

Φυσικές Διεργασίες

Τέταρτη Διάλεξη

Δευτέρα, 31 Μαρτίου 2008

Έννοιες όπως αυτές της γραμμής λειτουργίας και γραμμής ισορροπίας που παρουσιάστηκαν στο προηγούμενο μάθημα, εδώ τοποθετούνται σε γενικότερο πλαίσιο.

1. Παράγοντες που επηρεάζουν τη μεταφορά μάζας

Η μεταφορά μάζας εξαρτάται από την κινητήρια δύναμη που την καθορίζουν παράγοντες όπως:

- ο τρόπος επαφής των φάσεων (διαφορικός ή κατά βαθμίδες ισορροπίας)
- τύπος ροής (ομορροή, αντιρροή)
- καμπυλότητα γραμμών ισορροπίας και λειτουργίας

Γενικά, η μεταφορά μάζας γίνεται από τη γραμμή λειτουργίας προς τη γραμμή της ισορροπίας (αυτή είναι η αυθόρμητη, φυσική πορεία). Έτσι,

- αν η γραμμή λειτουργίας είναι από πάνω έχουμε μεταφορά στην υγρή φάση, διάλυση (απορρόφηση)
- αν η γραμμή λειτουργίας είναι από κάτω έχουμε μεταφορά στην αέρια φάση, εξάτμιση (απόσταξη, εκρόφηση)

Στα διαγράμματα που προκύπτουν κατά τον υπολογισμό αποστακτικών στηλών στα πλαίσια της μεθόδου McCabe-Thiele για τον υπολογισμό των θεωρητικών βαθμίδων, η γραμμή ισορροπίας είναι πάνω από τις γραμμές λειτουργίας των ζωνών εμπλουτισμού και εξάντλησης. Αυτό σημαίνει ότι για δεδομένο x θα είναι $y < y_e$ και για δεδομένο y θα είναι $x > x_e$.

Αλλά η μεταφορά μάζας μέσω της διαχυτικής κίνησης τείνει να επαναφέρει την ισορροπία και στην προκειμένη περίπτωση αυτό γίνεται με αύξηση του y και μείωση του x , δηλαδή η μεταφορά μάζας θα γίνει από την υγρή στην αέρια φάση.

Αν η γραμμή λειτουργίας ήταν πάνω από τη γραμμή λειτουργίας θα ίσχυε το αντίθετο, δηλαδή θα είχαμε μεταφορά μάζας από την αέρια στην υγρή φάση. Αυτό συμβαίνει π.χ. στην απορρόφηση.

2. Κλίση και μορφή της γραμμής λειτουργίας

- Σε διαδικασίες αντιρροής η γ. λ. έχει θετική κλίση
- Σε διαδικασίες ομορροής η γ. λ. έχει αρνητική κλίση

Οι γ.λ. στην απόσταξη έχουν θετική κλίση επειδή πρόκειται για διεργασία αντιρροής. Αν είχαμε μια διεργασία ομορροής, τότε θα παίρναμε γραμμές λειτουργίας παρόμοιες ως προς τη μαθηματική τους έκφραση αλλά με αρνητική κλίση.

Η γραμμή λειτουργίας εν γένει είναι καμπύλη αλλά για αραιό μίγμα όπου η ροή του ατμού παραμένει περίπου σταθερή σε όλη τη στήλη όπως και η ροή του υγρού, η γ.λ. είναι με καλή προσέγγιση ευθεία γραμμή.

Στη διαδικασία της απορρόφησης μπορεί να ληφθεί ευθεία γραμμή λειτουργίας και για πυκνά μίγματα παίρνοντας ως βάση υπολογισμού τη ροή του αδρανούς αερίου και του διαλύτη και με την προϋπόθεση ότι η διαλυτότητα του πρώτου στον δεύτερο είναι αμελητέα και χρησιμοποιώντας ως συντεταγμένες τα μετασχηματισμένα μοριακά κλάσματα $Y = y/(1-y)$, $X = x/(1-x)$.

3. Φυσική σημασία των γραμμών ισορροπίας και λειτουργίας αποστακτικής στήλης

Όσον αφορά τις βαθμίδες μιας στήλης κλασματικής απόσταξης:

- η γραμμή λειτουργίας συσχετίζει τη σύσταση του εισερχόμενου υγρού με αυτή του εξερχόμενου αερίου
- η γραμμή ισορροπίας συσχετίζει τις συστάσεις των δύο εξερχόμενων ρευμάτων (υγρού και αερίου)

Έτσι, π.χ. σε αναπαράσταση ως προς το πιο πτητικό συστατικό, η γραμμή ισορροπίας θα είναι πάνω από τη γραμμή λειτουργίας, εκφράζοντας το γεγονός του *διαχωρισμού*, του εμπλουτισμού της αέριας φάσης και εξάντλησης της υγρής φάσης όσον αφορά το πτητικό συστατικό.

