

**Analisi energetica ed economica di un impianto di refrigerazione che utilizza
aeroevaporatori e aerorefrigeranti della serie industriale LHS con sbrinamento a
“glicole caldo”**

Introduzione

Il presente studio ha lo scopo di valutare la convenienza economica di un impianto di refrigerazione che utilizza aeroevaporatori ad espansione diretta in bassa temperatura BT e aerorefrigeranti in normale temperatura NT con sistemi di sbrinamento a glicole etilenico caldo.

Il glicole etilenico riscaldato recuperando una parte del calore di condensazione (desurriscaldamento) durante il funzionamento del ciclo frigorifero, per poi venir inviato – in circuiti dedicati - agli apparecchi posti nelle celle durante la fase di sbrinamento.

In questo modo, l'energia dedicata allo sbrinamento è praticamente gratuita (a parte l'energia utilizzata per far circolare il glicole), a differenza di un normale sistema di sbrinamento a resistenze elettriche.

Il confronto tra i due sistemi di sbrinamento sopra citati è il motivo di questa memoria.

Descrizione dell'impianto

L'impianto di refrigerazione di circa 600 KW frigoriferi (costo totale impianto??) consta di n°23 apparecchi della nuova serie industriale LHS aventi circuiti dedicati alla refrigerazione e circuiti dedicati allo sbrinamento a glicole caldo, di cui n°6 in bassa temperatura (temperatura cella -25°C) e n°17 in temperatura normale (temperatura cella +2°C).

Gli apparecchi in bassa temperatura funzionano con ciclo ad espansione diretta a $DT1=6^{\circ}\text{C}$, quindi temperatura alla aspirazione dei compressori pari a -31°C , mentre gli apparecchi con glicole freddo (prodotto da Chiller) funzionano a $DT1=5^{\circ}\text{C}$. Il Chiller opera ad una temperatura di espansione di -8°C .

In tali condizioni si è valutato il COP dei due sistemi di refrigerazione, in bassa temperatura $\text{COP}=1,04$, mentre in normale temperatura (Chiller) $\text{COP}=2,4$ (temperatura di condensazione 40°C).

Il circuito di produzione del glicole caldo è composto di uno scambiatore di calore tra il gas di mandata dei compressori e il glicole contenuto nel serbatoio di accumulo e di una pompa di circolazione sempre attiva (pompa P1).

I circuiti di sbrinamento sono divisi in due parti :

- uno per gli apparecchi in NT dove viene prelevato il glicole caldo dal serbatoio e fatto circolare durante lo sbrinamento da una pompa P2
- un'altro per gli apparecchi in BT dove è interposto uno scambiatore di calore tra glicole caldo contenuto nel serbatoio e il glicole circolante negli aeroevaporatori con concentrazione superiore; la circolazione è consentita da due pompe (P2 e P3).

Lo sbrinamento viene eseguito ogni 12 ore su n°3 apparecchi per volta in BT e ogni 6 ore su n°4 apparecchi per volta in NT.

Analisi energetica ed economica

Come enunciato in precedenza, il confronto energetico ed economico viene eseguito tra apparecchi aventi sistema di sbrinamento a glicole caldo ed identici apparecchi aventi un sistema di sbrinamento tradizionale elettrico; questo confronto viene eseguito per ogni tipologia di apparecchio installato (n° 5 tipi di modelli – v. Tabella 1).

Il confronto energetico viene eseguito calcolando l'energia utile asportata dalla cella frigorifera, cioè viene sottratta all'energia frigorifera asportata dall'apparecchio, l'energia immessa dai ventilatori e quella immessa durante lo sbrinamento (pari all'energia elettrica consumata durante lo sbrinamento moltiplicata per (1-redimento di sbrinamento)).

Il confronto economico passa attraverso il COP, calcolando infine il costo annuale di esercizio, ipotizzando un costo dell'energia elettrica pari a 0,10 €/kWh.

La differenza di costo di esercizio a pari energia utile prodotta delle due configurazioni, ci permette di calcolare il risparmio annuo di ogni tipologia di apparecchio (delta costo per energia utile prodotta), che moltiplicato per il numero di apparecchi dello stesso modello, ci fornisce il risparmio annuo totale (circa 69000 €/anno).

Per la configurazione con sbrinamento a glicole caldo, occorre sottrarre al risparmio annuo totale le spese di funzionamento delle pompe di circolazione (P1, P2 e P3); tale valore è di circa 2200 €/anno.

L'investimento iniziale sostenuto per la costruzione dell'impianto per sbrinamento a glicole (serbatoio di stoccaggio, pompe di circolazione, linee, valvole, ecc.) e un maggiore costo degli aeroevaporatori/aerorefrigeranti, dovuto al fatto che ci sono circuitazioni aggiuntive, si aggira attorno ai 50000 €

In ultima analisi, si può calcolare il tempo di recupero dell'investimento PBT, pari a circa **8 mesi**.

Conclusioni

Il rendimento di sbrinamento a glicole caldo, rispetto a quello elettrico, è superiore di circa il 50% (60% vs. 40%); il che significa, minore tempi di sbrinamento (a pari potenza immessa e a pari carico di brina) e minore energia dispersa in cella, la quale dovrà essere asportata successivamente dall'aeroscambiatore.

Il risparmio monetario annuo totale (69000 €/anno) può essere tradotto in risparmio di energia elettrica (690000 kWh/anno); e quindi, in una riduzione di emissione di anidride carbonica in ambiente, stimabile (in caso di centrale termoelettrica a gas naturale 630 g_{CO2}/kWh) a 440 tonnellate all'anno.

L'analisi eseguita dimostra che in questo impianto industriale di medie dimensioni si possono recuperare gli investimenti in tempi molto ristretti (8 mesi), adottando una tecnologia relativamente complessa e sostenendo investimenti iniziali relativamente onerosi.

Purtroppo è mentalità comune valutare la convenienza degli investimenti solo sui costi iniziali, trascurando la fondamentale voce dei costi di esercizio, per tutta la vita dell'impianto (nel nostro settore circa 10 anni e più!).

<

Tabella 1