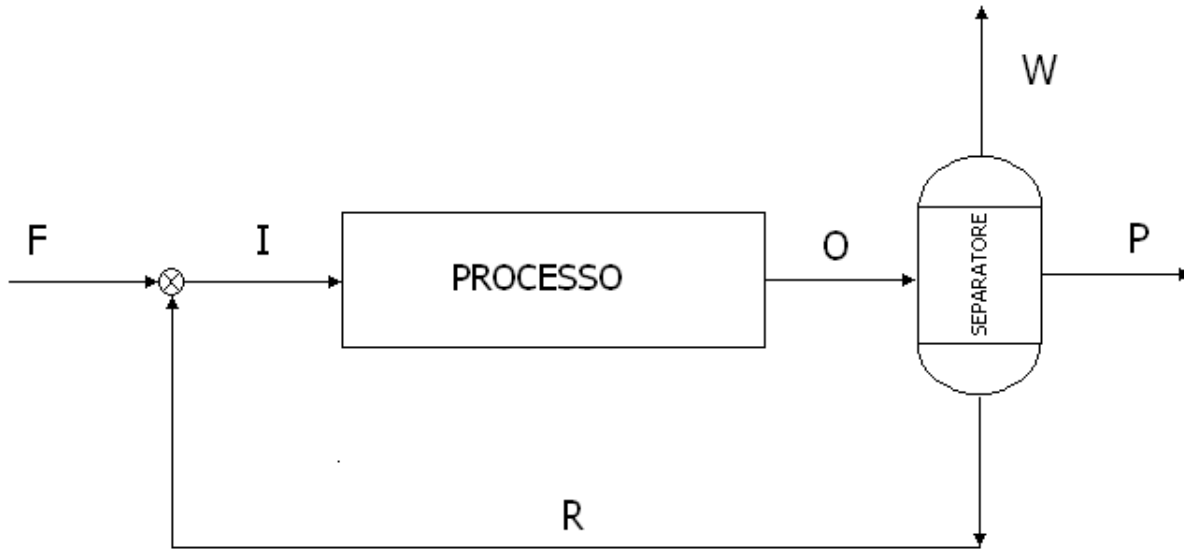


Esercitazione su bilanci di materia in assenza di reazione

Una portata F , costituita da un composto A al 20% in peso e da un composto B, è inviata ad un impianto schematizzato in figura, per ottenere un prodotto finale, P , al 5% in peso del composto A. Sapendo che il separatore consente di ottenere una corrente di riciclo, R , contenete solo il composto A puro, in modo da ottenere all'ingresso del blocco di processo una corrente, I , in cui il rapporto tra il composto A e il composto B sia pari a $2/3$, calcolare il rapporto tra portata riciclata, R , e portata alimentata, F , nell'ipotesi che lo spurgo del separatore, W , valga 100 kg/h del solo composto A.



Soluzione

Il sistema in esame rappresenta un problema di bilancio di materia in assenza di reazione, allo stato stazionario, in cui è possibile individuare tre sottosistemi: il punto di miscelazione, il processo e il separatore.

Non essendovi reazione, non c'è nessuna differenza in termini di portata e di composizione tra le correnti I e O .

Si riassumono i dati del problema in una tabella.

<i>Corrente</i>	<i>Portata [kg/h]</i>	<i>% in A</i>
F	?	20
I	?	40
O	I	40
W	100	100
R	?	100
P	?	5

Le incognite del problema sono, pertanto, le correnti F, I, R e P (la corrente O essendo uguale alla corrente I).

Per l'intero sistema e per ogni sottosistema è possibile scrivere due bilanci di materia: ad esempio, sull'intero processo si può scrivere il bilancio di massa complessivo ($F = P + W$) e quello sul componente A ($0.20 F = 0.05 P + 1.00 W$).

Si potrebbero scrivere contemporaneamente anche i bilanci di materia sul componente B, ma questi risulterebbero essere non indipendenti, e quindi non utili alla soluzione del problema.

Essendo quattro le incognite del sistema, si ha bisogno di un sistema di quattro equazioni indipendenti.

Nello specifico, si possono fare i seguenti bilanci:

Bilancio sull'intero processo

$$\text{totale:} \quad F = P + W \quad (1)$$

$$\text{sul componente A:} \quad 0.20 F = 0.05 P + 1.00 W \quad (2)$$

Bilancio sul punto di miscelazione

$$\text{totale:} \quad F + R = I \quad (3)$$

$$\text{sul componente A:} \quad 0.20 F + 1.00 R = 0.40 I \quad (4)$$

Bilancio sul separatore

$$\text{totale:} \quad O (= I) = R + W + P \quad (5)$$

$$\text{sul componente A:} \quad 0.40 O (=0.40 I) = 1.00 R + 1.00 W + 0.05 P \quad (6)$$

Si hanno quindi tre sotto-sistemi ognuno di due equazioni indipendenti, ma solo uno dei sotto-sistemi è dipendente dagli altri due. Infatti, se si sommano tra loro le equazioni (3) e (5) si ottiene l'equazione (1). Si deve operare quindi solo su due sotto-sistemi, ottenendo il sistema di equazioni necessarie a risolvere il problema. Nel caso in esame, si sceglie il sotto-sistema costituito dalle equazioni (1) e (2) e quello costituito dalle equazioni (3) e (4).

$$\begin{aligned} \text{Sostituendo (1) in (2)} \quad & 0.20 P + 0.20 W = 0.05 P + 1.00 W \\ & 0.15 P = 80 \quad (\text{essendo } W = 100 \text{ kg/h}) \\ & P = 533.33 \text{ kg/h} \\ & F = 633.33 \text{ kg/h} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sostituendo nella (3)} \quad & R = I - F = I - 633.33 \\ \text{Sostituendo nella (4)} \quad & 0.20 F + 1.00 I - 1.00 F = 0.40 I \\ & 0.60 I = 0.80 F \\ & I = 844.44 \text{ kg/h} \\ & R = 211.11 \text{ kg/h} \end{aligned}$$

Il rapporto tra portata riciclata, R, e portata alimentata, F, vale pertanto

$$R / F = 0.33$$