01/10/2013

PROGRAMMA:

- MOVIMENTAZIONE di FLUIDI (pompe, ventilatori ...)
- MIXING
- CRISTALLIZZAZIONE INDUSTRIALE
- ESSICCAMENTO
- SEPARAZIONI MECCANICHE (solido/liquido) filtri, centrifughe, sedimentatori
  - GAS/solido (a gravità, inerziali, filtri)
  - Liquido / liquido

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

TESTI

- PERRY
- COULSON

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

MOVIMENTAZIONE di FLUIDI

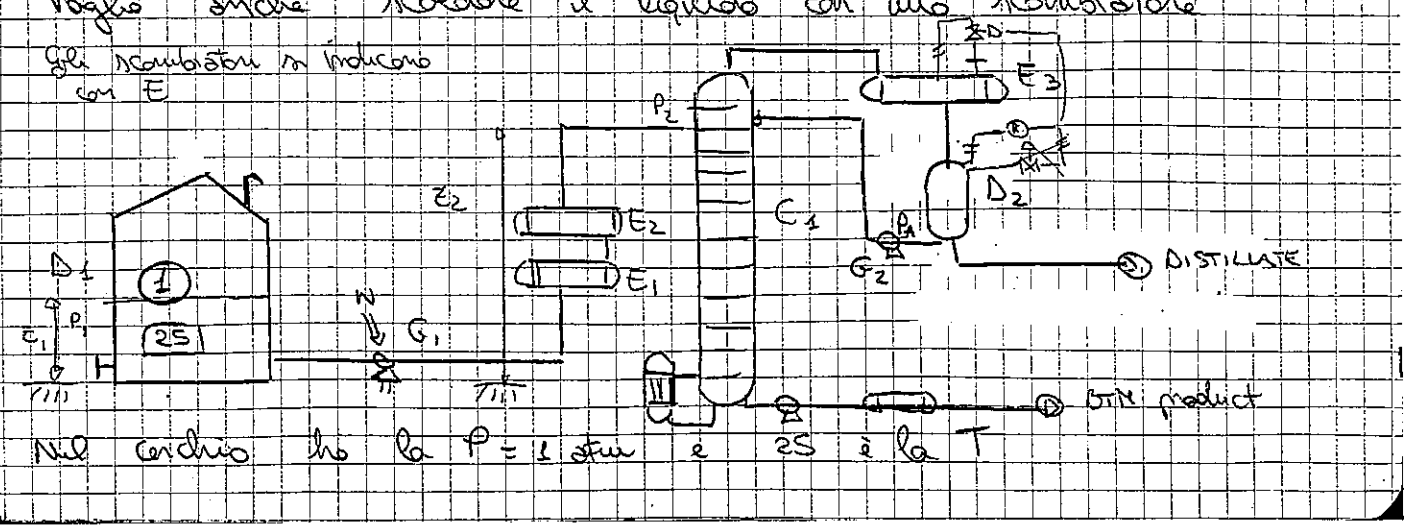
FLUIDI = liquidi, gas/vapori, miscele gas-liquido o vapore-liquido (miscele bifasiche), solido, miscele solido liquido, solido-gas (in questo caso si parla di trasporto PNEUMATICO) si incontra nell'essiccamento

LIQUIDI

Per <u>impianti</u> si intende un insieme di bursoletti e tubazioni che fungono da collegamenti tra i bursoletti, il tutto assistito da sistemi di controllo.