4. Βασικές παραδοχές και αποκλίσεις από αυτές

Οι γραμμές λειτουργίας και ισορροπίας χρησιμοποιούνται με τις παραδοχές:

- της μόνιμης κατάστασης
- της επίτευξης ισορροπίας

Αν δεν έχουμε ισορροπία, τότε η γραμμή ισορροπίας πρέπει να αντικατασταθεί από την *κινητική γραμμή* ή *γραμμή αποδόσεως* που είναι πιο κοντά στη γραμμή λειτουργίας.

Αυτό συνεπάγεται πιο μικρής έκτασης διαχωρισμό ανά βαθμίδα (μικρότερα “σκαλοπατάκια”) και πιο πολλές βαθμίδες.

Για να σχεδιάσουμε τη γραμμή αποδόσεως πρέπει να γνωρίζουμε την απόδοση της βαθμίδας (δίσκου). Τότε, τα κατακόρυφα διαστήματα (παράλληλα προς τον άξονα y) που υποδηλώνουν τον εμπλουτισμό της αέριας φάσης, διαιρούνται σε τμήματα ανάλογα με το βαθμό απόδοσης και τα νέα σημεία που ορίζονται έχουν ως γεωμετρικό τόπο τη γραμμή απόδοσης που χρησιμοποιείται στη θέση της γραμμής ισορροπίας.

Για την κατασκευή αυτή χρησιμοποιείται ο βαθμός απόδοσης κατά Murphree γιατί αυτή η γεωμετρική κατασκευή είναι ακριβώς η απεικόνιση του ορισμού του: πραγματική μεταβολή σύστασης αέριας φάσης προς αυτή που θα συνέβαινε αν το αέριο στην έξοδο ήταν σε ισορροπία με το υγρό στην έξοδο.

Άλλος παράγοντας που μειώνει την απόδοση είναι η *παράσυρση* του υγρού από τον ατμό.

Σχετικά με τις μονάδες μεταφοράς και τον αριθμό τους

Οι αριθμοί των μονάδων μεταφοράς (βαθμίδων) είναι αντιστρόφως ανάλογοι των κινητήριων δυνάμεων και αποτελούν μέτρο της δυσκολίας μεταφοράς μάζας. Για δεδομένο διαχωρισμό $x_1 - x_2$, όσο μικρότερη η κινητήρια δύναμη Δx ή Δy , τόσο μεγαλύτερος ο αριθμός των μονάδων μεταφοράς, N_{OL} ή N_{OG} , αντίστοιχα.

Ορισμός για συσκευές όπου συμβάνει *συνεχής* ή *διαφορική* μεταφορά μάζας.

Μονάδα μεταφοράς = το τμήμα της συσκευής όπου η μεταβολή της συγκεντρώσεως της φάσης είναι ίση με την αντίστοιχη σε αυτό μέση κινητήρια δύναμη.

Π.χ. ένας τέτοιος ορισμός βρίσκει εφαρμογή σε στήλες με πληρωτικό υλικό (χωρίς διακριτούς δίσκους).

Το ύψος της μονάδας μεταφοράς αντιστοιχεί στο ύψος του πύργου ή συσκευής που απαιτείται για την υλοποίηση μιας μονάδας μεταφοράς και είναι αντιστρόφως ανάλογο του ρυθμού μεταφοράς μάζας.

Όσο πιο έντονος ο ρυθμός μεταφοράς, τόσο μικρότερο το ύψος.

Ισοδύναμος αριθμός θεωρητικών βαθμίδων = ο αριθμός θεωρητικών βαθμίδων που απαιτούνται για την επίτευξη του θεωρούμενου διαχωρισμού.

Μεθοδολογία

- Σχεδιάζουμε τη γραμμή λειτουργίας και τη γραμμή ισορροπίας.
- Για διεργασίες ομορροής μιας βαθμίδας, βρίσκουμε το σημείο τομής τους (λύση του συστήματος εξισώσεων)
- Για διεργασίες αντιρροής χρησιμοποιούμε το διάγραμμα για να υπολογίσουμε τον αριθμό βαθμίδων.