Μέθοδος Ponchon-Savarit

- **Εφαρμόζεται στις περιπτώσεις που δεν ισχύει η βασική παραδοχή της μεθόδου McCabe-Thiele, δηλ. η Υ.Σ.Γ.Π**
- **Χρησιμοποιείται το διάγραμμα Ενθαλπίας- συγκέντρωσης, όπου:**
- **Βάση η φάση του υγρού σε 0 ^oC να έχει ενθαλπία μηδέν**
- **Το γεγονός ότι η γραμμή $h_A h_B$ είναι καμπύλη, πιστοποιεί ότι γενικώς η ανάμιξη των συστατικών του μίγματος συνοδεύεται από έκλυση ή απορρόφηση σημαντικής ποσότητας θερμότητας (μη ιδανικά μίγματα)**
- **Σημεία επί των καμπύλων $H_A H_B$ και $h_A h_B$ σε ισορροπία συνδέονται με τις γραμμές συνδέσεως**
- **Μια γραμμή συνδέσεως χαράσσεται με την βοήθεια του διαγράμματος ισορροπίας**

Μέθοδος Ponchon-Savarit

- **Κανόνας Μοχλού**

  Έστω ένα σύστημα που διαχωρίζει αδιαβατικά τροφοδοσία *F* kmol ή kmol/h (x_F, h_F) σε *V* kmol (y, Hi) ατμού και *L* kmol υγρού

Ισοζύγιο ολικό:

$$F=V+L$$

Ισοζύγιο για το πτητικό:

$$Fx_F=V.y+L.x$$

$$F.h_F=V.hi+L.h_L$$

Μέθοδος Ponchon-Savarit

- → $$\frac{L}{V} = \frac{y - x_F}{x_F - x} = \frac{H_V - h_F}{h_F - h_L}$$
$$\frac{F}{L} = \frac{y - x}{y - x_F} = \frac{H_V - h_L}{H_V - h_F}$$
$$\frac{F}{V} = \frac{y - x}{x_F - x} = \frac{H_V - h_L}{h_F - h_L}$$
- Ακόμη

$$\frac{H_V - h_L}{y - x} = \frac{h_F - h_L}{x_F - x} \longleftrightarrow \kappa\lambda\iota\sigma\eta\ LV = \kappa\lambda\iota\sigma\eta\ LF$$

Μέθοδος Ponchon-Savarit

- **Ισοζύγια μάζας και ενθαλπίας**

$$F = D + R, \quad [=] kmol/h$$

$$F x_F = D x_D + R x_R$$

$$F h_F + q_R = D h_D + R h_R + q_c, \quad [=] kcal/h$$

$$\text{Αν} \quad \text{ορισουμε}:$$

$$Q_R = \frac{q_R}{R}, \quad [=] kcal/mol$$

$$Q_D = \frac{q_c}{D}, \quad [=] kcal/mol \quad \text{τοτε}$$

$$F h_F = D(h_D + Q_D) + R(h_R - Q_R)$$

Μέθοδος Ponchon-Savarit

- **Τμήμα Εμπλουτισμού**

Ισοζύγια μάζας και ενθαλπίας στον όγκο ελέγχου Ι

$$V_n - L_{n-1} = D$$

$$V_n y_n - L_{n-1} x_{n-1} = D x_D$$

$$V_n H_n - L_{n-1} h_{n-1} = D(h_D + Q_D) = const.$$

$$R_D = \frac{L_0}{D} = \frac{(h_D + Q_D) - H_1}{H_1 - h_D}$$

Μέθοδος Ponchon-Savarit

- **Τμήμα εξάντλησης**

Ισοζύγια μάζας και ενθαλπίας στον όγκο ελέγχου ΙΙ

$$\bar{L}_{m-1} - \bar{V}_m = R$$

$$\bar{L}_{m-1} x_{m-1} - \bar{V}_m y_m = R x_R$$

$$\bar{L}_{m-1} h_{m-1} - \bar{V}_m H_m = R(h_R + Q_R)$$

Μέθοδος Ponchon-Savarit

Υπολογισμός Θεωρητικών Βαθμίδων με την μέθοδο Ponchon-Savarit

Βήμα 1ο: Από τα δεδομένα x_F, x_D, x_R και (h_D+Q_D), h_F εντοπίζουμε τα σημεία F, D, R και τα σημεία διαφοράς D΄, R΄ στο διάγραμμα ενθαλπίας-συγκέντρωσης

