

Strumentazione e Controllo di Impianti Chimici

Prof. Davide Manca
Dipartimento di Chimica, Materiali e Ingegneria Chimica "G. Natta"
Politecnico di Milano

Esercitazione #5 Serbatoio di stoccaggio riscaldato

Argomenti:

- Risoluzione numerica di sistemi ODE
- Bilancio materiale
- Bilancio energetico

1. Problema base introduttivo

Si ha un serbatoio con le seguenti caratteristiche:

Diametro	$D = 0.5 \text{ m}$
Altezza	$H = 1.5 \text{ m}$
Temperatura iniziale	$T_{in} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$
Potenza termica entrante	$Q_{in} = 5 \text{ kW}$
Livello iniziale liquido	$L = 1 \text{ m}$
Densità	$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$
Calore specifico	$c_p = 4186 \text{ J/kg/K}$

Modellare l'andamento della temperatura del liquido nel serbatoio, considerandolo chiuso agli scambi materiali.

2. Problema

Si illustri il comportamento dinamico del seguente serbatoio di stoccaggio:

Diametro	$D = 8 \text{ m}$
Altezza	$H = 6 \text{ m}$
Portata entrante	$F_{in} = 10 \text{ m}^3/\text{min}$
Temperatura Entrante	$T_{in} = 60 \text{ }^\circ\text{C}$
Portata uscente	$F_{out} = 10 \text{ m}^3/\text{min}$

Livello iniziale	$L = 2.5 \text{ m}$
Temperatura iniziale	$T^\circ = 60 \text{ }^\circ\text{C}$
Scambio con T_{amb}	$U = 0.1 \text{ kW/m}^2/\text{K}$
Densità	$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$
Calore specifico	$c_p = 4186 \text{ J/kg/K}$

La condizione iniziale stazionaria, con le portate materiali in ingresso ed in uscita equivalenti, è disturbata dai seguenti eventi:

- Dopo 10 minuti, riduzione della portata uscente F_{out} a $0 \text{ m}^3/\text{min}$ per 10 min
- Dopo 25 minuti, riduzione della portata entrante F_{in} a $5 \text{ m}^3/\text{min}$ per 18 min

Caso 1:

Il sistema è adiabatico.

Si riportino i grafici relativi all'andamento del livello del liquido e della temperatura nel serbatoio.

Caso 2:

Si consideri il sistema non più adiabatico, bensì esso disperde calore verso l'esterno. Si assuma che lo scambio termico avvenga con una superficie di scambio effettiva pari alla superficie laterale del serbatoio ricoperta dal liquido.

Si riportino i grafici relativi all'andamento del livello del liquido e della temperatura nel serbatoio.

Caso 3:

Sulla base del Caso 2, studiare l'andamento di temperatura del serbatoio fornendo calore con diverse potenze termiche tramite un serpentino.

Si riportino i grafici relativi all'andamento del livello del liquido e della temperatura nel serbatoio in funzione del calore fornito.

Calcolare inoltre la potenza termica che sarebbe necessario scambiare in ogni istante in modo da mantenere la temperatura del serbatoio costante, a fronte delle dispersioni di calore.