Impianti termoelettrici

Rendimenti tipici cicli : 0,4 - 0,45

Ciclo Rankine : • $P = 60$ MW • $T_{max} = 600$ °C

Hirn

risurriscaldamento • $p_{max} = 40$ bar • $\dot{m} = 57,430$ kg/s

+

spillamento • $p_{min} = 0,1$ bar



Ciclo Joule - Brayton :

$T_{max} = 1200 - 1500$ K

$p_{max} = 8 - 4$ bar

$W = 70 - 80$ MW



Ciclo Otto :

$p_{max} = 75$ bar $r_v = 8$

$T_{max} = 2500,00$ K $n'_{giri} = 6000$

$W = 75,14$ KW

$\dot{m} = 88,32 \cdot 10^{-3}$ kg/s

Ciclo Diesel :

• $r_c = 2$

• $V = 1500$ cm3

• $r_c = 2$ (Rapporto di combustione)

• $r_v = 15$

• n' giri = 2000





Scambiatori di calore

- **Miscelamento:**
  - **Torri evaporative** $\left(w = \text{Umidità} = 0{,}622 \frac{p_v}{p - p_v}\right)$ ⇒ Grandi quantità d'acqua ($4{,}5 \cdot 10^7$ lb/h)
  - **Miscelatore** ⇒ Utilizzato nei cicli Rankine-Hirn con spillamento ($x = 0{,}15$ ma comunque variabile)

Scambiatori di calore a rigenerazione: Utilizzati quando:
- grande temperatura di uno dei due fluidi
- non si vuole miscelamento
- Presenza di particelle solide ⇒ si evita sporcamento

Scambiatore di calore a superficie

Situazione di impiego: non si vuole miscelamento.

Classificazione: ha bisogno di
- **Superficie che separa i fluidi:** piane, cilindriche
- **Disposizione del flusso:** controcorrente, equicorrente, flusso incrociato, singolo passaggio, passaggio multipli
- **Fluidi operativi utilizzati:** gas-gas, liquido-liquido, ecc. ecc.
- **Tipo di servizio:** Riscaldatori, Refrigeranti, Evaporatori, Condensatori

Tipologie

- Scambiatori a fascio tubiero (tubo e mantello) : - Indice di compattezza basso
  - Problemi di sporcamento ben gestibili
  - Incremento del calore scambiato

- Scambiatori a piastre
  - elevato coefficiente di scambio ⇒ Utilizzati con fluidi a bassi h
  - Problemi dello sporcamento delle superfici
  - Facile progettazione e versatilità nelle taglie

master COPY

- Scambiatori a piastre alettate
- Scambiatori a tubi alettati
- Scambiatori di calore compatti
- Scambiatori di calore a spirale

master COPY CARTOLERIA

Perdite di pressione associate a elevati indici di compattezza

$$\Delta p = \frac{\dot{m}^2}{2\rho_{in} A^2}\left\{\left[K_c + K_e\frac{\rho_{in}}{\rho_{out}}\right] + \left[\frac{4f\cdot L}{D_h}\rho_{in}\left(\frac{1}{\rho}\right)_m + 2\left(\frac{\rho_{in}}{\rho_{out}} - 1\right)\right]\right\}$$

Indice di compattezza : $\frac{A}{V}$

Scambiatori compatti : $\frac{A}{V} > 700\ \frac{m^2}{m^3}$

master COPY

Dimensionamento

Due metodi: . Noto Coarco Su superficie ma : parametri fisici ⇒ Temperatura media logaritmica ΔT_{LMTD} + Coefficiente globale di Scambio U

Per geometrie complicate ⇒ $F \cdot \Delta T_{LMTD}$ F= Fattore di correzione ⇒ Tramite diagrammi empirici

Valori tipici di U: 20 (gas-gas a p normale) ÷ 5000 (Vaporizzatori con liquido)

. La geometria è nota ma non sono note le temperature di uscita
⇒ Valutazione tramite ε, NTU e C^*

$$\varepsilon = \frac{Q}{Q_{max}} \qquad Q_{max} = C_{min}\left(T_{hin} - T_{cin}\right)$$

$$C^* = \frac{C_{min}}{C_{max}} \qquad NTU = \frac{A \cdot U}{C_{min}}$$

Tramite diagrammi sperimentali ⇒ $\varepsilon = f(NTU, C^*)$; per $C^* = 0$ ⇒ efficienza max (non saturazione)

Fouling: Quantifica la riduzione dello scambio dovuta allo sporcamento aggiungendo due resistenze termiche addizionali.

Valori tipici:

	$R\left(\frac{m^2K}{W}\right)$
Acqua distillata	0,0001
Olio combustibile	0,0004
Vapore d'acqua	0,0001
Aria	0,0004

master COPY

Cicli Combinati

Sfruttare le notevoli quantità di calore ora disponibili a temperature medio-alte in alcuni sistemi di conversione termoelettrica tradizionale

- η aumenta del 5% ÷ 6% rispetto al ciclo singolo
- η_{tot} max quando i due cicli hanno rendimenti simili

Metodo più efficace per ottenere il max rendimento exergetico ⇒ utilizzo fluidi dalle caratteristiche fisiche simili ⇒

I. Cicli Brayton - Brayton
II. Cicli Brayton - Rankine-Hirn

⇒ Meglio il I (meno costi: pompe, condensatori, depuratori ecc.)

Ciclo Brayton - Brayton

Superiore

$\dot{m} = 10$ Kg/s
$p_{max} = 12$ bar
$T_{out} = 210$ °C
$T_{max} = 1318,46$ °C
$\dot{m}_c =$
$W = 3,64$
$W_{tot} = 6,64$ MW
$\eta = 43,46$ %

Inferiore:

$W = 1$ MW
$p_{max} = 3,5$ bar
$T_{max} = 550$ °C
$\dot{m} = 1783$ Kg/s

Rapporti comuni aria combustibile:

- Generico Combustibile ⇒ $\frac{\dot{m}_a}{\dot{m}_c} = 40 \div 50$
- Carbone ⇒ $\frac{\dot{m}_a}{\dot{m}_c} =$ /

Per i combinati II

Per migliorare i rendimenti dei combinati

- Aumentare i livelli di pressione
- Migliorare rendimento turbina

⇒ Si porta il rendimento a $\eta = 57,1$ %
$P = 380$ MW