

NUOVI REFRIGERANTI

Problemi nuovi e risposte innovative: il distributore Jet-o-Matic®

1. INTRODUZIONE

Esiste un ampio consenso nel mondo scientifico sulla correlazione fra i problemi dell'ozono e l'emissione in atmosfera di gas clorurati.

L'argomento è stato oggetto di numerose Conferenze Internazionali rivolte alla limitazione o al bando dell'uso dei prodotti che presentano questo rischio.

I settori della refrigerazione e del condizionamento dell'aria, sono coinvolti in questo processo. Alcuni gas refrigeranti sono già stati messi al bando (R12) altri dovranno essere sostituiti entro breve, mentre sono stati presentati refrigeranti nuovi, quali l'R 134a, l'R404A ed una nuova serie basata sugli idrocarburi.

La distribuzione di un flusso bifase in una pluralità di flussi parziali aventi uguale rapporto tra liquido e gas è un argomento che interessa svariati campi della tecnologia moderna, compreso i settori della refrigerazione e del condizionamento entro cui opera la società LU-VE Contardo S.p.A.

In particolare, le apparecchiature interessate sono scambiatori di calore con fluido interno in fase evaporativa ad espansione diretta, comunemente chiamati evaporatori.

Negli ultimi anni si è reso necessario utilizzare fluidi refrigeranti non dannosi all'ambiente; essi, in particolare l'R404A, hanno aumentato le difficoltà di separazione uniforme del flusso bifase, in quanto, specialmente in bassa temperatura, il titolo di ingresso al distributore è decisamente più alto rispetto ai valori consueti ($0,10 \div 0,25$).

Inoltre, l'avvento delle valvole di laminazione elettroniche hanno reso possibile il funzionamento degli evaporatori, specialmente in bassa temperatura, con DT1 (differenza tra temperatura di cella e temperatura di evaporazione) molto bassi. Chiaramente, è estremamente difficile poter mantenere DT1 piccoli e stabili quando la distribuzione del refrigerante nei circuiti è squilibrata, in altre parole, quando il surriscaldamento non è costante in tutte le alimentazioni.

Dato l'enorme numero di condizioni di funzionamento di un evaporatore, con diversi tipi di refrigerante, temperatura di espansione, carichi per circuito, ecc. difficili da tener conto nel dimensionamento o nella scelta di un comune distributore, si è reso necessario pensare ad un sistema più versatile e affidabile.

Per queste ragioni la LU-VE Contardo ha progettato, sperimentato e brevettato il nuovo sistema Jet-O-Matic per la distribuzione del fluido refrigerante nei propri aereoevaporatori commerciali e industriali della nuova serie BENEFIT.

2. PROBLEMATICHE LEGATE ALLA DISTRIBUZIONE

Per comprendere meglio i vantaggi che scaturiscono dall'utilizzo del sistema Jet-o-Matic®, verranno elencati i principali motivi che possono dar luogo ad una disuniforme distribuzione della miscela di refrigerante negli evaporatori multiciruito ad espansione diretta :

- instabilità fluidodinamica (effetti di vena liquida aderente alla parete, flusso bifase eterogeneo a monte del distributore, ecc.)
- perdite di pressione differenti nei vari circuiti
- presenza di olio insolubile

I primi sono di difficile controllo, specialmente in sistemi dove si sfruttano gli effetti della turbolenza per miscelare intimamente fluidi bifase in cambio di stato.

Gli effetti dovuti a differenti perdite di pressione nei circuiti possono essere resi trascurabili con una adeguata progettazione dello scambiatore.

La presenza di oli insolubili, specialmente in bassa temperatura, possono creare due tipi di effetti; il primo è una sorta di ristagno in zone particolari ("sifoni" in circuiti e capillari) provocando un incremento di perdite di carico localizzate e quindi differenti portate di refrigerante nei vari circuiti, il secondo è quello di creare disuniformità nella miscela bifase prima e durante il passaggio nel corpo distributore.

Il sistema proposto riduce sensibilmente l'influenza degli effetti di instabilità fluidodinamica provocati dal flusso bifase, in quanto, le due fasi vengono totalmente separate e poi rimiscelate. Anche la presenza di olio insolubile non crea nessun effetto negativo, in quanto esso, rappresentando una terza fase liquida in sospensione, viene trattato, dal sistema proposto come la fase liquida del refrigerante.

Utilizzando quindi i distributori con orifizi intercambiabili o quelli comunemente denominati a "Venturi" si può incorrere ad una disuniforme distribuzione della miscela di refrigerante nelle apparecchiature multiciruito per i motivi sopra elencati.

Il sistema proposto mira sia a migliorare la distribuzione del refrigerante rispetto ai comuni distributori, sia a renderlo il più possibile insensibile a possibili installazioni non perfettamente verticali (casi estremamente frequenti) ed infine, ad evitare gli inconvenienti legati alla migrazione del liquido verso il compressore quando l'impianto frigorifero viene fermato.

3. PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

In linea generale, il funzionamento consiste nel separare, all'interno di un recipiente, la miscela di liquido e gas proveniente dalla valvola di laminazione e dosare in maniera controllata uguali porzioni in massa di liquido e gas negli N circuiti della batteria evaporante ($N > 1$). **(Fig.1)**

La miscela entrando nell'involucro cilindrico ad una velocità più o meno alta in funzione della temperatura di evaporazione, della portata di refrigerante e del titolo del liquido, si separa per gravità e centrifugazione nelle due fasi gas e liquido.

