Impianti Chimici

Esercitazione del 02 02 2005

1

Un serbatoio (di volume $V = 15\ m^3$) contiene gas metano ($M = 16\ kg/kmole$, viscosità $\mu = 1.1 \cdot 10^{-4} Pa \cdot s$) inizialmente a pressione $p_o = 30 \cdot 10^5 Pa$ e temperatura $T = 293\ k$ ed è collegato attraverso un tubo lungo $L = 500\ m$ di diametro $d = 0.1\ m$ a un bruciatore che funziona a pressione atmosferica.

1. determinare la portata alimentata al bruciatore quando la valvola del condotto di collegamento viene aperta (ipotizzare tutte le trasformazioni isoterme);
2. determinare il tempo necessario perché la pressione nel serbatoio si dimezzi;
3. determinare la quantità di gas uscita fino a quel momento.

2

Un condotto, costituito da una tubazione liscia ($f = 0.079 Re^{-0.25}$) di diametro $D = 0.6\ m$ e lunghezza $L = 3\ km$, trasporta metano ad un impianto. Si vuole che la portata volumetrica del condotto, misurata a 288 K e $10^5\ Pa$, sia $Q = 50\ m^3/s$. A monte del condotto è posto un compressore dal quale parte il fluido alla temperatura di 288 K. Sapendo che il metano deve essere introdotto nell'impianto in condizioni di temperatura e pressione pari a 288 K e $1.7 \cdot 10^5\ Pa$, calcolare la pressione che deve sviluppare il compressore per ottenere la portata desiderata. Il peso molecolare del metano è $M = 16\ kg/kmole$ e la sua viscosità è $\mu = 1.1 \cdot 10^{-5}\ Pa \cdot s$, alla temperatura media di 288 K.

3

Un compressore volumetrico alimenta un reattore chimico con un flusso di gas la cui portata varia con la legge $G = G_0[1 + \alpha sin(\omega t)]$. Per ottenere una portata più uniforme nel tempo, il gas è inviato in un serbatoio di volume V, dal quale è immesso nel reattore con un breve condotto che provoca perdite di carico per attrito trascurabili. Si chiede di determinare il volume del serbatoio che permette di ridurre di 10 volte l'ampiezza α delle variazioni di portata, assumendo condizioni critiche e moto adiabatico reversibile nel condotto in uscita dal serbatoio. Si assuma che il gas sia ideale e che la trasformazione da esso subita nel serbatoio sia isoterma.

4

In un serbatoio di altezza $H = 10\ m$ e diametro $D = 10\ m$ a tenuta stagna sono contenuti olio ($\rho = 800\ kg/m^3$, $\mu = 0.5\ Pa \cdot s$) fino ad un'altezza $h = 6\ m$ e aria ($M = 29$, $R = 8314$) a pressione atmosferica. La valvola V sul tubo di scarico dell'olio di diametro $d = 0.1\ m$ viene aperta improvvisamente e l'olio comincia ad uscire. In condizioni isoterme,

1. Calcolare il livello al quale si arresta l'olio.
2. Impostare la procedura per il calcolo (se possibile calcolare) del tempo necessario perché il livello dell'olio scenda al valore calcolato nella domanda precedente.

5

In un polo industriale occorre costruire un nuovo impianto costituito da un reattore B, funzionante a pressione atmosferica, che deve essere alimentato con gas etilene (massa molare $M = 28\ kg/kmole$, viscosità $\mu = 16 \cdot 10^{-6} Pa \cdot s$) prodotto nel reattore A di volume $V = 2\ m^3$ funzionante a temperatura $T = 293\ K$. I due reattori sono collegati da una linea lunga 100 m e con diametro $d = 4\ cm$. La portata specifica di gas da alimentare al serbatoio B è pari a $G = 100\ kg/m^2s$ e la tubazione è di tipo commerciale (fattore d'attrito $f = 0.04 Re^{-0.16}$). Tutte le trasformazioni possono essere ipotizzate isoterme.

1. Calcolare la pressione alla quale deve operare il reattore A per garantire l'alimentazione specificata al reattore B.

Il reattore A è certificato per una pressione interna massima pari a 2 MPa. Un bocchello chiuso da un disco di rottura tarato a 2 MPa garantisce il rispetto delle specifiche. La reazione di produzione del gas nel reattore A è instabile e può verificarsi una "runaway-reaction". In questo caso, la legge di produzione del gas è di tipo

$$\dot{n}(t) = \dot{n}_o \exp(kt) \tag{1}$$

con $k = 0.01\ s^{-1}$ e $\dot{n}_o$ numero di moli prodotte nell'unità di tempo allo stazionario iniziale.

1. Calcolare la velocità del gas all'uscita dal bocchello nell'istante dell'eventuale rottura del disco (ipotizzare efflusso adiabatico).
2. Calcolare il tempo necessario perché , nell'eventualità di "runaway reaction", il disco di rottura si rompa. Ipotizzare che il fattore d'attrito si mantenga costante e pari al valore calcolato al punto 1. Ipotizzare che il flusso tra il serbatoio A e il serbatoio B diventi immediatamente critico.