

Tema 1

Una condotta forzata trasporta un flusso di acqua con un dislivello L . Il tracciato della condotta prevede, nel tratto terminale in piano, un gomito di 90° . Il gomito è costituito da un tubo flangiato alle estremità (vedi figura) che si collega a due tubazioni ancorate mediante plinti al terreno in corrispondenza delle flange. Sulla base delle caratteristiche elencate di seguito, il candidato dovrà:

1 – Determinare i carichi cui sarà sottoposta la tubazione sia in condizioni statiche che durante il deflusso dell'acqua (trascurare il peso proprio del tubo). Per semplificare i calcoli potranno essere assunte approssimazioni purché cautelative.

2 – Determinare lo spessore e il diametro del tubo assumendo una maggiorazione della pressione del 20% per tener conto di eventuali colpi di ariete e un sovrametallo di 2mm per tener conto dell'erosione.

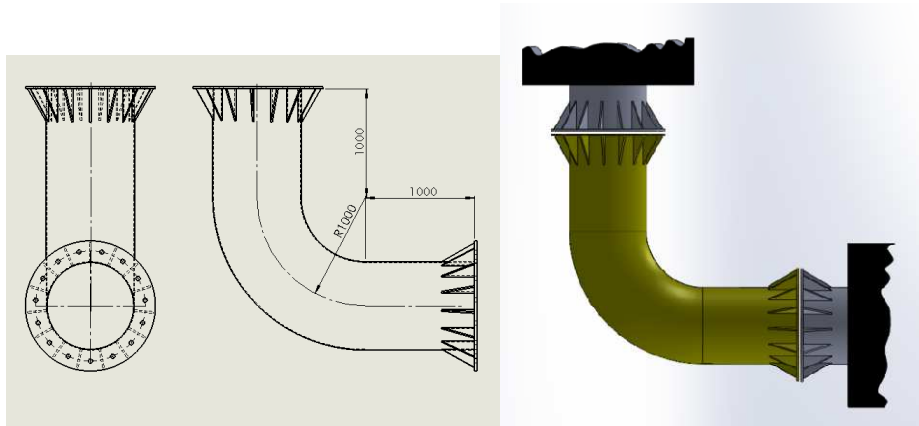
3 – Valutare i carichi cui saranno sottoposti i collegamenti flangiati di estremità e decidere se detti carichi potranno essere sopportati unicamente dai collegamenti flangiati o se sarà necessario un plinto con un ancoraggio reggispinta del gomito.

Nel caso che si ritenga necessaria la realizzazione di un ancoraggio (giustificandone il motivo), indicare unicamente i carichi che questo ancoraggio dovrà sopportare (e trasferire al terreno) senza altri calcoli sull'ancoraggio né sulla soluzione costruttiva e procedere al dimensionamento delle flange.

Nel caso che si ritengano sufficienti i collegamenti flangiati, eseguirne il dimensionamento.

Per dimensionamento si intende determinazione del numero e diametro dei bulloni, diametro e spessore della flangia, numero e dimensione dei fazzoletti di rinforzo saldati. Il numero di bulloni (15) riportato sul disegno è puramente indicativo. I candidati potranno fare l'ipotesi che le flange siano perfettamente rigide. Al termine del dimensionamento dovranno valutare se quest'ipotesi è ragionevole e se è cautelativa. Non dovranno comunque affinare ulteriormente i calcoli.

4 – Il candidato valuti la potenza disponibile alla sbocco della condotta forzata.



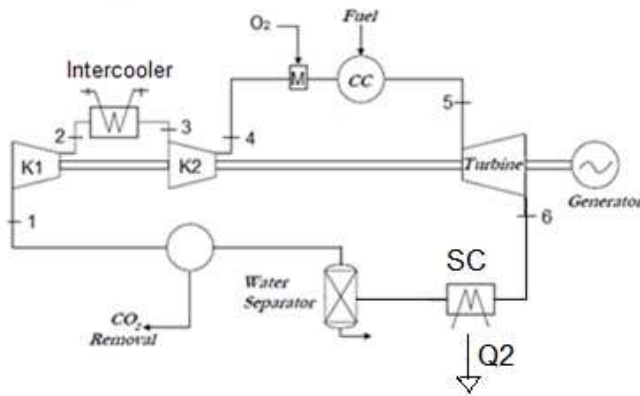
L	Portata	Velocità del fluido	Carico snervamento tubo	Classe bullone
100 m	$5\text{m}^3/\text{s}$	5m/s	220MPa	8.8

Suggerimento: il gomito sarà soggetto ai carichi derivanti dalla pressione e a quelli dovuti alla deviazione del flusso.

Tema 2

L'impianto rappresentato nella figura sottostante può essere definito a "zero emissioni" in quanto è costituito da un ciclo chiuso in cui viene utilizzato Biossido di Carbonio come fluido operativo. La combustione del metano viene realizzata attraverso l'immissione, realizzata a valle dei compressori dell'impianto, di un quantitativo stechiometrico di ossigeno (preventivamente separato dall'aria e compresso in una sezione dell'impianto non di interesse per lo svolgimento dell'esercizio). I prodotti della combustione espandono in turbina e vengono poi raffreddati in uno scambiatore di calore (denominato SC in figura) e nell'unità di condensazione e separazione del vapore acqueo posti in serie (vedi figura). La portata in massa di CO₂ elaborata dai compressori è costante e pari a 32 volte quella del combustibile bruciato, il quantitativo prodotto con la combustione viene costantemente rimosso dall'impianto e stoccato. Le condizioni di aspirazione del primo compressore (punto 1) sono pari a 1 bar e 42 °C, mentre la potenza utile è pari a 9,5 MW. In base ai dati riportati nella tabella sottostante e alla configurazione impiantistica si determini:

- Le portate di tutte le specie chimiche circolanti nell'impianto;
- la potenza assorbita dai compressori e il rendimento di impianto;
- il quantitativo di calore asportato nell'intercooler (considerando un rendimento di scambio pari a 0,85);
- si effettui inoltre una stima delle caratteristiche costruttive, potenza e rendimento di un ciclo sottoposto a vapore che sfrutti il calore di recupero ottenuto dal raffreddamento dei fumi in uscita dalla turbina.



