



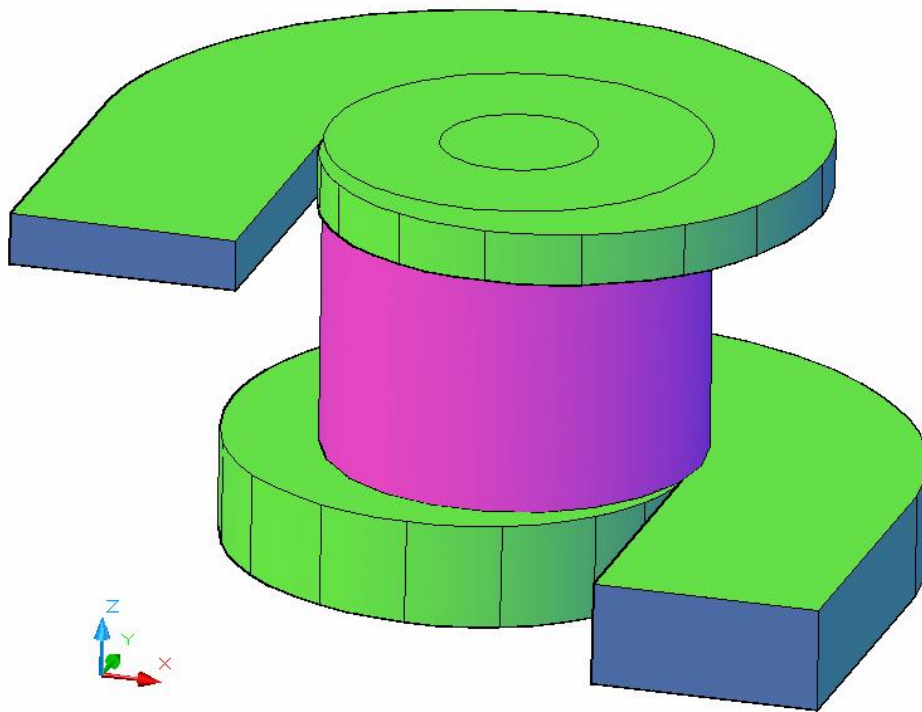
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ: ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΡΩΤΟΤΥΠΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ
ΔΙΑΤΑΞΗΣ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗ ΥΓΡΗΣ – ΑΕΡΙΑΣ ΦΑΣΗΣ



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΜΠΕΛΕΒΕΤΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΔΡΕΑΣ

ΠΑΤΡΑ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2008

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η πτυχιακή εργασία αυτή είναι να γνωρίσει οποιοσδήποτε την διαβάσει, τον τρόπο για την σχεδίαση και κατασκευή μιας πειραματικής διάταξης διαχωριστή υγρής – αέριας φάσης.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον εισηγητή αυτής της πτυχιακής εργασίας, Δρ Γιαννόπουλο Ανδρέα, αναπληρωτή καθηγητή του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πατρών, για την αμέριστη και απροβλημάτιστη συνεργασία και υποστήριξη καθώς και την οικογένεια μου για την υλική και ηθική τους βοήθεια.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Κεφάλα Παναγιώτη καθώς τους φίλους μου και συναδέλφους μου για την ψυχολογική τους συμπαράσταση.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελ.
ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ	1
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	2
<hr/>	
1. ΔΙΦΑΣΙΚΗ ΜΟΝΟΔΙΑΣΤΑΤΗ ΡΟΗ	3
1.1 Γενική θεώρηση διφασικής ροής	3
1.2 Ομογενής ροή	3
1.3 Είδη διφασικής ροής υγρού αερίου	4
1.4 Ροϊκές περιοχές σε κατακόρυφη προς τα άνω ροή μίγματος	5
1.5 Ροϊκοί χάρτες για κατακόρυφη ροή	7
1.6 Ροϊκές περιοχές σε οριζόντια ροή	8
1.7 Ροϊκοί χάρτες για οριζόντια ροή	9
1.8 Ροϊκές περιοχές σε κεκλιμένη ροή	10
<hr/>	
2. ΑΝΑΛΥΣΗ ΡΟΪΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ ΔΙΦΑΣΙΚΗΣ ΡΟΗΣ	11
2.1 Εισαγωγή	11
2.2 Παράμετροι διφασικής ροής	12
2.3 Βαθμίδες πίεσης στη διφασική ροή	16
<hr/>	
3. ΣΤΡΟΒΙΛΩΔΗΣ ΡΟΗ	18
3.1 Χαρακτηριστικά στροβιλώδους ροής	18
3.2 Δημιουργία στροβιλώδους ροής	19
3.3 Βασικά αποτελέσματα των στροβίλων	24
<hr/>	
4. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΓΓΕΝΙΚΩΝ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΩΝ	28
4.1 Διαχωρισμός του ελαίου – φυγοκέντρωση – φιλτράρισμα	28
4.2 Ηλεκτρική σκούπα – διαχωρισμός σκόνης αέρα	32
4.3 Βιομηχανία τροφίμων – διαχωρισμός βουτύρου γάλακτος	39
4.4 Διαχωρισμός πετρελαίου – φυσικού αερίου	42
4.5 Φυγοκεντρικός διαχωριστής σωματιδίων JZA της JUDO Γερμανίας	52
4.6 Φυγοκεντρικός διαχωριστής KAESER	53
4.7 Φυγοκεντρικοί διαχωριστές OMI Ιταλίας	55

5.	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗ	56
5.1	Φυγοκεντρικοί διαχωριστές	56
5.2	Χαρακτηριστικά φυγοκεντρικού διαχωριστή	60
5.3	Στοιχεία εγκατάστασης	62
5.4	Σχεδίαση φυγοκεντρικού διαχωριστή με το πρόγραμμα AutoCAD Architecture 2008 3D	64
5.5	Σχεδίαση φυγοκεντρικού διαχωριστή με το πρόγραμμα gambit	71
5.6	Επίλυση φυγοκεντρικού διαχωριστή με το πρόγραμμα fluent	73
<hr/>		
6.	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗ	85
6.1	Γενικά για το υλικό Plexiglas	85
6.2	Διαχωριστής από Plexiglas	89
6.3	Διαχωριστής από Plexiglas σε λειτουργία	91
<hr/>		
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	95

ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ

ΣΥΜΒΟΛΟ	ΜΕΓΕΘΟΣ
Λατινικοί Χαρακτήρες	
u	ταχύτητας m/s
v	αξονική συνιστώσα ταχύτητας
w	στροβιλώδη ταχύτητα
x	διεύθυνση x
y	διεύθυνση y
z	διεύθυνση z
s	στοιχειομετρική αναλογία μάζας των δύο φάσεων
k	τυρβώδης κινητική ενέργεια
P	πίεση
r	ακτίνα
g	διακύμανση μέσης τιμής συγκέντρωσης
S	αριθμός στροβίλων
f	λόγος μίξης
Ελληνικοί Χαρακτήρες	
ω	στροβιλότητα
Ω	γωνιακή ταχύτητα
ρ	πυκνότητα
Γ	κυκλοφορία
ε	ρυθμός διάχυσης τύρβης
φ	γωνία πτερυγίων
A	διατομή

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός της εργασίας είναι η σχεδίαση και κατασκευή πρωτότυπης πειραματικής διάταξης διαχωριστή υγρής – αέριας φάσης, καθώς και η μελέτη σύγκριση και παρουσίαση των χαρακτηριστικών μιας διφασικής ροής κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες σε ένα φυγοκεντρικό διαχωριστή αερίων υγρών.

Στα πρώτα 3 κεφάλαια παρουσιάζεται συνοπτικά το θεωρητικό κομμάτι που αφορά τη διφασική ροή, την ανάλυση των ροϊκών μεγεθών της, τον υπολογισμό απώλειας πίεσης με διάφορα μοντέλα , τα χαρακτηριστικά της στροβιλώδους ροής καθώς και της θεωρητικές τεχνικές για την προσομοίωση της διφασικής ροής.

Στο 4^ο κεφάλαιο βλέπουμε κάποιους άλλους συγγενικούς διαχωριστές που κάνουν τον διαχωρισμό του ελαίου – φυγοκέντρωση – φιλτράρισμα, ηλεκτρική σκούπα – διαχωρισμός σκόνης αέρα, βιομηχανία τροφίμων – διαχωρισμός βουτύρου γάλακτος, διαχωρισμός πετρελαίου – φυσικού αερίου, φυγοκεντρικός διαχωριστής σωματιδίων JZA της JUDO Γερμανίας, φυγοκεντρικός διαχωριστής KAESER, φυγοκεντρικοί διαχωριστές OMI Ιταλίας.

Στο 5^ο κεφάλαιο γίνεται η παρουσίαση του θέματος και περιγραφή του φυγοκεντρικού διαχωριστή, καθώς και ο σχεδιασμός αυτού με την βοήθεια των προγραμμάτων όπως το AutoCAD Architecture 2008 3D και gambit.

Στο 6^ο κεφάλαιο αναφέρουμε τεχνικά χαρακτηριστικά για το υλικό που κατασκευάστηκε ο διαχωριστής (Plexiglas) και κάποιες εφαρμογές του στην καθημερινή μας ζωή. Μετά βλέπουμε το διαχωριστή σε διαφορετικές όψεις και στην συνέχεια σε πλήρη λειτουργία.

1

ΔΙΦΑΣΙΚΗ ΜΟΝΟΔΙΑΣΤΑΤΗ ΡΟΗ

1.1 Γενική θεώρηση διφασικής ροής

Φάση είναι απλά μια από τις καταστάσεις της ύλης και μπορεί να είναι αέρια υγρή και στερεή. Πολυφασική ροή είναι η ταυτόχρονη ροή διαφόρων φάσεων. Διφασική ροή είναι η απλούστερη περίπτωση της πολυφασικής ροής.