Βήμα 2ο: Σε περίπτωση ολικού συμπυκνωτήρα η κατακόρυφος από το D΄ μας προσδιορίζει τα σημεία $V_1(y_1=x_D)$ και $L_0(x_0=x_D, h_0=h_D)$. Οι παροχές V_1 και L_0 είναι διερχόμενες «πλησίον αλλήλων»

Βήμα 3ο: Από το V_1 φέρνουμε γραμμή συνδέσεως για τον εντοπισμό του $L_1(x_1,h_1)$. Οι ποσότητες V_1, L_1 ή οι συστάσεις y_1, x_1 βρίσκονται σε ισορροπία στην πρώτη βαθμίδα

Μέθοδος Ponchon-Savarit

Υπολογισμός Θεωρητικών Βαθμίδων με την μέθοδο Ponchon- Savarit

Βήμα 4^{o}: Φέρνουμε την ενθαλπική γραμμή λειτουργίας $D'L_1$ για τον εντοπισμό του σημείου $V_2(y_2, H_2)$

Βήμα 5^{o}: Η διαδικασία επαναλαμβάνεται με αλλαγή σημείου αναφοράς το R΄ για την κατασκευή των ενθαλπικών γραμμών από την στιγμή που θα υπερπηδήσουμε το σημείο τροφοδοσίας F με γραμμή συνδέσεως. Η διαδικασία τερματίζεται όταν μια γραμμή συνδέσεως θα υπερβεί το σημείο R ή θα συμπέσει με αυτό.

Μέθοδος Ponchon-Savarit

Ολική αναρροή και ελάχιστος αριθμός βαθμίδων με Ponchon-Savarit

- **Συνθήκη ολικής αναρροής :**

$$R_D \to \infty, or\ D \to 0, V_1 = L_0, R \to 0, F \to 0)$$

- **Τότε**

$$Q_D = (q_C / D \to \infty, \quad Q_R = (q_R / R) \to \infty$$

Δηλαδή τα σημεία D΄ και R΄ τείνουν στο άπειρο, άρα οι ενθαλπικές γραμμές λειτουργίας θα είναι παράλληλες και κατακόρυφες. Φέρνοντας κατακόρυφες γραμμές λειτουργίας υπολογίζουμε τον ελάχιστο αριθμό βαθμίδων, N_{min}

Μέθοδος Ponchon-Savarit

- **Ελάχιστος όρος αναρροής- Άπειρος αριθμός βαθμίδων**
  →Άπειρος αριθμός βαθμίδων για δεδομένο (x_D,x_R).
  → Η γραμμή ολικής ενθαλπίας συμπίπτει με τη γραμμή συνδέσεως που περνάει από το F.

$$R_{D,\min} = \frac{(h_D + Q_D) - H_1}{H_1 - h_D}$$

Μέθοδος Ponchon-Savarit

- **Η μέθοδος Ponchon- Savarit δεν κάνει την παραδοχή της σταθερής γραμμομοριακής παροχής:**