Per lo svolgimento dei calcoli si consideri inoltre una perdita di carico in camera di combustione pari al 5%.

Università degli Studi di Perugia
 ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
 SEZIONE A
 SESSIONE DI GIUGNO 2018

Prova Pratica del 09 luglio 2018 – Settore Industriale
 Classe LM-33 – Ingegneria Meccanica

β compressore 1	8	Coefficienti di Langen	A_p	b	A_v	
β compressore 2	9		(kJ/kg K)	(kJ/kg K ²)	(kJ/kg K)	
perdita pressione c.c.	5%		O2	0,942	0,000117	0,68
T3	350K		H2O	2,311	0,000194	1,849
$\eta_{turbina}$	0,9		CO2	1,294	0,0000419	1,105
$\eta_{compressori}$	0,85		LHV metano	48000 kJ/kg		

Si effettui inoltre il dimensionamento del primo stadio assiale del compressore K1 in base ai seguenti dati:

Condizioni ingresso		
P01	100000	Pa
T01	315,00	K
Coeff. Portata ϕ	0,5	Ca/u
Coeff. Pressione ψ	0,6	Lsp/u²
c1=c1a	110	m/s
N	8000	rpm
η politr. Stadio	0,9	
Ip. di progetto: mantengo componente assiale costante ed entrata alla macchina completamente assiale		

Si determini:

- Grandezze termodinamiche nelle varie sezioni dello stadio;
- caratteristiche geometriche e rapporto di compressione statico e totale dello stadio;
- stimare inoltre il numero di stadi che costituiscono la macchina.

Tema 3

Si dimensiona un impianto di condizionamento a tutt'aria per una sala ristorante ubicata nel Comune di Genova.

Per l'aria esterna si assumano le seguenti condizioni termoigrometriche di progetto:

- inverno: temperatura = 0°C; umidità relativa = 65%;
- estate: temperatura = 30°C (temperatura massima di progetto); umidità relativa = 60%.

Si assumano valori opportuni per le condizioni termoigrometriche dell'aria interna.

L'ambiente ha altezza pari a 3.5 m e pianta rettangolare con lati di 20 m (a nord e a sud) e 15 m (a est e a ovest).

La capienza massima della sala è 30 persone e per i ricambi d'aria si assumano 35 m³/h persona.

La parete a nord confina con un ambiente climatizzato, mentre quella a est confina con un ambiente non climatizzato destinato a magazzino.

Le pareti esposte a sud e a ovest affacciano sull'esterno e sono costituite per il 30% da infissi vetrati: la trasmittanza degli infissi è pari a 3 W/m² K e non sono dotati di sistemi di oscuramento.

Si consideri per la parete opaca principale una stratigrafia appropriata; per il calcolo della trasmittanza delle pareti si assumano i valori di resistenza termica superficiale $R_{si} = 0.13 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ (strato interno) e $R_{se} = 0.04 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ (strato esterno). La trasmittanza del solaio di copertura e di pavimentazione è di 0.7 W/m² K.

Per quanto riguarda i ponti termici si assuma una maggiorazione, espressa in %, opportuna rispetto al carico termico totale sia in estate sia in inverno.

Si consideri inoltre che l'impianto di illuminazione è costituito da lampade caratterizzate da un'efficienza specifica di 60 lumen/W; si raccomanda che la potenza delle lampade garantisca sul piano orizzontale un illuminamento pari a 300 lux.

Assumendo quando necessario le ipotesi più opportune, il candidato:

- a) determini il carico termico totale, in estate e in inverno, nelle condizioni più gravose: si assuma che il carico igrometrico di ciascuna persona sia pari a 55 g/h in estate e 30 g/h in inverno e si consideri che all'interno dell'ambiente sono presenti ulteriori sorgenti di calore che sviluppano 1 kW;
- b) descriva e disegni i trattamenti estivo e invernale dell'aria sul diagramma psicrometrico (v. ALLEGATO 1);
- c) determini la portata d'aria totale dell'impianto di condizionamento;
- d) valuti la fattibilità tecnica del ricircolo dell'aria, disegni i trattamenti con ricircolo sul diagramma psicrometrico (v. ALLEGATO 1) e stimi il risparmio energetico ottenuto; si valuti inoltre come alternativa l'ipotesi di adottare un recuperatore di calore e si confrontino le due soluzioni ove possibili;
- e) determini la potenzialità della batteria di pre-riscaldamento, di quella di raffreddamento e di quella di post-riscaldamento e la portata d'acqua dell'umidificatore adiabatico;
- f) scelga un generatore di calore opportuno a servizio dell'impianto, ne determini la potenzialità e fornisca una stima approssimata del consumo annuo di combustibile.
- g) determini la potenzialità di una macchina frigorifera a compressione a servizio dell'impianto;
- h) dimensiona la rete di distribuzione dell'aria (canali, terminali, portata e prevalenza del ventilatore di mandata, v. ALLEGATO 2);
- i) disegni e spieghi lo schema di un impianto di condizionamento a tutt'aria con eventuale ricircolo.