Η διφασική ροή εμφανίζεται τόσο στον φυσικό κόσμο (π.χ. ομίχλη, καπνός, βροχή, ανεμοθύελλες κλπ), όσο και στο χώρο της τεχνικής (π.χ. εξάτμιση και συμπύκνωση στις ψυκτικές εγκαταστάσεις, στους σταθμούς παραγωγής ισχύος και σε διάφορες βιομηχανίες όπου γίνεται μεταφορά των διάφορων υλών με τη βοήθεια ρευστών κλπ.).

Η διφασική ροή υπακούει σε όλους τους βασικούς νόμους της μηχανικής των ρευστών, με τη διαφορά ότι οι εξισώσεις είναι περισσότερο πολύπλοκες από αυτές της μονοφασικής ροής. Για τη διερεύνηση της διφασικής ροής έχουν αναπτυχθεί διάφορα μοντέλα, τα οποία ενώ δεν υπεισέρχονται στις λεπτομέρειες της ροής, δίνουν επιτυχή αποτελέσματα.

Για παράδειγμα στο μοντέλο της ομογενούς ροής οι δύο φάσεις θεωρούνται σαν ένα υποθετικό ρευστό, του οποίου οι ιδιότητες αποτελούν κατά ένα τρόπο το μέσο όρο των ιδιοτήτων των δύο φάσεων. Στο μοντέλο της διαχωρισμένης ροής οι δύο φάσεις θεωρούνται ότι ρέουν παράλληλα.

Ξεχωριστές εξισώσεις γράφονται για την κάθε φάση ενώ λαμβάνεται υπόψη και η αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο φάσεων.

1.2 Ομογενής ροή

Η θεωρία της ομογενούς ροής είναι η απλούστερη τεχνική για την ανάλυση της διφασικής ροής. Το μίγμα θεωρείται σαν ένα ιδεατό ρευστό, για το οποίο ισχύουν οι εξισώσεις της απλής ροής (μονοφασικής) και στο οποίο μπορούμε να εφαρμόσουμε τους νόμους και τις μεθόδους της ρευστοδυναμικής. Το βασικό πρόβλημα στην ομογενή ροή είναι να υπολογιστούν οι ιδιότητες του ιδεατού ρευστού,

οι οποίες εισερχόμενες στις εξισώσεις της απλής ροής θα δώσουν τα επιθυμητά σωστά αποτελέσματα. Οι ιδιότητες αυτές αποτελούν κατά κάποιον τρόπο τις μέσες τιμές των ιδιοτήτων των δύο συστατικών χωρίς να είναι αναγκαίο να συμπίπτουν με τις ιδιότητες μιας από τις δύο φάσεις.

Ομογενής θεωρείται η ροή όταν το διασκορπισμένο συστατικό είναι ομοιόμορφα κατανεμημένο μέσα στο φορέα, δηλαδή η συγκέντρωση μάζας είναι σταθερή σε όλη τη διατομή σε ένα σημείο του αγωγού και οι ταχύτητες των δύο συστατικών είναι ίσες.

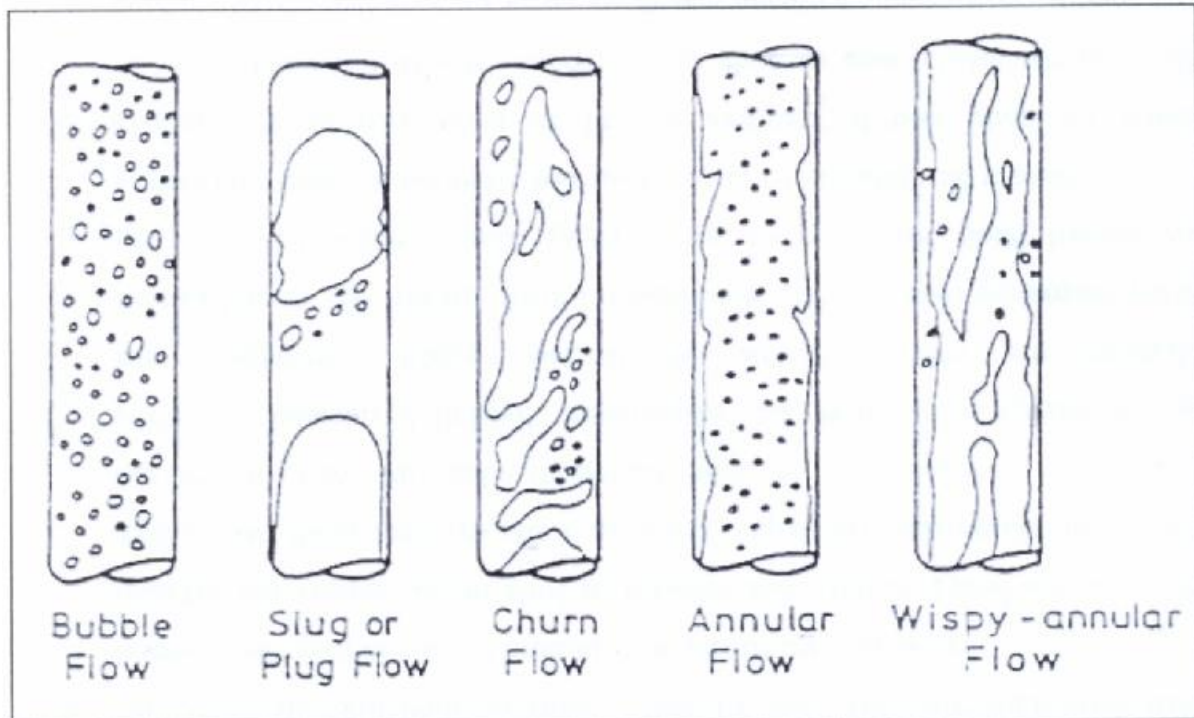
1.3 Είδη διφασικής ροής υγρού αερίου

Στην περίπτωση της ροής υγρού με τους ατμούς του ή με κάποιο αέριο εντός αγωγού, κάθε μια από τις φάσεις μπορεί να θεωρηθεί ότι καταλαμβάνει αναλογικά (κατά μέσο όρο) ένα ποσοστό της διατομής του αγωγού. Ο τρόπος με τον οποίο διανέμονται οι δυο φάσεις εντός του αγωγού ποικίλουν και οι διάφορες διαμορφώσεις στη διφασική ροή είναι γνωστές σαν είδη-μοντέλα ροής (flow patterns ή flow regimes). Έτσι είναι γνωστό για ποιες τιμές των ροϊκών παραμέτρων παράγεται κάθε είδος ροής, ανάλογα μπορεί να επιλεγεί και το κατάλληλο θεωρητικό μοντέλο.

Έχουν αναπτυχθεί διάφορες μέθοδοι για την πρόβλεψη του είδους της ροής, αλλά καμιά δεν έχει αποδειχθεί αρκετά αξιόπιστη. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι, αν και για συγκεκριμένες ροϊκές συνθήκες είναι δυνατή η πρόβλεψη του τύπου ροής που θα συμβεί, οι συνθήκες στις οποίες θα γίνει μετάβαση από ένα τύπο ροής σε άλλο δεν είναι δυνατόν να προβλεφθούν αξιόπιστα και με ακρίβεια.. Οι περισσότερες μέθοδοι για τον υπολογισμό των διαφόρων όρων απώλειας πίεσης σε μια διφασική ροή δεν λαμβάνουν υπόψη τους ποιο από τα είδη ροής συμβαίνει στην πράξη, με αποτέλεσμα τα αποτελέσματα να εμφανίζουν συχνά σημαντικές ανακρίβειες. Το πρόβλημα αυτό λύνεται ικανοποιητικά με την εισαγωγή κατάλληλων διορθωτικών συντελεστών για διάφορες περιοχές τιμών των ροϊκών παραμέτρων οι οποίες σχετίζονται άμεσα με το είδος της ροής.

1.4 Ροϊκές περιοχές σε κατακόρυφη προς τα άνω ροή μίγματος

Τα είδη ροής τα οποία μπορούν να απαντηθούν κατά την κατακόρυφη προς τα άνω ροή διφασικού μίγματος φαίνονται στο σχήμα 1.1 και εξηγούνται ως εξής:



Σχήμα 1.1 Ροϊκά μοντέλα σε κατακόρυφη προς τα άνω ροή

1. Ροή με φυσαλίδες (bubble flow). Στη ροή με φυσαλίδες η αέρια φάση βρίσκεται υπό μορφή φυσαλίδων εντός της υγρής φάσης και εξαιτίας της άνωσης και της επίδρασης του προφίλ της ταχύτητας, η μέση ταχύτητα της αέριας φάσης είναι ελαφρώς μεγαλύτερη από αυτήν της υγρής φάσης. Είναι αβέβαιο αν αυτό το είδος ροής μπορεί να εμφανιστεί στη μόνιμη κατάσταση, λόγω του ότι οι φυσαλίδες τείνουν να συσσωματώνονται. Σ' οποιαδήποτε πάντως περίπτωση οι φυσαλίδες βρίσκονται σε περιοχές χαμηλής ποιότητας του εξατμιζόμενου μίγματος.
2. Ροή με τμήματα αέρα βληματοειδούς σχήματος (slug flow). Σ' αυτό το είδος της ροής σχηματίζονται φυσαλίδες αέρα σε σχήμα βλήματος, διαφόρων διαστάσεων, ανάμεσα στις οποίες βρίσκεται η υγρή φάση. Συγχρόνως, εντός της υγρής φάσης εμφανίζονται διασκορπισμένες φυσαλίδες μικρότερων

διαστάσεων. Η μέση ταχύτητα της αέριας φάσης συνήθως είναι σημαντικά μεγαλύτερη από αυτήν της υγρής φάσης και αυτό συμβαίνει κυρίως στην περίπτωση που το μήκος της υγρής φάσης, που χωρίζει τα τμήματα αέρα, είναι αρκετά μικρό. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι μεγάλο μέρος της υγρής φάσης στη συνέχεια θα ρεύσει, με τη μορφή ενός αργά κινούμενου φιλμ, μεταξύ των φυσαλίδων αέρα και του τοιχώματος του αγωγού. Για χαμηλές ταχύτητες, μέρος της υγρής φάσης που κείται κοντά στο τοίχωμα, δύναται να κινηθεί προς τα κάτω λόγω των δυνάμεων βαρύτητας, ακόμα και αν το υπερκείμενο στρώμα ρευστού ρέει προς τα άνω. Λόγω της ύπαρξης ανομοιομορφίας στο μίγμα σε μεγάλη κλίμακα, η ροή τείνει να πάρει παλμοειδή μορφή, φαινόμενο που δυσχεραίνει τη μέτρηση της πίεσης.

