

Σαχινίδης Συμεών

Αέριο ρεύμα με ροή $5.000 \text{ m}^3/\text{h}$ (1 atm , 25°C) διέρχεται από στήλη απορρόφησης προκειμένου να απομακρυνθεί το περιεχόμενο διοξείδιο του θείου. Αρχική περιεκτικότητα του αερίου σε διοξείδιο του θείου είναι 4% και επιθυμητή τελική 500 ppm . Η σχέση ισορροπίας του διοξειδίου του θείου στο σύστημα αέρα-νερού είναι $\gamma=30x$. Να κατασκευαστεί η γραμμή ισορροπίας, η γραμμή λειτουργίας και να υπολογιστεί η απαιτούμενη ροή νερού, αν θέλουμε η στήλη να λειτουργήσει με ροή νερού κατά 50% μεγαλύτερη από την ελάχιστη δυνατή.

Λύση

Προσδιορισμός της ροής του υγρού ρεύματος.

Είσοδος αερίου ρεύματος στη στήλη:

$$G_{m,1} = 5000 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \frac{\text{kmol}}{22,4\text{m}^3} = 223,21 \text{ kmol} / \text{h}$$

$$y_1 = 4\% = 0,04$$

$$Y_1 = \frac{y_1}{1 - y_1} = \frac{0,04}{1 - 0,04} = 0,0416$$

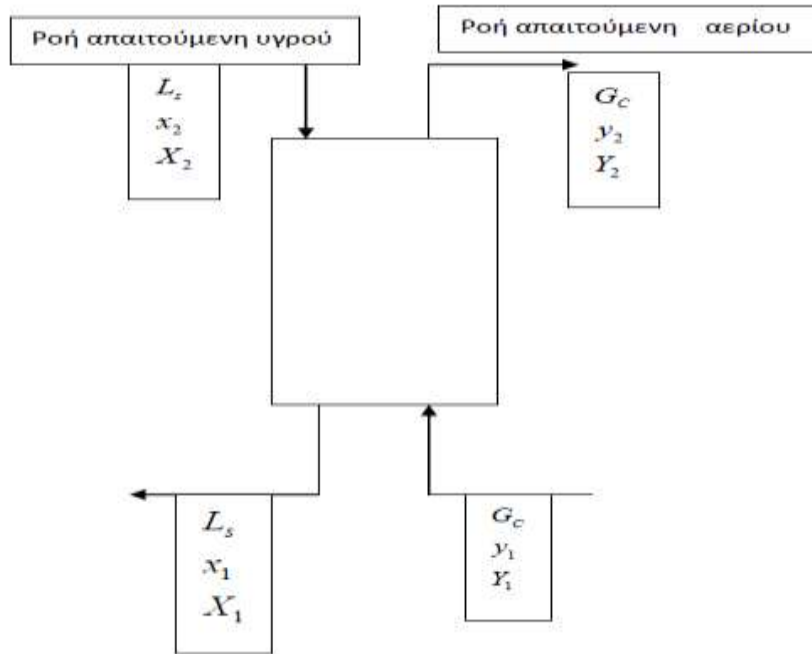
$$G_C = 223,21 \cdot (1 - 0,04) = 214,28 \text{ kmol αέρα} / \text{h}$$

Έξοδος αερίου ρεύματος από τη στήλη: $y_2 = 500 \text{ ppm} = 5 \cdot 10^{-4}$

$$Y_2 = \frac{y_2}{1 - y_2} = \frac{0,04}{1 - 0,04} \approx 5 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mol SO}_2}{\text{mol.αέρα}}$$

Είσοδος υγρού στη στήλη:

$$L_s = ?$$



Κατασκευή γραμμής ισορροπία;

Επιλέγουμε τυχαίες τιμές του x_{s0} , μεταξύ 0 και 0,0018. Από τη σχέση ισορροπίας ($y=30x$) υπολογίζουμε τις αντίστοιχες τιμές του y_{s0} , και στη συνέχεια τους μοριακούς λόγους X_{s0} , και Y_{s0} , α αποτελέσματα παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίνακα:

xSO2	ySO2	XSO2	YSO2
0,0001	0,003	0,0001	0,00301
0,0002	0,006	0,0002	0,00604
0,0003	0,009	0,0003	0,00908

0,0004	0,012	0,0004	0,01215
0,0005	0,015	0,0005	0,01523
0,0006	0,018	0,0006	0,01833
0,0007	0,021	0,0007	0,02145
0,0008	0,024	0,0008	0,02459
0,0009	0,027	0,0009	0,02775
0,001	0,03	0,001	0,03093
0,0012	0,036	0,0012	0,03734
0,0015	0,045	0,0015	0,04712
0,0018	0,054	0,0018	0,057

Κατασκευάζουμε τη γραμμή ισορροπίας $Y_{S_{O_2}}$ σε συνάρτηση του $X_{S_{O_2}}$.

Εντοπίζουμε το σημείο $(X_2, Y_2) = (0,5 \cdot 10^{-4})$, από το οποίο σχεδιάζουμε ευθεία γραμμή ώστε να τέμνει τη γραμμή ισορροπίας στο $Y_1 (= 0,0416)$. Η κλίση της γραμμής αυτής είναι:

$$\left(\frac{L_S}{G_C}\right)_{\min} = 30,833$$

Έστω ότι επιθυμούμε η στήλη να λειτουργήσει με ροή νερού κατά 50% μεγαλύτερη από την ελάχιστη δυνατή. Τότε, η γραμμή λειτουργίας θα έχει κλίση:

$$\frac{L_S}{G_C} = 1,5 \cdot \left(\frac{L_S}{G_C}\right)_{\min} = 1,5 \cdot 30,833 = 46,250$$

Η απαιτούμενη ροή νερού θα είναι:

$$L_{SS} = 46,250 \cdot G_C = 46,250 \cdot 214,28 = 9910,4 \frac{\text{KmolH}_2\text{O}}{\text{h}}$$

Για το σχεδιασμό της γραμμής λειτουργίας από το σχήμα υπολογίζουμε την τιμή X_1

$$\frac{L_S}{G_C} = \frac{Y_1 - Y_2}{X_1 - X_2} \Rightarrow X_1 = \frac{G_C \cdot (Y_1 - Y_2)}{L_S} = \frac{0,0416 - 0,0005}{46,250} = 8,88 \cdot 10^{-4}$$

Και ενώνουμε τα σημεία $X_2, Y_2 = (0,5 \cdot 10^{-4})$ και $X_1, Y_1 = (8,88 \cdot 10^{-4}, 0,0416)$

Το ζητούμενο διάγραμμα