<u>SERBATOI</u>: Ho un serbatoio da cui esce una tubazione e voglio pompare il liquido ad un altro bursoletto. Voglio anche scaldare il liquido con uno scambiatore

Gli scambiatori si indicano con E



Nel cerchio ho la P = 1 atm e 25 è la T

In questo caso ho la P assoluta ma potrei avere anche la P relativa che è quella rispetto all'ambiente. In questo caso la P relativa è ZERO.
La colonna ha un prodotto di testa e uno di fondo.
Ho un condensatore di testa con serbatoio di raccolta e un riflusso cioè del liquido che torna in colonna e un distillato che era del P&ID.
In fondo ho il reboiler a circolazione naturale che costa meno. (se il fluido lo permette)
Questo impianto non funziona. (va modificato)
Il serbatoio D2 è a P atmosferica: lo vedo da come è disegnato. Quando svuoto qualcosa devo far entrare l'aria che va ad occupare lo spazio che prima era occupato dal fluido. Ho sul tetto un tubo un mondo ad ombrello in modo che non ci piova dentro. Il tubo è aperto e a seconda del livello del fluido entra o esce aria. Se non posso far entrare aria perché il fluido non può essere a contatto con aria devo usare un gas inerte (tipo azoto). Nel serbatoio devo avere un bocchello di ingresso per eventuale aggiunta.
Se voglio che la colonna in testa lavori a 2,5 ateu posso avere un fluido che non bolle a T troppo alta nel basso e quindi posso usare un vapore al reboiler non troppo costoso.
Come faccio a vedere che lavora a 2,5 ateu?
Lo vedo dal condensatore e dal serbatoio D2. Il serbatoio D2 non può avere uno sfiato ad ombrello perché vorrebbe dire che ho un condensato e un distillato a P = 1 ateu e la colonna non andrebbe in pressione.
Quindi devo mettere una valvola e un controllore di P.
È buona norma mettere anche uno sfiato con valvola al condensatore per mantenere la P
Per essere più agevole potrei collegare condensatore e D2 ad una stessa valvola così che sono alla stessa P.
La valvola è una sorta di molla con un peso che si apre quando aggiungo una certa P e sfiata un po' di vapore

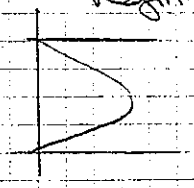
Troviamo ancora una serie di cose:
Voglio pompare il liquido da D_2 alla C_1. La bilancia non ci va. Ha termini energetici:

$$\frac{P_1}{\rho} + gz_1 + \frac{\alpha v_1^2}{2} + W = \frac{P_2}{\rho} + gz_2 + \frac{\alpha v_2^2}{2} + F$$

- $\frac{P_1}{\rho}$: quota piezometrica
- gz_1: quota geodetica
- $\frac{\alpha v_1^2}{2}$: energia cinetica nel bacchello di uscita
- W: potenza per unità di massa della pompa
- $\frac{\alpha v_2^2}{2}$: energia cinetica all'ingresso di C_1
- F: perdite per attrito

α è un coefficiente che tiene conto del profilo di $\vec{v}$ nel tubo perché la $\vec{v}$ è massima al centro e minima alla parete. Si considera la $\vec{v}$ media.

Regime LAMINARE $\alpha = 0{,}5$



Se il profilo è turbolento:



$\alpha = 1$

$Re > 2100$

Il bilancio scritto sopra viene fuori da un integrale sulla sezione del tubo.

F = termine di FRICTION = perdite di carico distribuite + perdite di carico concentrate

Le perdite distribuite sono le perdite che ha il fluido muovendosi nel tratto di tubo:

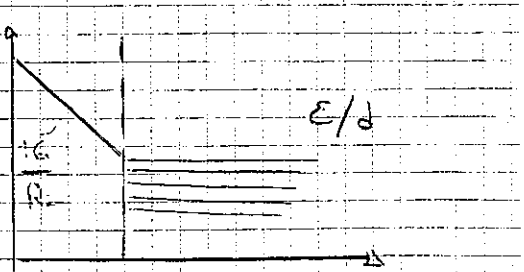
$$F_{DISTR} = 4f \cdot \left(\frac{L}{d}\right) \frac{u^2}{2}$$

$u = \vec{v}$ media

f = fattore di attrito

Se cambia sezione deve calcolarlo per ogni tratto

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745



Per moto turbolento f varia a seconda della rugosità del tubo che invece non ha effetto in moto laminare

$F_{CONCENTRATE} = \sum_i K_i \frac{v^2}{2}$ è la somma delle unità cinetiche perse e dipende da com'è il piping (o il layout) cioè se ho curve a gomito nella tubazione o curve dolci ecc e si hanno tabelle per i K a seconda del tipo di tubazione (FITTINGS). Per ogni tratto sommo la perdita di carico concentrata. Oppure una curva a gomito equivale ad un tot di lunghezza di tubazione dritta e quindi faccio la somma della lunghezza totale.