3. Ροή με αναταράξεις (churn flow). Αυτό το είδος της ροής μπορεί να χαρακτηριστεί σαν μία μη μόνιμη μορφή ροής slug, η οποία διασπάται λόγω του συνδυασμού μικρών διατμητικών παραμορφώσεων και μεγάλης διαμέτρου αγωγού ή μεγάλης επιτάχυνσης της ροής λόγω εξάτμισης. Οι φάσεις κινούνται και περιστρέφονται μαζί με έναν εντελώς τυχαίο και ακανόνιστο τρόπο, παρόλο που η υγρή φάση είναι στο μεγαλύτερο μέρος της συνεχής και κινείται κύρια προς το τοίχωμα του αγωγού. Όπως και στη slug μορφή ροής, έτσι και εδώ η μέτρηση της πίεσης είναι δύσκολη.
4. Δακτυλιοειδής ροή (annular flow). Αυτό το είδος της ροής απαντάται στις περισσότερες πρακτικές εφαρμογές διφασικής ροής. Μία ποσότητα υγρού κατακρατείται, από την αέρια φάση υπό μορφή υγρασίας, ενώ το υπόλοιπο υγρό ρέει με σχετικά μικρή ταχύτητα εντός ενός λεπτού στρώματος (φιλμ), περιβρέχοντας την εσωτερική περίμετρο του αγωγού. Ο τύπος αυτός της ροής του μίγματος, σε κατακόρυφη προς τα άνω ροή, πρακτικά συμβαίνει όταν η ποιότητα ατμού του μίγματος είναι μεγαλύτερη του 0,2 επίσης αυτό το είδος ροής είναι δυνατό να συμβεί και για μικρότερες τιμές της ποιότητας ατμού, αν και τότε δεν υπάρχει σαφής διαφορά από την slug μορφή ροής, στην περίπτωση που αναπτύσσονται στο μίγμα υψηλές ταχύτητες. Σε υψηλές ποιότητες του μίγματος, όταν υπάρχει και προσθήκη θερμότητας, το φιλμ του υγρού πρακτικά εξαφανίζεται ή διασπάται, έτσι ώστε όλο το υγρό να ρέει μαζί με το αέριο υπό μορφή υγρασίας. Αυτή η ειδική μορφή της annular ροής αποκαλείται ομιχλώδεις ροή ή ροή με υγρασία (mist flow).

Συνοψίζοντας τα όσα αναφέρθηκαν παραπάνω μπορούμε να πούμε ότι για την περίπτωση ενός εξατμιζόμενου μίγματος που ρέει κατακόρυφα προς τα πάνω, τα είδη της ροής που εμφανίζονται καθώς αυξάνεται η ποιότητα των ατμών x του μίγματος είναι τα εξής:

- x πολύ κοντά στο 0 : Bubble flow
- $0.0 < x \leq 0.1$: Slug flow
- $x = 0.1$: Churn flow
- $0.1 < x \leq 1$: Annular flow
- $0.9 \leq x \leq 1$: Mist flow

Ο πίνακας αυτός μας δείχνει για ποιο λόγο δίνεται μεγάλη έμφαση στη μελέτη της annular μορφής ροής, μιας και όπως φαίνεται, αποτελεί το συνηθέστερο είδος ροής αφού καλύπτει μίγματα με ποιότητες ατμού από 0.1 έως 1.

1.5 Ροϊκοί χάρτες για κατακόρυφη ροή

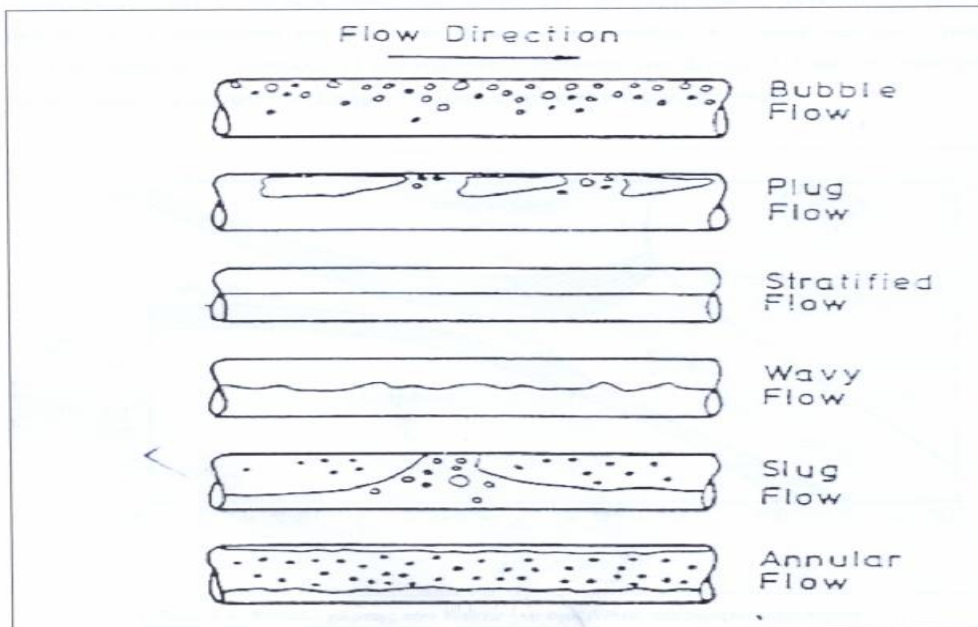
Η συνήθης πρακτική για την κατάστρωση ροϊκών χαρτών είναι να οροθετηθεί το μοντέλο με οπτικά ή άλλα μέσα και στη συνέχεια να σχεδιαστεί σε συνάρτηση ορισμένων παραμέτρων του συστήματος, όπως η σχετική ταχύτητα και η συνολική παροχή μάζας. Όμως κατ' αυτόν τον τρόπο δεν επιτυγχάνεται γενίκευση της εφαρμογής ενός τέτοιου χάρτη αφού ο σχεδιασμός του προήλθε από συγκεκριμένο αγωγό σε δεδομένη πίεση. Έτσι ο σχεδιασμός γενικευμένων χαρτών που προέρχονται από αντίστοιχες γενικευμένες παραμέτρους είναι ουσιώδους σημασίας.

1.6 Ροϊκές περιοχές σε οριζόντια ροή

Οι ακόλουθες ροϊκές περιοχές προτείνονται για την διερεύνηση της οριζόντιας διφασικής ροής αερίου-υγρού.

1. Στρωματοποιημένη ροή (Stratified flow). Ο διαχωρισμός της ροής λόγω βαρύτητας είναι πλήρης. Η υγρή φάση ρέει στο κάτω μέρος του αγωγού ενώ η αέρια φάση στο πάνω μέρος.
2. Διάσπαρτη ροή φυσαλίδων (Dispersed-Bubble flow). Οι φυσαλίδες της αέριας φάσης είναι διάσπαρτες μέσα στο συνεχές υγρό και τείνουν να συγκεντρώνονται, στο επάνω μέρος του αγωγού.
3. Δακτυλιοειδής διάσπαρτη ροή (Annular-Dirpersed flow). Η μορφή της ροής είναι παρόμοια με αυτή της κάθετης με εξαίρεση ότι το πάχος του φιλμ είναι ανομοιόμορφο, δηλαδή στο πάνω μέρος του αγωγού είναι λεπτότερο απ' ότι στο κάτω. Τέλος η εμφάνιση διασποράς υγρού στον πυρήνα της αέριας φάσης είναι ο κανόνας παρά η εξαίρεση όπως συμβαίνει στην κάθετη ροή.
4. Ενδιάμεσες ροές (Intermittent flows). Ένα πλήθος ενδιάμεσης μορφής ροών μπορούν να παρουσιαστούν στην οριζόντια ροή και είναι συχνά προτιμότερο να αντιμετωπίζονται σαν ένα γενικό είδος ροής. Όμως είναι βολικό να διαιρούνται σε τρεις υποπεριπτώσεις ως εξής:
 - a. Plug flow. Όπως στην κάθετη ροή έτσι και εδώ εμφανίζονται φυσαλίδες σφαιρικής μορφής, με τη διαφορά ότι κινούνται πλησιέστερα στο πάνω μέρος του αγωγού.
 - b. Slug flow
 - c. Semislug flow

Γραφική παράσταση των μοντέλων φαίνεται στο Σχήμα 1 .2



Σχήμα 1.2: Ροϊκά μοντέλα σε οριζόντια ροή

1.7 Ροϊκοί χάρτες για οριζόντια ροή

Ένας από τους γνωστότερους γενικευμένους χάρτες είναι αυτός του Baker, ο οποίος εισήγαγε τις παρακάτω παραμέτρους:

$$\lambda_B = \left(\frac{\rho_G * \rho_L}{\rho_A \rho_W} \right)^{0.5} \quad \Psi_B = \frac{\sigma_W}{\sigma} * \left[\frac{\mu_L}{\mu_W} * \left(\frac{\rho_W}{\rho_L} \right)^2 \right]^{\frac{1}{3}}$$

όπου ρ , σ και μ είναι αντίστοιχα η πυκνότητα, η επιφανειακή τάση και το ιξώδες, ενώ οι δείκτες G και L υποδεικνύουν την αέρια και την υγρή φάση, αντίστοιχα και οι δείκτες A, W δηλώνουν την τιμή του αντίστοιχου μεγέθους του αέρα και του νερού σε ατμοσφαιρικές συνθήκες.

