



Προσομοίωση Πολυφασικών Ροών

Ερωτήσεις

1. Δώστε τον ορισμό του μοντέλου της Ομογενούς Ροής και του μοντέλου της Χωριστής Διφασικής Ροής.
2. Ποιο από τα δύο μοντέλα μελέτης της διφασικής ροής (Ομογενούς ή Χωριστής) εφαρμόσατε στην επίλυση του θέματος και πως το διαπιστώνει κάποιος;
3. Εάν υποθέσουμε ότι με την εφαρμογή του μοντέλου της Χωριστής Ροής προκύπτει ότι η ταχύτητα ελεύθερης πτώσης των σωματιδίων είναι $w_s = 7.5 \text{ m/s}$, πόση εκτιμάτε ότι θα είναι η ταχύτητα ελεύθερης πτώσης εάν εφαρμόζατε το μοντέλο της Ομογενούς Ροής και γιατί;
4. Δώστε τον ορισμό της ταχύτητας ελεύθερης πτώσης των σωματιδίων. Είναι δυνατόν και πώς να έχουμε ταχύτητα ελεύθερης ανύψωσης των σωματιδίων;
5. Τη χρονική στιγμή $t=0$ αφήνεται σωματίδιο να πέσει, ξεκινώντας από μηδενική ταχύτητα. Αναλύστε εν συντομία τι κίνηση κάνει το σωματίδιο μέχρι τη χρονική στιγμή $t=\Delta t$ κατά την οποία θα αποκτήσει την ταχύτητα ελεύθερης πτώσης. Εντελώς προαιρετικά δώστε μια εκτίμηση του χρόνου Δt που απαιτείται.
6. Εάν 10 αλεξιπτωτιστές του ίδιου περιπίου σωματότυπου πηδήξουν από ένα αεροπλάνο τότε, με πολύ καλή προσέγγιση, θα αποκτήσουν όλοι την ίδια ταχύτητα ελεύθερης πτώσης. Εξηγείστε πως είναι δυνατόν και ενώ πέφτουν με χρονική καθυστέρηση ο ένας από τον άλλον, τελικά οι τελευταίοι προλαβαίνουν τους πρώτους και δημιουργούν διάφορους σχηματισμούς στον αέρα.
7. Δώστε τον ορισμό της ογκομετρικής συγκέντρωσης των σωματιδίων και της ογκομετρικής συγκέντρωσης του αέρα, σε μια διφασική ροή αέρα-σωματιδίων. Πόσο είναι το άθροισμα των δύο ογκομετρικών συγκεντρώσεων; Η απάντηση μπορεί να δοθεί περιγραφικά (με λόγια) ή με σχέση, αν σας βολεύει, αλλά θα πρέπει να εξηγήσετε τη σημασία κάθε μεγέθους (συμβόλου) που αναφέρεται στη σχέση.
8. Ο όρος Πολυφασικές Ροές αναφέρεται στην ταυτόχρονη ροή πολλών φάσεων. Μπορείτε να προσδιορίσετε αριθμητικά πόσο είναι αυτό το «Πολύ» και πως εξηγείται αυτό; Δηλαδή για 2 φάσεις έχουμε Διφασική Ροή, για 10 φάσεις είναι δυνατόν να έχουμε Δεκαφασική Ροή;
9. Μία Διφασική Ροή αέρα-στερεών σωματιδίων μπορεί να μελετηθεί σαν Εξαφασική Ροή, όπου η μία φάση είναι ο αέρας και οι πέντε φάσεις είναι τα σωματίδια. Με ποιο χαρακτηριστικό μέγεθος μπορούμε να ομαδοποιήσουμε τα σωματίδια στις πέντε

αυτές διαφορετικές ομάδες-φάσεις και τι θα επηρεάσει αυτό το μέγεθος σε κάθε φάση;

