

"CONVERSIONE DELL'ENERGIA"

(Prof. Ennio Macchi)

VERIFICA del 07/06/2007

Parte prima: domande per cui è richiesto uno sviluppo numerico e/o la stesura di grafici e schemi (si assumano valori ragionevoli per tutti i dati non indicati nel testo e necessari per le risposte)

Esercizio N.1

Si consideri una turbina che deve espandere elio (gas monoatomico, massa molecolare = 4).

Condizioni di progetto:

- $P_{in} = 5 \text{ bar a}$
- $T_{in} = 800 \text{ °C}$
- $P_{out} = 1 \text{ bar a}$
- Portata massica: 20 kg/s

Si chiede:

1. di scegliere il numero di stadi della turbina
2. di calcolare triangoli di velocità ragionevoli per il primo e l'ultimo stadio della macchina.

Esercizio N.2

Si consideri la linea di preriscaldamento del condensato di un ciclo a vapore. Si assumano i seguenti dati

- Potenza netta del ciclo: 500 MW
- Rendimento elettrico netto del ciclo: 40%
- Temperatura di condensazione: 35 °C (calore di condensazione a 35 °C = 2400 kJ/kg)
- Temperatura al degasatore: 130°C
- Pressione al degasatore: 2.7 bar a

Si chiede:

1. di tracciare lo schema di impianto relativo alla porzione compresa fra il condensatore e il degasatore
2. di calcolare la potenza dissipata per attrito nella pompa di estrazione condensato e la frazione di essa eventualmente recuperabile
3. di calcolare la perdita di potenza reversibile provocata dalle irreversibilità nel primo preriscaldatore

Esercizio N.3

Si consideri un ciclo combinato a un livello di pressione, basato su una turbina a gas avente una $T_{OT} = 550\text{°C}$ e una portata di gas di scarico di 200 kg/s. Si ipotizzi una condensazione ad aria, con temperatura dell'aria ambiente pari a 40°C. Si chiede:

1. di tracciare lo schema di impianto e un diagramma realistico temperatura-calore della caldaia a recupero nelle due seguenti ipotesi:
 - a. ΔT di subcooling = 0 °C (possibile solo introducendo una valvola)
 - b. ΔT di subcooling = 20 °C
2. di indicare in quali processi/componenti del ciclo a vapore si verificano le maggiori irreversibilità
3. di indicare quali delle irreversibilità sopra indicate diminuirebbero e quali aumenterebbero adottando un ciclo a due livelli di pressione

Esercizio N.4

Si consideri un ciclo di turbina a gas, caratterizzato dai seguenti parametri operativi:

- $T_{\text{aria ambiente}} = 15\text{°C}$

- P ambiente = 1.01325 bar
- Rapporto di compressione = 18
- TIT = 1400°C

Si chiede:

1. di tracciare l'andamento realistico nello stesso piano TS (per evidenziare le differenze) dei tre cicli relativi alle seguenti ipotesi:
 - a. perdita di carico all'aspirazione del compressore = 0.10 bar
 - b. perdita di carico all'ingresso della turbina = 0.5 bar
 - c. perdita di carico allo scarico = 0.10
- 2 di confrontare le perdite di rendimento complessive provocate da ognuna delle tre perdite di carico.

Parte seconda: domande che non richiedono sviluppi numerici

1. Si descrivano le diverse opzioni di confinamento geologico dell'anidride carbonica
2. Si elenchino le peculiarità del mix energetico per la produzione di energia elettrica in Italia rispetto alla situazione europea
3. Si descrivano i compiti istituzionali dell'Autorità dell'energia e elettrica e del gas
4. Si confrontino le esternalità di una centrale a polverino di carbone e di un ciclo combinato a gas naturale
5. Si indichi in quali parti di una turbina a vapore di grande taglia è probabile che si verificano flussi transonici e/o supersonici
6. Si spieghi perché nelle turbine a vapore di piccola taglia si adottano generalmente stadi ad azione
7. Per quali applicazioni possono essere più attraenti i cicli binari?
8. Perché non si effettuano spillamenti rigenerativi dalla turbina a vapore nei cicli combinati?
9. Quali sono i provvedimenti più efficaci per diminuire le irreversibilità nel processo di combustione di una turbina a gas?
10. Perché le isobare della zona liquida nel piano TS sono molto vicine alla curva limite inferiore?
11. Perché in una turbina a gas una perdita di carico all'aspirazione del compressore provoca una diminuzione della potenza utile?
12. Spiegare, alla luce dell'analisi entropica, perché esiste una pressione ottimale per effettuare il risurriscaldamento in un ciclo a vapore
13. Tracciare gli andamenti qualitativi dei diagrammi T-Q per un preriscaldatore dell'acqua alimento di alta e di bassa pressione
14. Perché in genere nelle caldaie a recupero dei cicli combinati si adottano DT di pinch point inferiori ai DT di approach point?
15. Perché generalmente i coefficienti di perdita nella schiera rotorica di uno stadio a reazione sono inferiori di quelli di uno stadio ad azione?
16. Perché il rendimento politropico medio di espansione in una turbina a gas è generalmente superiore di quello di una turbina a vapore?
17. Per uno stadio di turbina operante a basso numero specifico quali tipologie di perdite sono più elevate rispetto a uno stadio a numero di giri specifico ottimale?
18. Quali vantaggi e quali svantaggi comporta l'adozione di un fluido di lavoro ad elevata complessità molecolare in un ciclo a vapor saturo?
19. Tracciare l'andamento qualitativo dell'isobara critica nel piano temperatura-entropia per un fluido a molecola semplice e per uno a molecola complessa commentando le differenze
20. E' corretto ipotizzare che in una pompa il processo sia isoterma?