1.8 Ροϊκές περιοχές σε κεκλιμένη ροή

Υπάρχουν πολύ λίγες πληροφορίες σχετικά με κεκλιμένους αγωγούς σε σχέση με την εφαρμογή τους σε τεχνικές εφαρμογές. Πρόσφατα αποκτήθηκαν δεδομένα από τον Barnea για αγωγούς με κλίση -10 έως +10 μοίρες.

Για τον προσδιορισμό και την κατάστρωση των flow patterns χρησιμοποιούνται συνοπτικά οι ακόλουθες μέθοδοι:

1. Οπτικές μέθοδοι οι οποίες εμπεριέχουν φωτογραφικές τεχνικές.
2. Μέθοδοι βασισμένοι στη μέτρηση της μεταβολής διαφόρων ποσοτήτων και σε στατιστικές παρατηρήσεις των αποτελεσμάτων.
3. Μέθοδοι βασισμένοι στην απορρόφηση ακτινοβολίας και στη μεταβολή της πυκνότητας.

Το ερώτημα που τίθεται είναι αν τα ροϊκά μοντέλα μπορούν να δώσουν λύσεις σε πρακτικές εφαρμογές. Είναι γεγονός ότι η μεγάλη πλειοψηφία των τεχνικών εφαρμογών γίνονται χωρίς τη βοήθεια των flow patterns. Όμως παρά την πρόσθετη δυσκολία που δημιουργεί η εισαγωγή τέτοιων μοντέλων στους υπολογισμούς, πρόσφατες έρευνες έχουν δείξει ότι τα αποτελέσματα είναι πιο ακριβή. Επίσης μοντέλα τα οποία είναι βασισμένα σε κάποια θεωρία είναι περισσότερο εφαρμόσιμα σε σχέση με μοντέλα τα οποία είναι καθαρώς εμπειρικά. Γι' αυτούς τους λόγους η σωστή κατανόηση των περιοχών που εφαρμόζεται κάθε μοντέλο αποκτά συνεχώς αυξανόμενη σημασία κατά τη διερεύνηση πολυφασικών ροών.

2

ΑΝΑΛΥΣΗ ΡΟΪΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ ΔΙΦΑΣΙΚΗΣ ΡΟΗΣ

2.1 Εισαγωγή

Το μεγαλύτερο μέρος της ονοματολογίας που χρησιμοποιείται για τα ροϊκά μεγέθη της διφασικής ροής έχει προέλθει από την απλή μονοφασική ροή, για το λόγο ότι τα κύρια ροϊκά μεγέθη της διφασικής ροής αντιστοιχούν σ' αυτά της μονοφασικής ροής. Η βασική διαφορά είναι ότι για την περίπτωση της διφασικής ροής έχουμε διπλάσιο αριθμό μεγεθών δηλαδή δύο παροχές, δύο ιξώδη και δύο πυκνότητες.

Επιπλέον έχει βρεθεί ότι πολλοί σημαντικοί παράγοντες στους υπολογισμούς για τη διφασική ροή είναι η διατμητική τάση και η κλίση του αγωγού δηλαδή η γωνία που σχηματίζει, ο αγωγός με το οριζόντιο επίπεδο.

Στις περισσότερες πρακτικές εφαρμογές διφασικής ροής η πλέον ενδιαφέρουσα εξαρτημένη μεταβλητή είναι η βαθμίδα πίεσης, η οποία στην περίπτωση της διφασικής ροής μπορεί να εκφραστεί ως άθροισμα των εξής τριών όρων:

1. Λόγω τριβής
2. Λόγω βαρύτητας
3. Λόγω μεταβολών στην ορμή. Το γεγονός αυτό εκφράζεται από την ακόλουθη εξίσωση (2.1)

$$\frac{dp}{dz} = \frac{dp_f}{dz} + \frac{dp_g}{dz} + \frac{dp_a}{dz} \quad (2.1)$$

Για τον υπολογισμό της βαθμίδας πίεσης έχουν αναπτυχθεί διάφορες μέθοδοι. Η επίδραση των τριών όρων πίεσης στη βαθμίδα πίεσης δεν είναι ίδια και ποικίλει, από εφαρμογή σε εφαρμογή. Για παράδειγμα ο παράγοντας dp_a / dz ο οποίος οφείλεται σε μεταβολές της ορμής, είναι πολύ σπουδαίος στη διφασική ροή και κύρια για ροή μιγμάτων ατμού - υγρού ή και για μίγματα αερίου - υγρού, όπου η

πίεση είναι κοντά στην πίεση ατμών της υγρής φάσης. Αυτό συμβαίνει επειδή το φαινόμενο της ατμοποίησης ή της συμπύκνωσης στο μίγμα, που εμφανίζεται ως αποτέλεσμα μεταφοράς θερμότητας ή βαθμίδα πίεσης, μπορεί να προκαλέσει μεγάλες μεταβολές στις ταχύτητες των φάσεων. Σε τέτοια μίγματα ο κυριότερος παράγοντας, ο οποίος δίνει σημαντικές τιμές στον όρο dp_α / dz στην πράξη, είναι το φαινόμενο της αυτοεξάτμισης, το οποίο οφείλεται κυρία σε πτώση πίεσης, μπορεί όμως να οφείλεται σε σημαντικό βαθμό και σε μετάδοση θερμότητας.

Η τάση τέτοιων μιγμάτων για αυτοεξάτμιση οφείλεται στην υψηλή συμπιεστικότητα, η οποία είναι χαρακτηριστική για τα περισσότερα διφασικά μίγματα. Αυτό σημαίνει ότι οι κρίσιμες τιμές της ταχύτητας είναι συνήθως αρκετά χαμηλές, κυρίως σε μίγματα υψηλής ποιότητας και χαμηλής πίεσης.

2.2 Παράμετροι διφασικής ροής

Οι κυριότερες παράμετροι για μια διφασική ροή εντός ενός ευθύγραμμου, κυκλικής διατομής αγωγού, είναι οι ακόλουθες:

- D: Εσωτερική διάμετρος αγωγού
- G: Ροή μάζας ανά μονάδα επιφανείας του μίγματος
- x: Ποιότητα ατμών ή αερίου της ροής
- γ : Διεπιφανειακή τάση
- ϵ : Ισοδύναμο ύψος τραχύτητας
- θ : Γωνία κλίσης του αγωγού μεταφοράς
- μ_G : Δυναμικό ιξώδες της αέριας φάσης ή των ατμών
- μ_L : Δυναμικό ιξώδες της υγρής φάσης
- ρ_G : Πυκνότητα αέριας φάσης (ή ατμών)
- ρ_L : Πυκνότητα υγρής φάσης
- Πρόσδοση θερμότητας

Η κάθε μία από τις παραπάνω κύριες ροϊκές παραμέτρους έχει σημαντική επίδραση στα χαρακτηριστικά και κατ' επέκταση στο είδος της ροής που θα συμβεί. Ακολούθως δίνεται αναλυτικά η επίδραση που έχει κάθε μία από τις ροϊκές παραμέτρους στη διφασική ροή.

Εσωτερική διάμετρος αγωγού (D): Είναι σημαντικότερος όρος για τον υπολογισμό του όρου της τριβής στη βαθμίδα της πίεσης. Επειδή όμως το μέγεθος της διαμέτρου του αγωγού έχει άμεση επίδραση στο είδος της ροής που θα συμβεί, άρα και στις κατανομές μάζας, ταχύτητας και αδράνειας των δύο φάσεων, η παράμετρος αυτή επιδρά και στους όρους από τους οποίους απαρτίζεται η βαθμίδα πίεσης. Επειδή όμως η επίδραση αυτή της διαμέτρου στους υπόλοιπους όρους πίεσης, εκτός του όρου τριβής, είναι δύσκολο να εξακριβωθεί, συνήθως αμελείται.

Ροή μάζας ανά μονάδα επιφανείας (G): Αποτελεί κύριο παράγοντα για τον υπολογισμό των όρων πίεσης λόγω τριβής και λόγω αδρανείας. Επιπροσθέτως, επειδή επηρεάζει και το είδος της ροής έχει συχνά και επιπλέον επιδράσεις και στους τρεις όρους της βαθμίδας πίεσης και μάλιστα αρκετά σημαντικές.

Ποιότητα ατμών ροής (x): Υποδεικνύει το ποσοστό μάζας του μίγματος το οποίο αποτελείται από ατμό ή αέρια φάση. Έχει άμεση επίδραση σε όλους τους όρους της βαθμίδας πίεσης, είτε άμεσα, είτε έμμεσα με τη μορφή $\alpha = 1 / \{ 1 + [(1 - x) * \rho_G] + (x * \rho_L) \}$, όπου α είναι το κλάσμα όγκου της αέριας φάσης και ορίζεται ως ο λόγος της παροχής όγκου της αέριας φάσης προς τη συνολική παροχή όγκου.

Γενικά μπορούμε να πούμε ότι η επίδραση της ποιότητας x στον όρο της πίεσης που οφείλεται στην τριβή αυξάνει δραστικά με αύξηση του x . Αντίθετα αυξάνοντας το x μειώνεται η επίδραση του στον όρο της πίεσης που οφείλεται στη βαρύτητα, ενώ αυξάνεται η επίδραση του στον όρο πίεσης, που οφείλεται σε μεταβολές της αδράνειας.

Διεπιφανειακή τάση (γ): Σε συνδυασμό και με άλλες παραμέτρους, η διεπιφανειακή τάση είναι δυνατό να έχει μια κρίσιμη επίδραση στη διαμόρφωση του είδους της ροής που θα συμβεί. Επίσης μπορεί να επιδράσει και στους τρεις όρους της βαθμίδας πίεσης, αν και ο βαθμός επίδρασης της και η μεταβολή που επιφέρει σε καθένα από τους όρους πίεσης είναι δύσκολο να εξακριβωθούν με βάση πειραματικά αποτελέσματα.