10. Δώστε τον ορισμό της σφαιρικότητας. Η απάντηση μπορεί να δοθεί περιγραφικά (με λόγια) ή με σχέση, αν σας βολεύει, αλλά θα πρέπει να εξηγήσετε τη σημασία κάθε μεγέθους (συμβόλου) που αναφέρεται στη σχέση.
11. Σε μια ροή αέρα-σωματιδίων έχουμε σωματίδια μη-σφαιρικού σχήματος οπότε υπολογίζουμε τη σφαιρικότητα αυτών. Αφού βρούμε την τιμή της σφαιρικότητας που θα την χρησιμοποιήσουμε, δηλ. ξέροντας τη σφαιρικότητα ποιο μέγεθος θα ψάξουμε να βρούμε, και ποιο μέγεθος είναι αυτό που τελικά επηρεάζεται στους υπολογισμούς μας;
12. Δώστε τον ορισμό του λόγου μίξης σε μια ροή αέρα-σωματιδίων. Η απάντηση μπορεί να δοθεί περιγραφικά (με λόγια) ή με σχέση, αν σας βολεύει, αλλά θα πρέπει να εξηγήσετε τη σημασία κάθε μεγέθους (συμβόλου) που αναφέρεται στη σχέση.
13. Σε μια εργαστηριακή εγκατάσταση υπάρχουν τρεις αγωγοί κατακόρυφοι στους οποίους επικρατεί διφασική ροή αέρα-σωματιδίων άμμου, όπως ακριβώς γίνεται στο θέμα. Ρωτάτε τον πειραματιστή με ποια ογκομετρική συγκέντρωση πραγματοποιεί τα πειράματά του και αυτός σας απαντά: Στον Α αγωγό είναι $C_v=0.03$, στον Β αγωγό είναι $C_v=0.3$ και στον Γ αγωγό είναι $C_v=3$. Οι αγωγοί είναι διάφανοι και βλέπετε πολύ καθαρά τη ροή των δύο φάσεων. Το ερώτημα είναι πως θα περιγράφατε την εικόνα της ροής που βλέπετε σχετικά με τη συγκέντρωση των σωματιδίων;
14. Σε μια εργαστηριακή εγκατάσταση υπάρχουν τρεις αγωγοί κατακόρυφοι στους οποίους επικρατεί διφασική ροή αέρα-σωματιδίων άμμου, όπως ακριβώς γίνεται στο θέμα. Ρωτάτε τον πειραματιστή με ποιο λόγο μίξης πραγματοποιεί τα πειράματά του και αυτός σας απαντά: Στον Α αγωγό είναι $\mu=0.3$, στον Β αγωγό είναι $\mu=3$ και στον Γ αγωγό είναι $\mu=30$. Οι αγωγοί είναι διάφανοι και βλέπετε πολύ καθαρά τη ροή των δύο φάσεων. Το ερώτημα είναι πως θα περιγράφατε την εικόνα της ροής που βλέπετε σχετικά με το λόγο μίξης;
15. Στο διάγραμμα της πτώσης πίεσης Δp συναρτήσει της διαμέτρου d του αγωγού, που κάνατε και στο θέμα για τη ροή αέρα-σωματιδίων άμμου, παρατηρείται ότι με αύξηση της διαμέτρου αρχικά εμφανίζεται μείωση της Δp μέχρι ένα ελάχιστο και μετά εμφανίζεται αύξηση. Πως θα ήταν το διάγραμμα της Δp συναρτήσει της διαμέτρου εάν στον αγωγό ήταν μόνο αέρας (περιγράψτε με λόγια τη μορφή της καμπύλης, δεν χρειάζεται σχήμα) και πως εξηγείτε την διαφορά σε σχέση με την διφασική ροή;
16. Περιγράψτε τη θεωρία του συνεχούς μέσου που εφαρμόζουμε στη διφασική ροή αέρα-στερεών σωματιδίων.