La $\vec{v}$ del liquido è circa di 1 ÷ 2 m/s.
Più il fluido è veloce più la tubazione è piccola e ho risparmio ma dall'altra parte aumentano le ΔP e quindi aumentano i costi di esercizio.
Devo stare attento ai tratti di aspirazione della pompa perché potrei avere problemi e quindi faccio una tubazione più larga con $\vec{v}$ più bassa ($\vec{v}$ = 0,5 m/s)

La colonna è dimensionata in base ad una portata di esercizio e quindi devo fissare una velocità per poi andare a scegliere i diametri delle tubazioni e di conseguenza le valvole e le flange che dipendono da d.

Dopo il condensatore la tubazione non è piena ma parzialmente piena e lo rosso fare più grossa perché il liquido scende per gravità spinto dal piccolo battente nel condensatore.

La potenza da dare alla pompa è legata al salto di P, alla quota geodetica da vincere e alle perdite di carico da superare:

$$W = \left(\frac{P_2 - P_1}{\rho}\right) + g\,(z_2 - z_1) + F$$

So che $P_2 - P_1$ = 1,5 atm

$z_2 - z_1$ = 20 − 2 = 18 m (battente serbatoio ingresso in colonna)

h colonna totale ≈ 30 m

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

Le perdite di carico in uno scambiatore sono circa 30 kPa/col

- Finché sono a P dell'ordine di 40-50 m di fluido allora posso usare una POMPA CENTRIFUGA o una GIRANTE.
- Se ho una differenza di P più elevata da vincere devo scegliere una CENTRIFUGA MULTIGIRANTE oppure scegliere una POMPA VOLUMETRICA.

Una pompa centrifuga non dà elevatissime prevalenze (massimo 50 m di fluido). Una multigirante è come avere tante centrifughe insieme. Le volumetriche invece permettono di avere elevate prevalenze.

Per quanto riguarda LE PORTATE

- le pompe centrifughe vanno da $1\ m^3/h$ fino a massimo $400 \div 500\ m^3/h$
- le pompe volumetriche (che si riferiscono alle multigirante che sono più complesse) arrivano fino al massimo di $200\ m^3/h$ (portate più basse).

(POMPA CENTRIFUGA → ALTA PORTATA e BASSA PREVALENZA)
(POMPA VOLUMETRICA → BASSA PORTATA e ALTA PREVALENZA)

Poi devo scegliere il tipo di montaggio e assemblaggio

Per la pompa ho il lavoro:

$$\dot{L} = W \cdot \dot{m} \quad [Watt]$$

$\dot{m}$ in kg/s

Dove:

$$W = \frac{\Delta P}{\rho} + g\Delta z + \frac{\Delta u^2}{2} + F \qquad \text{eq di Bernulli ENERGIA}$$

$$\Delta P_{pompa} = W \cdot \rho = \Delta P + \rho g \Delta z + \rho \frac{\Delta u^2}{2} + \rho F \rightarrow \text{DIFFERENZA PRESSIONE tra aspirazione e MANDATA}$$

$$\Delta H_{pompa} = \frac{W}{g} = \frac{\Delta P}{\rho g} + \Delta z + \frac{\Delta u^2}{2g} + \frac{F}{g} \rightarrow \text{QUOTE (metri di fluido)}$$

$$\dot{L} = W\dot{m} = \rho W \cdot \dot{G}_v = \rho g \Delta H \cdot \dot{G}_v$$

$\dot{G}_v$ = portata volumetrica

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 0837745