Ύψος τραχύτητας (ε): Οι σχέσεις που χρησιμοποιούνται στη διφασική ροή στην περίπτωση ενός εξατμιζόμενου υγρού ή ενός μίγματος υγρού- αερίου προβλέπουν κατά ένα συνεχή τρόπο τη βαθμίδα πίεσης. Παρόλα αυτά όμως, τα αποτελέσματα τους θα έπρεπε να συμπίπτουν μ' αυτά των σχέσεων που ισχύουν για τη μονοφασική ροή, στις οριακές περιπτώσεις που όλο το υγρό έχει εξατμιστεί ή όλος ο ατμός έχει γίνει υγρό, οπότε η ροή θα έχει γίνει πλέον μονοφασική. Όμως έχει παρατηρηθεί ότι η επίδραση του ύψους τραχύτητας στον όρο πίεσης λόγω τριβής είναι μικρότερη στην περίπτωση της διφασικής ροής από ότι στη μονοφασική ροή.

Γωνία κλίσης του αγωγού μεταφοράς (θ): Αποτελεί κυρία παράμετρο για τον υπολογισμό του όρου πίεσης λόγω της βαρύτητας, επειδή ισχύει ότι $dp_G / dz = -\rho_{AV} * g * \sin\theta$, όπου ρ_{AV} η μέση πυκνότητα του μίγματος. Ειδικά, όταν η σπουδαιότητα του όρου πίεσης λόγω της τριβής είναι μικρή, η κλίση του αγωγού μπορεί να επιδράσει σημαντικά στο είδος της ροής που θα συμβεί και έτσι θα έχει μία επιπλέον επίδραση στον όρο της βαθμίδας πίεσης λόγω βαρύτητας λόγω μεταβολής της μέσης πυκνότητας του μίγματος.

Δυναμικό ιξώδες της αέριας φάσης (μ_G): Η παράμετρος αυτή εμφανίζεται να μην έχει, σημαντική επίδραση σε κανένα από τους τρεις όρους της βαθμίδας πίεσης, ίσως λόγω του γεγονότος ότι δεν υφίσταται σημαντικές μεταβολές. Απλώς χρησιμοποιείται σε κάποιες σχέσεις για τον υπολογισμό της βαθμίδας της πίεσης.

Δυναμικό ιξώδες της υγρής φάσης (μ_L): Εξαιτίας του γεγονότος ότι παρουσιάζει, μεγαλύτερο εύρος μεταβολών, έχει μεγαλύτερη επίδραση στον προσδιορισμό των βαθμίδων πίεσης σε κατάσταση αναφοράς απ' ότι το δυναμικό ιξώδες της αέριας φάσης, οι οποίες χρησιμοποιούνται σε κάποιες σχέσεις της διφασικής ροής.

Το δυναμικό ιξώδες της υγρής φάσης μπορεί επίσης να επηρεάσει το είδος της ροής που θα συμβεί και σε πιο ακριβείς σχέσεις υπολογισμού χρησιμοποιείται σαν μια επιπλέον ανεξάρτητη μεταβλητή.

Πυκνότητα αέριας φάσης (ρ_G): Αποτελεί μεγάλης σπουδαιότητας παράμετρο για τον υπολογισμό όλων των όρων της βαθμίδας της πίεσης.

Πυκνότητα υγρής φάσης (ρ_L): Επίσης αποτελεί σημαντικότατο παράγοντα για τον υπολογισμό όλων των όρων της βαθμίδας της πίεσης.

Πρόσδοση θερμότητας: Για τον υπολογισμό της βαθμίδας πίεσης σε μία διφασική ροή υγρού- αερίου, η πρόσδοση θερμότητας αποκτά μεγαλύτερη σημασία για μίγματα χαμηλής ποιότητας, και αυτό γιατί μπορεί να ανεβάσει το ποσοστό βρασμού των μορίων. Η παρουσία φυσαλίδων στην επιφάνεια που κυρίως θερμαίνεται, προκαλεί μία σημαντική αύξηση στην τραχύτητα, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η σπουδαιότητα του όρου της πίεσης που οφείλεται στην τριβή, στη βαθμίδα της πίεσης. Επίσης η ύπαρξη φυσαλίδων στη θερμαινόμενη επιφάνεια του μίγματος έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της μέσης πυκνότητας του μίγματος, με επακόλουθο, κύρια για την περίπτωση της ροής προς τα άνω, τη μείωση της σπουδαιότητας του όρου της πίεσης που οφείλεται στις βαρυτικές δυνάμεις για τη βαθμίδα της πίεσης.

Η πρόσδοση θερμότητας όμως επίσης επιδρά στη βαθμίδα πίεσης και για μίγματα με υψηλές σχετικά ποιότητες. Όπως είναι γνωστό, με την πρόσδοση θερμότητας η υγρή φάση σταδιακά ατμοποιείται και κατά τη διάρκεια της ολικής εξάτμισης του υγρού παρατηρείται μετάβαση της θερμαινόμενης επιφάνειας από την υγρή κατάσταση σε «στεγνή» κατάσταση. Γενικά έχει παρατηρηθεί ότι όσο ο ρυθμός πρόσδοσης θερμότητας αυξάνει, τόσο η ποιότητα του μίγματος, στην οποία πραγματοποιείται η μετάβαση της θερμαινόμενης επιφάνειας από την υγρή στην «στεγνή» κατάσταση, μειώνεται. Στη «στεγνή» περιοχή του τοιχώματος η σπουδαιότητα του όρου πίεσης λόγω τριβής για την βαθμίδα πίεσης είναι μικρότερη απ' ό,τι θα ήταν στην ισοδύναμη αδιαβατική κατάσταση. Στην περιοχή αυτή επίσης, η μέση πυκνότητα του μίγματος μειώνεται λόγω του ότι το μίγμα έχει την τάση να συμπεριφερθεί σαν ένα ομογενές ρευστό το οποίο θα ρέει στη μορφή ομιχλώδους ροής (mist flow).

Άλλες παράμετροι που χρησιμοποιούνται ευρύτατα για τη μελέτη των διφασικών ροών είναι ο λόγος πυκνοτήτων του μίγματος (ρ_L / ρ_G), το κλάσμα όγκου του αερίου (α), το οποίο έχει ήδη αναφερθεί παραπάνω, και ο χαρακτηριστικός αριθμός Reynolds. Οι μεταβλητές αυτές όμως υπολογίζονται με βάση τις κύριες ροϊκές παραμέτρους που αναπτύχθηκαν στο κεφαλαίο αυτό. Οι σπουδαιότερες από τις εξαρτημένες ροϊκές παραμέτρους είναι ο λόγος των πυκνοτήτων και το κλάσμα όγκου του αερίου (α). Ο λόγος των πυκνοτήτων (ρ_L / ρ_G), είναι μία παράμετρος που

χρησιμοποιείται σε πάρα πολλές σχέσεις υπολογισμού, και μάλιστα είναι ένα από τα χαρακτηριστικά μεγέθη που χρησιμοποιούνται για να χαρακτηρίσουν το είδος της ροής.

2.3 Βαθμίδες πίεσης στη διφασική ροή

Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενη παράγραφο η βαθμίδα της πίεσης σε μία διφασική ροή μπορεί να θεωρηθεί ότι συνίσταται σε άθροισμα τριών διαφορετικών βαθμίδων πίεσης κάθε μια από τις οποίες προκαλείται από διαφορετικά αίτια. Ο πρώτος όρος της βαθμίδας πίεσης οφείλεται στις δυνάμεις τριβής, ο δεύτερος όρος οφείλεται στις δυνάμεις βαρύτητας και ο τρίτος όρος στις μεταβολές της ορμής του μίγματος.

Λόγω του ότι κατά τη διάρκεια μιας διφασικής ροής παρατηρούνται μεγάλες μεταβολές της πίεσης, μεταβολές οι οποίες συχνά σχετίζονται με μεταφορά θερμότητας, οι ροϊκές συνθήκες μεταβάλλονται ταχύτατα εντός της ροής. Έτσι, η μεταβολή της πίεσης του συστήματος δεν είναι δυνατό να προσδιοριστεί ακριβώς από μία μόνο βαθμίδα πίεσης, εκτός της ειδικής περίπτωσης που υπάρχουν χαμηλές περιοχές ή το μήκος ροής είναι πολύ μικρό. Στα περισσότερα προβλήματα διφασικής ροής είναι απαραίτητη η παρεμβολή διαφόρων τοπικά μετρημένων βαθμίδων πίεσης κατά το μήκος ροής.

Το πρόβλημα συνίσταται στην εύρεση του τρόπου με τον οποίο μεταβάλλεται η πίεση σε μία διφασική ροή, έχοντας γνωστές κάποιες τοπικές βαθμίδες πίεσης. Για να αποκτηθεί μία γενική λύση του προβλήματος έχοντας το πλεονέκτημα των σχέσεων που έχουν προκύψει με τη γνώση τοπικών συνθηκών της ροής, θα πρέπει να γίνει αριθμητική επίλυση του προβλήματος. Στη βιβλιογραφία μπορεί να συναντήσει κανείς διάφορους τρόπους επίλυσης τέτοιων προβλημάτων, η αξιοπιστία των οποίων εξαρτάται από το βαθμό στον οποίο η λύση που προτείνουν προσεγγίζει την πραγματική, κάτι που βεβαία εξαρτάται από την ακρίβεια των σχέσεων που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό των βαθμίδων πίεσης.

Στη διεθνή βιβλιογραφία υπάρχουν πολλά μοντέλα υπολογισμού των βαθμίδων πίεσης σε διφασική ροή υγρών-αερίων, τα οποία βασίζονται λιγότερο ή περισσότερο σε πειραματικά δεδομένα έχοντας έτσι εμπειρικό χαρακτήρα. Επιπλέον μερικά μοντέλα λαμβάνουν υπόψη το είδος της ροής (flow regime),

δίνοντας και διάφορα κριτήρια για την εύρεση του αντίστοιχου είδους. Παρόλα αυτά δεν έχουν γενική ισχύ και η αξιοπιστία τους είναι μικρή, στα όρια των διαφόρων περιοχών, οπότε απαιτείται προσεχτική μελέτη των αποτελεσμάτων πριν την εφαρμογή τους.