La funzione del sistema di immissione è quella di rallentare il flusso bifase entrante, in modo da consentire una buona separazione delle due fasi e di non perturbare il pelo libero del liquido nella zona di miscelazione.

Fig.1

A questo punto, è il sistema di miscelazione che permette di dosare uguali porzioni di liquido e gas nelle alimentazioni.

La parte interna del tubo miscelatore è in depressione rispetto all'involucro, di conseguenza, le due fasi vengono aspirate dall'esterno all'interno del tubo e si dirigono verso l'alto, dove raggiungono i circuiti dell'evaporatore attraverso tubi di raccordo.

Il gas e il liquido, passando attraverso le aperture create nel tubo miscelatore regolano la pressione nell'involucro e quindi, il battente di liquido nel separatore; in particolare, la differenza tra le perdite di carico del gas e del liquido che si creano nel passaggio attraverso le rispettive aperture, eguaglia l'altezza del livello di liquido contenuto nel separatore.

Le innovazioni concettuali che contraddistinguono il sistema studiato rispetto ai distributori attualmente in uso possono essere così sintetizzate :

- ★ separa la miscela bifase nei due componenti gas e liquido per rimiscelarle in maniera controllata
- ★ il liquido e il gas vengono prelevati dal separatore per depressione e la miscela ricreata esce verso l'alto, in modo da smorzare gli effetti di un diverso battente geodetico sui condotti (dovuti a una non perfetta verticalità del sistema) e di possibili perturbazioni del pelo libero
- ★ esso presenta una "grande zona di lavoro", entro cui il sistema opera come un comune "pescante" di liquido, in cui nella parte bassa aspira solo liquido e nella parte alta aspira solo gas; in tali condizioni il sistema di distribuzione risulta particolarmente efficiente.
- ★ quando l'impianto frigorifero si ferma, la disposizione dei tubi miscelatori con uscita verso l'alto non permette al liquido contenuto di migrare - per gravità - nei circuiti dell'evaporatore, evitando quindi possibili problemi all'avviamento del compressore. Tale vantaggio si ha anche in presenza di un

adeguato "pump down", in quanto in alcuni casi risulta difficile asportare tutto il liquido contenuto nel separatore.

Per il sistema di immissione del flusso bifase è stata dedicata molta attenzione, in quanto è importante che all'interno dell'involucro, in modo particolare nelle zone di miscelazione, le velocità del gas e del liquido siano molto contenute, per evitare moti vorticosi ed instabili.

Le velocità del gas e del liquido immesso nel separatore variano molto a seconda del diametro dei tubi di alimentazione.

Per tale sistema è stata definita l'equazione semplificata che permette il calcolo dell'altezza del battente di liquido e sono state studiate diverse soluzioni più o meno efficienti e più o meno complicate nella realizzazione costruttiva.

In **Fig.1** viene riportata la migliore delle soluzioni analizzate, la quale ottimizza il rapporto efficienza/costo.

Tale configurazione ha la prerogativa fondamentale di creare una sorta di pre-camera all'interno dell'involucro, dove il flusso entrante smorza i suoi effetti cinetici ed avviene la separazione delle due fasi, per poi essere inviate a bassa velocità nella zona dei tubi miscelatori.

4. CONCLUSIONI

I risultati sperimentali ottenuti testando uno svariato numero di aeroevaporatori sono stati fondamentali nella progettazione del nuovo sistema.

Le prove sono state condotte in camere calorimetriche utilizzando tre fluidi refrigeranti tra i più utilizzati oggi (R22, R134a, R404A), in tutti i casi, sia in alta che in bassa temperatura, con DT1 e titolo del vapore variabili (compatibilmente all'uso razionale di un evaporatore) hanno confermato una buona distribuzione del refrigerante nelle alimentazioni molto omogenea.

In particolare, nelle condizioni di funzionamento in bassa temperatura e con alto titolo del vapore (casi molto frequenti quando si utilizza R404A), mentre i distributori tradizionali a "Venturi" hanno qualche problema, il sistema Jet-o-Matic[®] non ha evidenziato nessuna anomalia durante l'impiego.

Inoltre, negli evaporatori che sfruttano il sistema di sbrinamento a gas caldo (efficienze di sbrinamento molto alte rispetto ai sistemi a resistenza elettrica), è possibile evitare l'applicazione del collettore ausiliario, immettendo direttamente il gas caldo, proveniente dalla mandata del compressore, direttamente tra valvola termostatica e il sistema Jet-o-Matic[®], semplificando l'impianto.

Durante il funzionamento di un evaporatore con formazione di brina, una corretta distribuzione del refrigerante nelle alimentazioni, allunga il periodo di funzionamento dello stesso, in quanto la brina si distribuisce in maniera uniforme su tutta la superficie esterna. In tal modo si evitano zone in cui la brina si forma in maniera più sensibile (circuiti più alimentati di refrigerante), e di conseguenza il ventilatore non risentendo di queste maggiori perdite di carico, mantiene la portata dell'aria a valori più alti (e quindi una maggiore potenza termica).

La lunga esperienza condotta ha portato alla progettazione di questo sistema che è stato brevettato e contraddistinto con il marchio Jet-O-Matic[®] LU-VE.

La sua applicazione migliora significativamente l'operatività dell'impianto migliorandone l'efficienza e di conseguenza realizzando un risparmio notevole nel costo totale del ciclo di vita dell'impianto stesso.

Dott. Ing. Umberto Merlo
LU-VE Contardo S.p.A.
Laboratorio Ricerca e Sviluppo