17. Περιγράψτε εν συντομία τα 4 βασικά προβλήματα που αντιμετωπίζουμε στην κατάσταση των εξισώσεων της θεωρητικής διερεύνησης διφασικής ροής αέρα-σωματιδίων.
18. Δώστε σύντομη περιγραφή των δυνάμεων αλληλεπίδρασης των φάσεων σε μια διφασική ροή αέρα-σωματιδίων και εξηγήστε ποιες από αυτές και πως λαμβάνονται υπόψη.
19. Στο θέμα Πνευματικής Μεταφοράς Άμμου υπολογίσατε την βέλτιστη διάμετρο του αγωγού για την μεταφορά άμμου σε σιλό με παροχή μάζας $ms=3.000 \text{ kg/h}$ και για λόγο μίξης $\mu=10$. Επαναλαμβάνετε τον υπολογισμό και βρίσκετε τις αντίστοιχες βέλτιστες διαμέτρους για παροχή άμμου $ms=3.000 \text{ kg/h}$ και λόγο μίξης $\mu=20$, καθώς και για παροχή άμμου $ms=3.000 \text{ kg/h}$ και λόγω μίξης $\mu=30$. Κατασκευάζουμε τις τρεις εγκαταστάσεις τη μία δίπλα στην άλλη και τις θέτουμε ταυτόχρονα σε λειτουργία. Το ερώτημα είναι ποιο σιλό θα γεμίσει πρώτο και γιατί;
20. Ποια είναι τα είδη ροής που εμφανίζονται σε μια κατακόρυφη διφασική ροή αέρα-νερού. Δώστε το όνομα και μια μικρή περιγραφή (δύο-τριών γραμμών) για κάθε είδος.
21. Τι είναι οι ροϊκοί χάρτες και ποια είναι η χρησιμότητά τους σε μια ροή υγρών-αερίων; Δηλαδή τι θα μας χρησιμεύσει το αποτέλεσμα που θα βρούμε μέσω των χαρτών;
22. Σε ροές υγρών-αερίων χρησιμοποιείται πολύ συχνά ο όρος «φαινομενική ταχύτητα». Δώστε τον ορισμό του όρου αυτού και εξηγήστε ποια είναι μεγαλύτερη: η πραγματική ταχύτητα ή η φαινομενική ταχύτητα της κάθε φάσης.
23. Δώστε τον ορισμό της βασικής σχέσης που δίνει τη βαθμίδα πίεσης λόγω τριβής σε μια διφασική ροή υγρών-αερίων, στην οποία στηρίζονται ουσιαστικά πολλά από τα πρωταρχικά μοντέλα μελέτης της ροής, όπως τα μοντέλα Lockhart-Martinelli, Baroczy-Chisholm, Friedel κλπ. Η απάντηση μπορεί να δοθεί περιγραφικά (με λόγια) ή με σχέση, αν σας βολεύει, αλλά θα πρέπει να εξηγήσετε τη σημασία κάθε μεγέθους (συμβόλου) που αναφέρεται στη σχέση.
24. Ποιο είδος ροής που εμφανίζεται στην οριζόντια ροή υγρών-αερίων δεν εμφανίζεται στην κατακόρυφη και γιατί; Ποια η διαφορά μεταξύ της δακτυλιοειδούς ροής σε μια οριζόντια ροή υγρών-αερίων από αυτή σε μια κατακόρυφη ροή;
25. Περιγράψτε με απλά λόγια τη μορφή και την αρχή λειτουργίας μιας υδροπνευματικής αντλίας (air-lift pump).
26. Ποια είναι τα πλεονεκτήματα και ποια τα μειονεκτήματα μιας υδροπνευματικής αντλίας (air-lift pump) σε σύγκριση με μια φυγοκεντρική αντλία;