3.1 Χαρακτηριστικά Στροβιλώδους ροής

Οι δραματικές επιδράσεις των στροβίλων σε αδρανή και αντιδρώντα συστήματα ροής είναι γνωστές και εκτιμώνται για αρκετά χρόνια. Μερικά αποτελέσματα της στροβιλώδους ροής είναι ευνοϊκά και ο σχεδιαστής – μηχανικός προσπαθεί να δημιουργήσει την απαιτούμενη στροβιλότητα για να επιτύχει τον ιδιαίτερο σκοπό του, άλλα όμως αποτελέσματα είναι ανεπιθύμητα οπότε προσπαθεί να ελέγξει και να μειώσει την επίδραση τους. Σκοπός του συγκεκριμένου κεφαλαίου είναι να εισάγει κατανοητά και διευκρινιστικά το φαινόμενο του στροβιλισμού, την εμφάνιση του στην ατμόσφαιρα και, σε πρακτικές εφαρμογές σε συστήματα με ή χωρίς ανάφλεξη.

Οι στροβιλώδεις ροές εμφανίζονται σε ένα πλατύ φάσμα εφαρμογών. Σε αδρανή συστήματα περιλαμβάνονται περιπτώσεις όπως για παράδειγμα οι ενισχυτές και αντιδραστήρες δίνης, οι κυκλωνικοί διαχωριστές, οι αγωγοί Ranque – Hilsch, η αποκόλληση δινών από πτερύγια αεροπλάνων, θαλάσσιες δίνες, ανεμοστρόβιλοι, αγροτικά μηχανήματα ψεκασμού, εναλλάκτες θερμότητας, αντλίες αεροπρώθησης, ακόμα και η θεωρία της κίνησης του "μπούμερανγκ" και του "φρίσμπι".

Σε συστήματα με ανάφλεξη η ευνοϊκή επίδραση της εφαρμογής στροβίλων στην έγχυση αέρα και καυσίμου χρησιμοποιείται ευρύτατα ως βοήθεια στη σταθεροποίηση των υψηλής έντασης διαδικασιών ανάφλεξης που εμφανίζονται σε ποικίλες πρακτικές περιπτώσεις όπως οι βενζινομηχανές, οι ντιζελομηχανές, οι τουρμπίνες αερίων, οι βιομηχανικοί φούρνοι, οι βραστήρες γενικών χρήσεων και πολλές άλλες πρακτικές θερμικές εγκαταστάσεις. Πρόσφατα, η ερευνητική προσπάθεια έχει επικεντρωθεί στην κατανόηση των αεροδυναμικών χαρακτηριστικών της στροβιλώδους ροής που παρατηρείται σε διαδικασίες διαχωρισμού αερίων, υγρών και στερεών υλικών.

Η μελέτη μοντέλων και συμπληρωματικών πειραμάτων δίνει εκτιμήσεις που μπορούν να διευκολύνουν σημαντικά τον οικονομικό σχεδιασμό και τη χρήση εξαρτημάτων σε συστήματα διαχωρισμού. Μια τέτοια εργασία απαιτεί συνδυασμό πειραματικής και θεωρητικής αεροδυναμικής καθώς και περίπλοκη υπολογιστική ρευστοδυναμική αλλά η βελτίωση των αποτελεσμάτων της θα μειώσει σημαντικά το χρόνο και το κόστος στα ήδη ανεπτυγμένα μοντέλα.

Οι στροβιλώδεις ροές προκύπτουν από την εφαρμογή μίας ελικοειδούς κίνησης. Η συνιστώσα της στροβιλώδους ταχύτητας (γνωστή και ως εφαπτομενική συνιστώσα της ταχύτητας) μεταδίδεται στη ροή με τη χρήση στροβιλωδών πτερυγίων, στροβιλωδών γεννητριών αξονικής και εφαπτομενικής εισόδου ή από άμεση εφαπτομενική είσοδο στο θάλαμο. Πειραματικές μελέτες δείχνουν ότι ο στρόβιλος εμφανίζει μεγάλης κλίμακας αποτελέσματα στα πεδία ροής: η ανάπτυξη ελεύθερης εκροής, το μέγεθος φλόγας, το σχήμα, η ευστάθεια και η ένταση ανάφλεξης (για αντιδρώσες ροές) καθώς και η κατανομή ταχυτήτων, ογκομετρικών συγκεντρώσεων, πιέσεων και το σχήμα (για μη αντιδρώσες ροές) επηρεάζουν από το ρυθμό μετάδοσης του στροβίλου στη ροή. Αυτός ο βαθμός συνήθως χαρακτηρίζεται από τον αριθμό στροβίλων S , που είναι αδιάστατος αριθμός, χαρακτηριστικός της ροής.

3.2 Δημιουργία Στροβιλώδους ροής

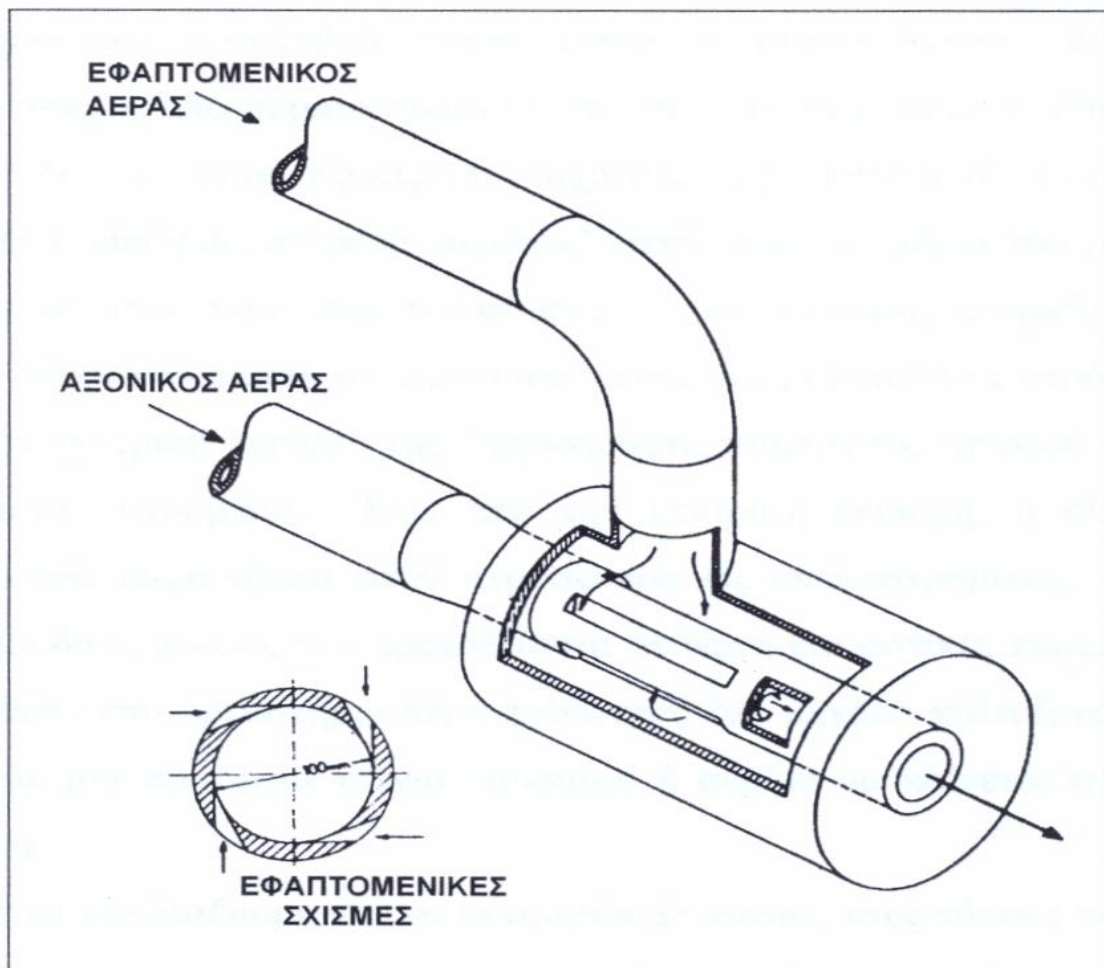
Οι στροβιλώδεις ροές δημιουργούνται με τρεις κύριες μεθόδους:

1. Εφαπτομενική είσοδο (αξονική και εφαπτομενική ταχύτητα σε στροβιλογεννήτριες)
2. Κατευθυνόμενα πτερύγια (σύστημα πτερυγίων στροβίλων)
3. Άμεση περιστροφή (περιστρεφόμενος αγωγός)

Το Σχήμα 3.1 παρουσιάζει μία γεννήτρια στροβίλων (με αξονική και εφαπτομενική είσοδο) η οποία έχει χρησιμοποιηθεί εκτεταμένα για την εξασφάλιση ομοιόμορφης σταθερής ροής για λεπτομερείς πειραματικές μελέτες. Η ποσότητα του αέρα μπορεί να ελεγχθεί και μετρηθεί ξεχωριστά. Έτσι ρυθμίζοντας απλώς τη ροή του αέρα μπορεί να μεταβληθεί ο βαθμός στροβίλων από αστρόβιλη ροή σε ισχυρά

στροβιλή με εμφάνιση ακόμη και αντίστροφης ροής. Οι ολικές αποκτήσεις σε πίεση του συστήματος είναι σχετικά υψηλές και αν εμπορικής χρήσης καυστήρες τείνουν να υιοθετήσουν το σύστημα "κατευθυνόμενων πτερυγίων", όπου τα πτερύγια είναι έτσι τοποθετημένα ώστε να εκτρέπουν την κατεύθυνση της ροής.

