frigoriferi danno 5 anni di garanzia, considerando una media di funzionamento del 75%, essa coprira'  un periodo di circa 30.000 ore, oltre 150 volte superiore alla garanzia che danno, ad esempio, i costruttori di auto.

Tale periodo di funzionamento attivo e'¨ pero' raggiungibile solo se i compressori sono protetti contro sollecitazioni estreme (come ad esempio il liquid slugging) mediante un corretto dimensionamento del sistema di refrigerazione.

Per qualsiasi compressore ermetico e'¨ importante rappresentare le condizioni limite in maniera che l'utilizzatore sia in grado di stabilire se il compressore e'¨ idoneo a funzionare nel campo in cui intende utilizzarlo oppure no.

Per un certo compressore che lavora con un dato fluido frigorigeno, i limiti di funzionamento possono rappresentarsi in un diagramma in cui e'¨ riportata sulle ordinate la capacita' Q in funzione della temperatura di condensazione Tcond (o della pressione di condensazione p), usando come parametro della temperatura di evaporazione Tevap.

Fissati i limiti massimi ammessi per tutti i fattori sopra indicati, il campo d'applicazione, per il particolare compressore indicato, resta limitato da una certa area.

Comunemente i costruttori di compressori forniscono diagrammi dove e' indicata la capacita' del compressore in funzione della temperatura di aspirazione, parametrata in temperatura di condensazione.

