

ENERGIA TERMICA E PROCESSI INDUSTRIALI

Valter Biolchi

INDICE

ENERGIA TERMICA E PROCESSI INDUSTRIALI

INTRODUZIONE	5
PRIMA DI INIZIARE	9
DISSIPARE, RAFFREDDARE, RISCALDARE, RECUPERARE,, TERMOREGOLARE	13
MACCHINE TERMICHE (glossary)	15
DETERMINAZIONE DEL CARICO TERMICO	27
SCELTA DELLA MACCHINA TERMICA E RELATIVA TIPOLOGIA	33
CASE HISTORY	93
CONCLUSIONI	141



REFRIGERATORE o CHILLER

I gruppi frigoriferi, chiller in inglese, sono macchine che sfruttando la compressione e l'espansione di gas particolari consentono di sottrarre calore a un fluido.

Si tratta di macchine vere e proprie, che richiedono una serie di componenti per il proprio funzionamento:

- Compressore
- Condensatore
- Evaporatore

Quindi uniscono una macchina con degli scambiatori di calore.

Allo scopo di questo libro, parleremo genericamente di refrigeratori di acqua, quindi di gruppi frigoriferi che utilizzano un ciclo di compressione ed espansione di un gas frigorifero (freon, ammoniaca), allo scopo di raffreddare acqua (produrre acqua refrigerata), da utilizzare poi nel processo da raffreddare.

Sono quindi macchine che comprendono, oltre alla parte frigorifera, anche una parte idraulica di accumulo e ricircolazione dell'acqua refrigerata.

Sopra ho scritto volutamente 'produrre acqua refrigerata', anche se è un evidente errore, in quanto è più corretto dire che i refrigeratori raffreddano l'acqua sottraendo il calore, riducendone di conseguenza la temperatura.

Esistono due grosse famiglie di refrigeratori, che si distinguono per il fluido di condensazione:

- Raffreddati ad acqua
- Raffreddati ad aria

In pratica, i refrigeratori raffreddati (condensati) ad acqua utilizzano uno scambiatore ad acqua per condensare il gas frigorifero, mentre

i secondi utilizzano appunto l'aria. I secondi sono più rumorosi e più energivori, ma sono 'senza consumo di acqua'.

Ai fini della comprensione di alcuni esempi che citeremo nel corso del libro, è importante capire che il rendimento di un gruppo frigorifero, ovvero la sua resa frigorifera, espressa in KW (o in Kcal/h), è influenzata principalmente da due fattori molto importanti:

1. temperatura desiderata dell'acqua in uscita (temperatura/pressione di evaporazione)
 2. temperatura ambiente (temperatura/pressione di condensazione)
1. In sostanza, al variare verso il basso della temperatura di acqua richiesta, un gruppo frigorifero vede diminuire il proprio rendimento termico. Oppure possiamo dire che un gruppo frigorifero che debba dissipare una definita quantità di energia termica, a una temperatura più alta, consuma meno di un altro che debba dissipare la stessa quantità di energia a una temperatura più bassa.
Esempio: costano di più 100.000 Kcal/h di acqua a 5°C, rispetto a 100.000 Kcal/h a 15°C.
2. Un gruppo frigorifero rende di più in condizioni di temperatura ambientale bassa (entro determinati limiti), rispetto a un'installazione in ambiente più caldo.

Per esemplificare ulteriormente, di seguito trovate un'immagine dell'andamento delle rese di un compressore frigorifero, al variare di temperature di evaporazione e condensazione.

Questa informazione va sempre tenuta presente nel progettare sistemi di raffreddamento, in quanto i gruppi frigoriferi consumano energia e ne consumano di più in condizioni limite per temperatura ambiente e di fluido raffreddato.

Quando si affronta un progetto è importante definire a priori questi limiti, in modo da dimensionare adeguatamente il sistema di raffreddamento alle condizioni operative corrette.

Conviene sempre sovradimensionare gli elementi passivi dei sistemi, come gli scambiatori di calore, infatti un gruppo frigorifero che 'gira' consuma energia ogni minuto/ora/giorno/mese che lavora, mentre uno scambiatore più grande presenta un costo solo al momento dell'investimento.

R407C

Model: ZR250KCE-TWD

Capacity

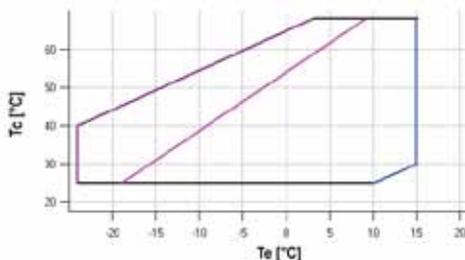
Cooling capacity [kW]

$t_c \setminus t_e$	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15
25	24.79	31.03	38.41	47.06	57.12	68.74	82.04	-
30	23.30	29.34	36.46	44.81	54.54	65.77	78.65	93.32
35	21.74	27.55	34.40	42.43	51.80	62.63	75.06	89.24
40	20.10	25.66	32.22	39.92	48.91	59.32	71.29	84.96
45	-	23.68	29.93	37.28	45.87	55.84	67.33	80.48
50	-	-	27.53	34.51	42.68	52.19	63.18	75.79
55	-	-	-	31.61	39.35	48.39	58.86	70.90
60	-	-	-	-	35.88	44.42	54.35	65.82
65	-	-	-	-	-	40.30	49.67	60.53

Power input [kW]

$t_c \setminus t_e$	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15
25	8.97	9.07	9.16	9.21	9.17	9.00	8.64	-
30	9.97	10.05	10.16	10.26	10.31	10.26	10.07	9.68
35	11.14	11.18	11.28	11.41	11.52	11.57	11.51	11.29
40	12.54	12.51	12.58	12.71	12.85	12.97	13.01	12.94
45	-	14.09	14.10	14.20	14.35	14.51	14.64	14.68
50	-	-	15.89	15.94	16.08	16.25	16.43	16.56
55	-	-	-	17.98	18.07	18.23	18.43	18.62
60	-	-	-	-	20.38	20.51	20.71	20.93
65	-	-	-	-	-	23.13	23.30	23.53

Application range



- Maximum evaporating temperature
- 25°C suction gas temperature
- 10K gas overheat

Operating conditions: 10K suction superheat, 0K subcooling

t_c - Condensing temperature [°C]

t_e - Evaporating temperature [°C]