Σε συσκευή δημιουργίας στροβίλων ακτινικής ροής οι ακτινικές και εφαπτομενικές γωνίες των πτερυγίων μπορούν να μεταβληθούν κατά περίπτωση μέσω του κινητού συστήματος δημιουργίας στροβίλων, το οποίο είναι πραγματικά παρόμοιο με την μέθοδο εφαπτομενικής εισόδου. Το κινητό σύστημα είναι αποδοτικό όταν η απαιτούμενη πτώση πίεσης για την δημιουργία συγκεκριμένου επίπεδου στροβίλου είναι σχετικά μικρή οπότε στρόβιλοι υψηλής ισχύος μπορούν να αποκτηθούν. Σε ροή ακτινικού αγωγού, ένα σύστημα πτερυγίων στροβίλου αποτελείται από ένα σταθερό σύνολο πτερυγίων σε γωνία ϕ ως προς την κύρια διεύθυνση, τα οποία εκτρέπουν την ροή σε περιστροφή.



Σχήμα 3.1: Γεννήτρια στροβίλων με αξονική και εφαπτομενική είσοδο

Αυτή η τεχνική εμφανίζεται συχνά σε φούρνους και αεριοπρωθούμενους καυστήρες. Γενικά, τα πτερύγια είναι τοποθετημένα σε ένα κεντρικό κομβικό σημείο και κατέχουν το χώρο στην δακτυλιοειδή περιοχή γύρω του. Άκεντρες στροβιλογεννήτριες χρησιμοποιήθηκαν σε μία προσπάθεια να βελτιωθούν οι εξωτερικές συνθήκες αλλά οι αποκολλήσεις και η απώλεια στήριξης των πτερυγίων δίνουν ροές πολύπλοκης μορφής με έλλειψη αξονοσυμμετρίας.

Ο στρόβιλος μπορεί ακόμα να δημιουργηθεί με άμεση περιστροφή της ροής, με την οποία σε πείραμα ένας περιστρεφόμενος κύλινδρος με 9500 rpm χρησιμοποιήθηκε για να προκαλέσει μία στροβιλώδη κίνηση αποκλειστικά μέσω τριβής του τοιχώματος του κυλίνδρου με τη ροή του αέρα που περνά μέσω αυτού. Εξαιτίας του σχετικά μικρού ιξώδους του αέρα είναι δυνατόν να δημιουργηθούν μόνο ασθενείς στρόβιλοι με αυτή τη μέθοδο. Οι δυνάμεις τριβής μπορούν σημαντικά να αυξηθούν τοποθετώντας διάτρητους δίσκους, δέσμη αγωγών ή πορώδεις δίσκους από συμπυκνωμένο υλικό στον περιστρεφόμενο αγωγό. Αυτά τα συστήματα, δίνουν στην εξωτερική ταχύτητα την κατανομή του τύπου της "περιστροφής συμπαγούς στερεού σώματος" στην οποία τα μόρια του ρευστού είναι προσκολλημένα στον δίσκο περιστρεφόμενα με μία σταθερή γωνιακή ταχύτητα Ω .

Στην ιξώδη ρευστοδυναμική, οι περιστρεφόμενες ροές (δηλαδή οι στρόβιλοι) πάντα κατέχουν την κεντρική περιοχή της "περιστροφής συμπαγούς στερεού σώματος" (ή Εξαναγκασμένου στροβίλου). Έξω από την κεντρική περιοχή, η ελεύθερη δίνη υπερισχύει όπως εμφανίζεται στην ατμόσφαιρα ως ανεμοστρόβιλος, τυφώνας και κυκλώνας. Οι δίνες φωτιάς που εμφανίζονται σε δάση και αστικές περιοχές μπορούν να εξομοιωθούν στο εργαστήριο περιστρέφοντας ένα μεγάλο κυλινδρικό συρμάτινο "κόσκινο", με μία ποσότητα υγρού καυσίμου ή αερίου να καίγεται στον κεντρικό κάθετο άξονα.

Για να κατατάξουμε και να εκτιμήσουμε αυτούς τους τύπους της ροής είναι βολικό να θεωρήσουμε ότι το ρευστό περιστρέφεται γύρω από άξονα σε κυλινδρικό σύστημα συντεταγμένων. Η αξονοσυμμετρία επιτυγχάνεται όταν δεν υπάρχει ακτινική και αξονική συνιστώσα της ταχύτητας:

$$u = v = 0 \quad (3.1)$$

Τότε η στροβιλώδης ταχύτητα είναι η μόνη μη μηδενική συνιστώσα. Είναι συνάρτηση μόνο της ακτίνας r :

$$w = f(r) \quad (3.2)$$

Η στροβιλότητα ω ορίζεται ως το ανάδελτα V του πεδίου της ταχύτητας. Σε ένα απλό περιστρεφόμενο ρευστό, όπου $u = v = 0$ και η στροβιλώδης ταχύτητα είναι συνάρτηση της ακτίνας r μόνο, τότε:

$$\omega = \text{curl} v = \left(\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r w), 0, 0 \right) \quad (3.3)$$

Στις (x, r, θ) διευθύνσεις περιστρεφόμενες ροές της μορφής:

$$w = c / r \quad (3.4)$$

ονομάζονται απλοί (σημειακοί) στροβιλισμοί. Φυσικά, όταν η στροβιλότητα εξαφανίζεται ($\omega=0$) η ροή ονομάζεται αστρόβιλη. Τότε, ένα αντικείμενο που κινείται σε κυκλική διαδρομή δεν περιστρέφεται καθώς ο χρόνος εξελίσσεται. Αντίθετα, περιστρεφόμενες ροές της μορφής:

$$w = c' r \quad (3.5)$$

ονομάζονται στροβιλισμοί συμπαγούς στερεού σώματος (εξαναγκασμένοι). Όταν η στροβιλότητα δεν εξαφανίζεται ($\omega \neq 0$) η ροή ονομάζεται στροβιλή. Ένα αντικείμενο που κινείται σε κυκλική διαδρομή περιστρέφεται όσο ο χρόνος εξελίσσεται.

Σε κάθε περίπτωση, η κυκλοφορία Γ κατά μήκος μίας κλειστής καμπύλης ορίζεται από:

$$\Gamma = 2 \pi r w \quad (3.6)$$

όπου το w δεν είναι συνάρτηση του θ .

Η γωνιακή ταχύτητα Ω ως προς τον κεντρικό άξονα είναι μία άλλη παράμετρος που ορίζεται από:

$$\Omega = w / r \quad (3.7)$$

Τα γενικά χαρακτηριστικά των στροβίλων συνοψίζονται στον Πίνακα - 3.1.

Όλοι οι απλοί (σημειακοί) στροβιλισμοί σε πραγματικά ρευστά έχουν μία κεντρική περιοχή δίνης (πυρήνας) όπου η στροβιλότητα είναι μη μηδενική. Η εφαπτομενική συνιστώσα της ταχύτητας είναι μηδέν στον άξονα συμμετρίας. Οι απλοί και οι εξαναγκασμένοι στροβιλισμοί μπορούν να διακριθούν από την ακτινική θέση όπου η εφαπτομενική συνιστώσα της ταχύτητας λαμβάνει τη μέγιστη τιμή.

Έτσι, στον απλό στροβιλισμό το μέγιστο εμφανίζεται κοντά στον άξονα συμμετρίας ενώ στον εξαναγκασμένο στο εξωτερικό όριο της δίνης. Η ισότητα για τον συνδυασμένο στροβιλισμό (ή απλός-εξαναγκασμένος) ικανοποιεί την εξίσωση του εξαναγκασμένου στροβιλισμού σε μικρά r ενώ την εξίσωση του απλού για μεγάλα r .

	Εξαναγκασμένος Στροβιλισμός	Απλός Σημειακός Στροβιλισμός	Συνδυασμένος Στροβιλισμός <i>Rankine</i>
Στροβιλώδη Ταχύτητα w	$w = c'r$	$w = \frac{C}{r}$	$w = \frac{C'}{r} \left[1 - \exp\left(-\frac{r^2}{r_0^2}\right) \right]$
Γωνιακή Ταχύτητα Ω	c' (σταθ)	$\frac{C}{r^2}$	συνάρτηση της ακτίνας
Κυκλοφορία Γ	$2\pi\Omega r^2$	$2\pi C$	$2\pi C' \left[1 - \exp\left(-\frac{r^2}{r_0^2}\right) \right]$
Στροβιλότητα ω	$4\pi\Omega = \text{σταθ}$	0	$\frac{4\pi C'}{r_0^2} \left[\exp-\frac{r^2}{r_0^2} \right]$

Πίνακας 3.1: Γενικά χαρακτηριστικά στροβίλων

3.3 Βασικά Αποτελέσματα των Στροβίλων

Τα αποτελέσματα της εισόδου στροβιλώδους ροής στο ροϊκό πεδίο που παράγεται είναι περισσότερο σημαντικά όσο ο βαθμός στροβίλων (όπως μετρείται από τον αριθμό στροβίλων S ή από τη γωνία πτερυγίων φ) αυξάνεται. Πρόσφατες έρευνες έχουν στόχο να χαρακτηρίσουν αυτά τα φαινόμενα με ένα λογικό επιστημονικό τρόπο, ώστε να βοηθηθούν οι μελλοντικοί μηχανικοί - σχεδιαστές. Οι παλαιότερες και οι πρόσφατες αναφορές περιλαμβάνουν:

- ✓ Στροβιλώδεις ροές και ζώνες επανακυκλοφορίας
- ✓ Σχηματισμοί που μολύνουν και μοντέλα στροβίλων
- ✓ Φυγοκεντρικά αποτελέσματα σε τυρβώδη ροϊκά πεδία από αυξανόμενους στροβιλισμούς
- ✓ Περιστρεφόμενα ροϊκά πεδία
- ✓ Αποτελέσματα δινών, η ομοιότητα των ζωνών επανακυκλοφορίας με τα καταστροφικά αποτελέσματα των δινών.

