

Tema 5/i

POLITECNICO DI TORINO

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
I SESSIONE ANNO 2003

SEZIONE B – SETTORE INDUSTRIALE – CLASSE INGEGNERIA INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DEL 25/9/2003

È richiesto lo studio di un intervento di risparmio energetico da effettuare in uno stabilimento adibito alla lavorazione di nastri d'acciaio laminati a caldo.

La lavorazione comprende trattamenti di decapaggio, laminazione a freddo, ricottura in forni e zincatura a caldo. L'intervento proposto riguarda il reparto della zincatura a caldo, che viene effettuata in continuo in appositi forni.

L'intervento consiste nel recupero di calore dai fumi del camino dell'impianto di zincatura mediante un apposito generatore di vapore a recupero per la produzione di vapore da immettere nella rete vapore dello stabilimento, che è alimentata da un generatore di vapore a gas naturale. Il vapore viene utilizzato per i processi produttivi e per il riscaldamento degli ambienti.

Il forno di zincatura è alimentato a gas naturale. Nelle condizioni nominali di funzionamento si ha:

- > portata dei fumi: 80000 m³/h (metri cubi/ora nelle condizioni normali di 1.013 bar e 0 °C)
- > temperatura dei fumi all'uscita del forno: 350 °C

Il generatore di vapore a recupero deve raffreddare i fumi fino alla temperatura di 150 °C, producendo vapore surriscaldato alla pressione di 5 bar, a partire da una temperatura dell'acqua sottoraffreddata in ingresso di 50 °C.

Si hanno a disposizione i dati seguenti:

densità dei gas di combustione in condizioni normali	1.32	kg/m ³
calore specifico dei gas di combustione (valore medio tra le temperature indicate)	1090	J/(kg °C)
potere calorifico del gas naturale	34.3	MJ/ m ³

entalpia dell'acqua sottoraffreddata a 5 bar e 50 °C	209.7	kJ/kg
entalpia dell'acqua satura a 5 bar (temperatura di saturazione 151.87 °C)	640.4	kJ/kg
entalpia del vapore saturo a 5 bar	2748.6	kJ/kg

entalpia del vapore surriscaldato a 5 bar e 160 °C	2767.2	kJ/kg
5 bar e 170 °C	2789.7	kJ/kg
5 bar e 180 °C	2811.7	kJ/kg
5 bar e 190 °C	2833.5	kJ/kg
5 bar e 200 °C	2854.9	kJ/kg
5 bar e 220 °C	2897.4	kJ/kg
5 bar e 240 °C	2939.3	kJ/kg
5 bar e 260 °C	2980.9	kJ/kg
5 bar e 280 °C	3022.4	kJ/kg
5 bar e 300 °C	3063.7	kJ/kg
5 bar e 320 °C	3105.2	kJ/kg
5 bar e 340 °C	3146.6	kJ/kg

Con riferimento ai dati precedenti, il Candidato sviluppi i punti seguenti, assumendo in via approssimata che la pressione dell'acqua e del vapore nel generatore di vapore sia costante e pari a 5 bar:

- scelta delle temperatura del vapore surriscaldato all'uscita del generatore di vapore a recupero e determinazione della portata di vapore nelle condizioni nominali di funzionamento
- calcolo della potenza termica recuperata
- scelta del tipo di generatore di vapore a recupero
- dimensionamento di massima del generatore di vapore, con la determinazione della superficie di scambio termico
- calcolo del risparmio nel consumo di gas naturale, nell'ipotesi che il generatore di vapore funzioni nelle condizioni nominali per 8200 ore/anno
- calcolo del risparmio nel consumo di gas naturale, nell'ipotesi che il generatore di vapore funzioni per 8200 ore/anno, ma con una portata dei fumi pari al 60 % di quella nominale (con la temperatura dei fumi all'uscita del forno ancora pari a 350 °C).

Il Candidato indichi infine le modalità di una verifica in esercizio delle prestazioni del generatore di vapore a recupero e del risparmio di gas naturale.