27. Σε μια εγκατάσταση υδροπνευματικής αντλίας (air-lift pump) τροφοδοτούμε πεπιεσμένο αέρα και αντλούμε νερό. Εάν στο κάτω άκρο του αγωγού ανύψωσης υπάρχει στερεή φάση υπό μορφή κόκκων, τότε είναι δυνατόν να γίνει άντληση και της στερεής φάσης. Ποια συνθήκη πρέπει να επικρατεί στο σημείο ύπαρξης των σωματιδίων ώστε να είναι δυνατή η άντλησή τους;
28. Περιγράψτε με απλά λόγια την χαρακτηριστική καμπύλη λειτουργίας της υδροπνευματικής αντλίας (air-lift pump).
29. Στην επίλυση του θέματος Πνευματικής Μεταφοράς Άμμου και με στόχο να βρείτε τη βέλτιστη διάμετρο, κάνατε τους υπολογισμούς ξεκινώντας από μία μικρή τιμή της διαμέτρου και υπολογίσατε τις απώλειες πίεσης αυξάνοντας σιγά-σιγά την διάμετρο. Σε κάποια τιμή της διαμέτρου παρατηρήσατε ότι προκύπταν αρνητικές τιμές οπότε και σταματήσατε τους υπολογισμούς. Εξηγείστε που οφείλεται αυτό.
30. Στο θέμα Πνευματικής Μεταφοράς Άμμου υπολογίσατε την μεταφορά άμμου σε σιλό με λόγο μίξης $\mu_1=10$ και βρήκατε την βέλτιστη διάμετρο του αγωγού έστω d_1 και την ελάχιστη Ισχύ έστω P_1 . Επαναλαμβάνετε τον υπολογισμό με λόγο μίξης $\mu_2=20$ και βρίσκετε την βέλτιστη διάμετρο του αγωγού έστω d_2 και την ελάχιστη ισχύ έστω P_2 . Τέλος επαναλαμβάνετε τον υπολογισμό με λόγο μίξης $\mu_3=30$ και βρίσκετε την βέλτιστη διάμετρο του αγωγού έστω d_3 και την ελάχιστη ισχύ έστω P_3 αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα που προκύπτουν δίνουν ότι ισχύει: $\mu_1 < \mu_2 < \mu_3$ και $d_1 > d_2 > d_3$ καθώς και $P_1 > P_2 > P_3$, δηλ. όσο μεγαλώνει ο λόγος μίξης τόσο μικραίνει η τιμή της βέλτιστης διαμέτρου και της αντίστοιχης Ισχύος. Εάν σας είχαν αναθέσει στο εργοστάσιο που εργάζεστε να υπολογίσετε μία τέτοια εγκατάσταση, ποια από τις τρεις περιπτώσεις θα προτεινάτε να κατασκευαστεί και γιατί;
31. Σε συζήτηση συναδέλφων μηχανικών ακούτε από έναν τον όρο «Δυναμικό ιξώδες σωματιδίων» ενώ ένας δεύτερος διαφωνεί και ισχυρίζεται ότι δεν υπάρχει τέτοιος όρος. Εσείς με ποιον συνάδελφο συμφωνείτε και πως εξηγείτε τη συμφωνία σας αυτή;
32. Γνωρίζοντας τον ορισμό και τη φυσική σημασία της σφαιρικότητας, ποιο θεωρείτε σαν πιο στρογγυλόμορφο σωματίδιο: Με σφαιρικότητα $\Phi=0.2$. Με σφαιρικότητα $\Phi=0.85$ ή Με σφαιρικότητα $\Phi=1.02$ και γιατί;
33. Να υπολογίσετε τη σφαιρικότητα ενός κύβου που έχει ακμή $a = 1$ mm και να την συγκρίνετε με τη σφαιρικότητα ενός κύβου με ακμή $a = 2$ mm.
34. Σας δίνουν δύο φύλλα χαρτί στα οποία έχουν γράψει στο ένα τις εξισώσεις της ομογενούς ροής και στο άλλο τις εξισώσεις της χωριστής ροής, χωρίς βεβαίως να αναγράφεται το είδος της ροής. Πως μπορείτε να καταλάβετε ποιες είναι οι εξισώσεις του κάθε είδους ροής;



35. Σε ένα εργοστάσιο παραγωγής τσιμέντου γίνεται φόρτωση τσιμέντου χύμα σε ένα τάνκερ με τη μέθοδο της πνευματικής μεταφοράς. Στην προσπάθεια να τελειώσουν πιο γρήγορα την φόρτωση, ο χειριστής ανοίγει όλο και περισσότερο τη βάνα τροφοδοσίας του τσιμέντου, μέχρι που κάποια στιγμή αντί να αυξηθεί η παροχή του τσιμέντου τελικά σταματάει εντελώς η ροή. Εξηγείστε για ποιο λόγο συμβαίνει αυτό.
36. Δώστε περιληπτικά τη μέθοδο ανάπτυξης θεωρητικού μοντέλου για τον υπολογισμό της αεροδυναμικής άνωσης των σωματιδίων.