Έστω R_D, D γνωστά →$V_1 = L_0 + D = D(1+R_D)$ γνωστό. Τότε

$$\left\{\begin{array}{l} \dfrac{V_2}{L_1} = \dfrac{x_D - x_1}{x_D - y_2} = a_1 \\ V_2 = L_1 + D \end{array}\right\} \rightarrow \left\{\begin{array}{l} L_1 = \dfrac{D}{a_1 - 1} \\ V_2 = \dfrac{a_1 D}{a_1 - 1} \end{array}\right\} \qquad \left\{\begin{array}{l} \dfrac{V_3}{L_2} = \dfrac{x_D - x_2}{x_D - y_3} = a_2 \\ V_3 = L_2 + D \end{array}\right\} \rightarrow \left\{\begin{array}{l} L_2 = \dfrac{D}{a_2 - 1} \\ V_3 = \dfrac{a_2 D}{a_2 - 1} \end{array}\right\}$$

….

$$\left\{\begin{array}{l} \dfrac{V_n}{L_{n-1}} = \dfrac{x_D - x_{n-1}}{x_D - y_n} = a_2 \\ V_n = L_{n-1} + D \end{array}\right\} \rightarrow \left\{\begin{array}{l} L_{n-1} = \dfrac{D}{a_{n-1} - 1} \\ V_n = \dfrac{a_{n-1} D}{a_{n-1} - 1} \end{array}\right\}$$

Ισχύουν για βαθμίδα εμπλουτισμού

Παρόμοιες σχέσεις μπορούμε να βρούμε για τις βαθ,ιδες εξάντλησης, βασιζόμενες στο R΄ και άρα στην σύσταση του x_R

Αναλυτικές Μέθοδοι

- **Όταν η σχετική πτητικότητα, aij→1, οι γραμμές λειτουργίας βρίσκονται πολύ κοντά στην καμπύλη ισορροπίας με αποτέλεσμα οι γραφικές μέθοδοι να μην είναι ακριβείς.**
- **Εξίσωση Smoker**

(Γραμμή λειτουργίας για κάθε τμήμα της στήλης, y=mx+b

$$N = \frac{\dfrac{x_D^{'}[1 - mc(a-1)x_N^{'}/(a - mc^2)]}{x_N^{'}[1 - mc(a-1)x_D^{'}/(a - mc^2)]}}{\log(a/mc^2)}$$

Όπου m: η κλίση της γραμμής λειτουργίας, $x'_D = x_D - k$, $x'_N = x_N - k$, c=1+(a-1)k, k: σημείο τομής της γραμμής λειτουργίας με την καμπύλη ισορροπίας, δηλ. η κοινή ρίζα (x) των εξισώσεων:

y= ax/[(a-1)x] (ισορροπίας), y=mx+b (λειτουργίας)

Αναλυτικές Μέθοδοι

- **Εξίσωση Fenske**

  Για ιδανικά μίγματα με την υπόθεση σταθερής πτητικότητας και για ολική αναρροή (δηλ. υπολογισμός του Nmin)

$$N_{\min} = \frac{\log[x_D(1-x_R)/x_R(1-x_D)]}{\log a}$$

Περιλαμβάνεται και η βαθμίδα του αναβραστήρα

Αν η σχετική πτητικότητα μεταβάλλεται τότε:

1. **Για μικρές μεταβολές, $a=1/2(a_D+a_R)$**
2. **Για μεγάλες μεταβολές, $a=(a_D a_R)^{1/2}$**

Βαθμός απόδοσης δίσκων και στήλης

- **Συνολικός βαθμός απόδοσης:**

$$\eta_0 = N/N_T$$

Όπου N: αριθμός θεωρητικών βαθμίδων, NT: αριθμός πραγματικών δίσκων.

η_0 : 0-5-0.8 → χρειαζόμαστε περισσότερες βαθμίδες από τις υπολογιζόμενες θεωρητικά για να επιτύχουμε ένα δοσμένο διαχωρισμό.

Βαθμός απόδοσης του Murphee δίσκου (η_M)

$$\eta_M = \frac{y_n - y_{n+1}}{y_n^* - y_{n+1}}$$

Όπου y^*_n η σύσταση ατμών ευρισκομένων σε ισορροπία με το υγρό x_n το εξερχόμενο του δίσκου n