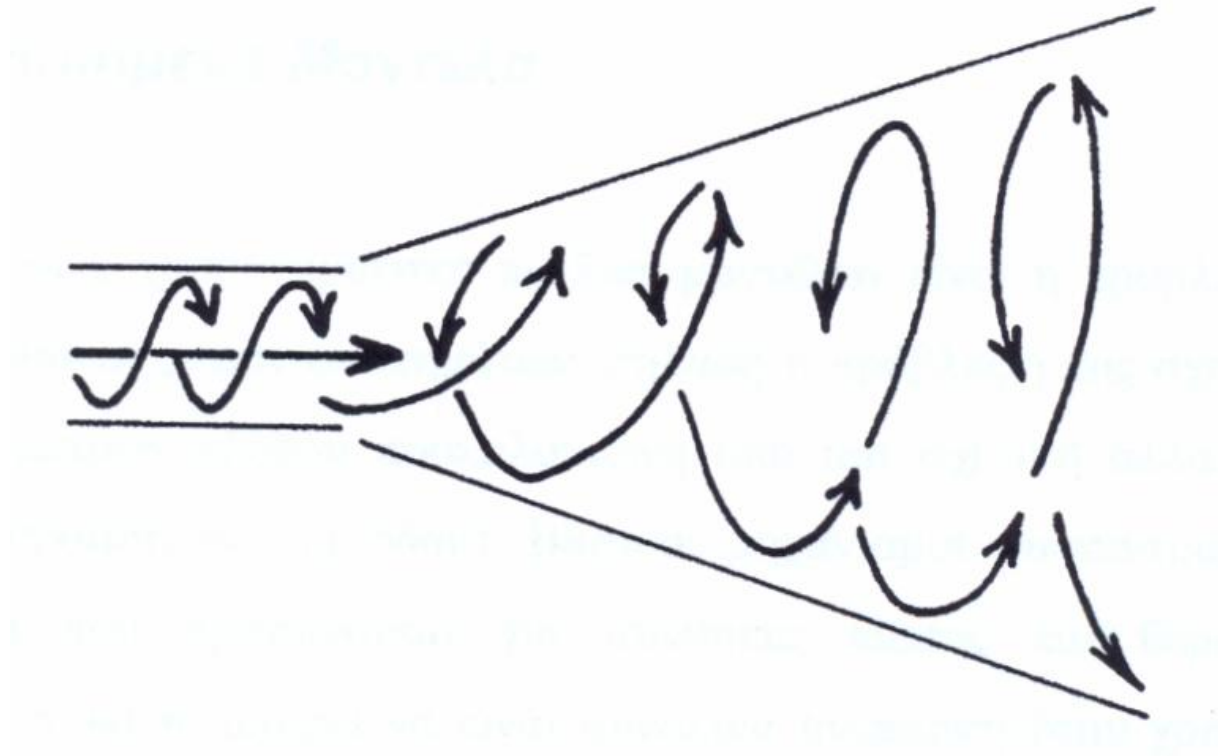
Το αποτέλεσμα από στρόβιλο χαμηλού βαθμού (αδύναμος στρόβιλος, $S < 0.4$) είναι να αυξηθεί το πλάτος της ελεύθερης ή ορισμένης ροής: ανάπτυξη ελεύθερης εκροής, εισαγωγή περιβάλλοντος αέρα και φθορά αυξάνονται προοδευτικά όσο ο βαθμός στροβίλων μεγαλώνει. Εντούτοις, υπάρχουν σημαντικές πλευρικές (ή ακτινικές) μεταβολές της πίεσης που δίνονται σε οποιαδήποτε αξονική θέση από την προσεγγιστική κατανομή πίεσης, αποτέλεσμα της στροβιλώδους κίνησης. Ο απλοποιημένος τύπος της εξίσωσης ακτινικής ορμής όπου οι τυρβώδεις όροι έχουν παραληφθεί είναι:

$$\frac{\partial p}{\partial r} = \frac{\rho w^2}{r} \quad (3.8)$$

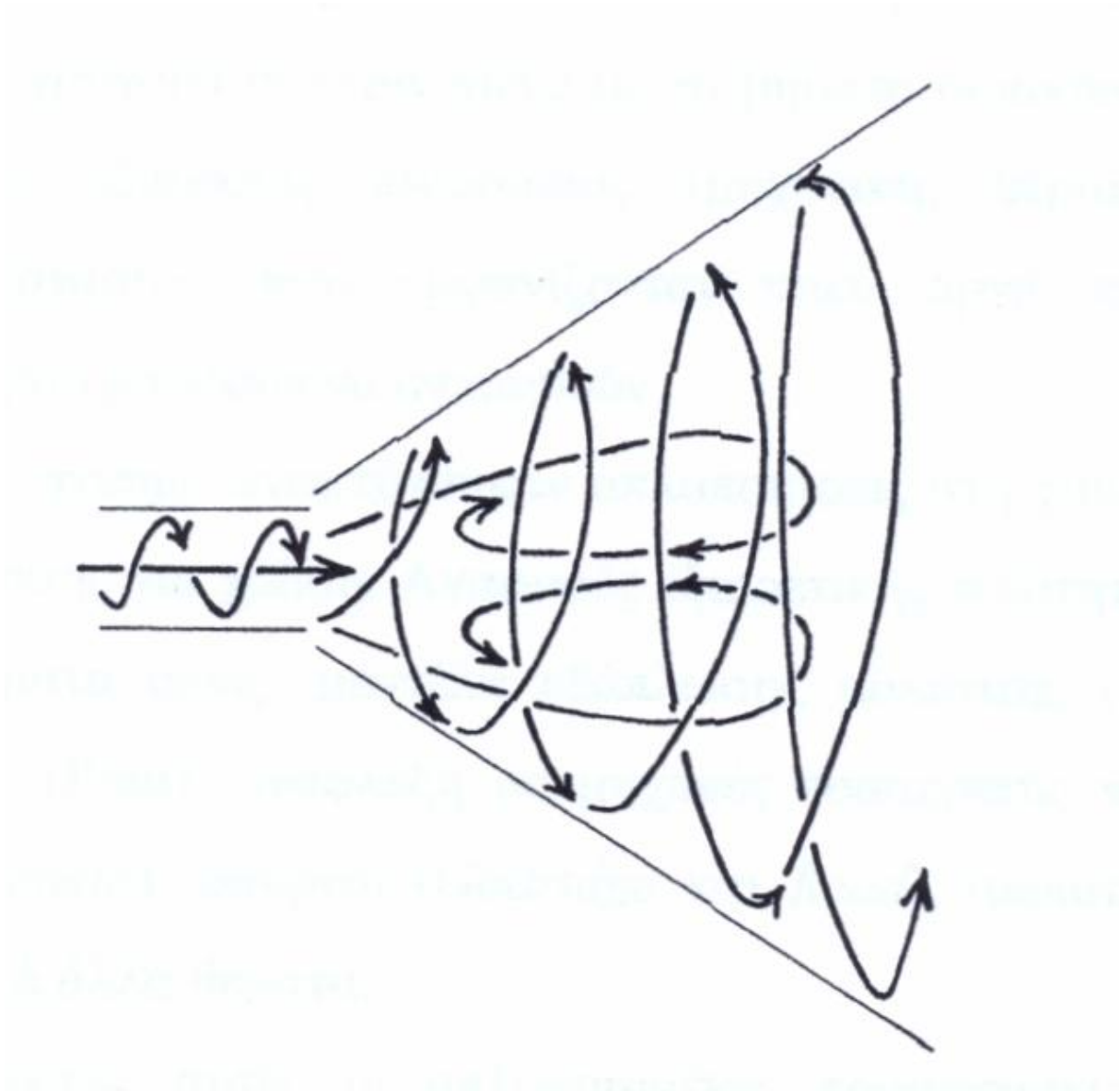
Αυτοί δεν δίνουν αύξηση περισσότερο από μία ασήμαντη κατά μήκος (ή αξονική) μεταβολή της πίεσης. Για πολύ αδύναμους στροβίλους ($S < 0.2$) οι μεταβολές της πίεσης μπορούν ακόμη και να παραληφθούν από την ανάλυση. Ακτινική ολοκλήρωση σε οποιαδήποτε αξονική θέση της εξίσωσης (3.8) (που είναι μία απλοποιημένη μορφή της εξίσωσης ακτινικής ορμής) δίνει την πίεση στη θέση αυτή. Καθώς οι στροβιλώδεις ταχύτητες φθίνουν (γρήγορα) με την απόσταση που κατευθύνεται η ροή, οι αξονικές υποπίεσεις (κάτω από την ατμοσφαιρική πίεση του περιβάλλοντος χώρου) συνάγονται και γι' αυτό το λόγο η αξονική μεταβολή της πίεσης $\partial p / \partial x$ εμφανίζεται στον άξονα. Έτσι, οι ελεύθερες εκροές με ελαφρώς στροβιλώδες οριακό στρώμα διατηρούν τον όρο $\partial p / \partial x$ στην κυρία διεύθυνση εξίσωση ορμής τους, μία ιδιότητα που δεν διατηρείται στην κυρία θεωρία αστρόβιλου οριακού στρώματος. Σε χαμηλό βαθμό στροβίλων, αυτή η αντίθετη μεταβολή της πίεσης δεν είναι ικανή να προκαλέσει αξονική επανακυκλοφορία, φαινόμενο που αποδίδεται επεξηγηματικά στο Σχήμα 3.2.

Σε υψηλότερους βαθμούς στροβίλων (ισχυροί στρόβιλοι $S > 0.6$) ισχυρές ακτινικές και αξονικές μεταβολές της πίεσης εμφανίζονται κοντά στην έξοδο του στομίου, με αποτέλεσμα αξονική ζώνη επανακυκλοφορίας της μορφής κεντρικού τοροειδούς φαινόμενο που δεν παρατηρείται σε χαμηλότερους βαθμούς στροβίλων. Το Σχήμα 3.3 παρουσιάζει την "φυσάλιδα" επανακυκλοφορίας που παράγεται. Φυσικά, τα ακριβή αποτελέσματα φαίνεται ότι εξαρτώνται από πολλούς

ακόμη παράγοντες εκτός από τον βαθμό στρόβιλων, για παράδειγμα από την γεωμετρία του στομίου, το μέγεθος του χώρου που περικλείει τη ροή και τη συγκεκριμένη κατανομή της εξωτερικής ταχύτητας.



Σχήμα 3.2: Τυπική ελεύθερη εκροή σε χαμηλό βαθμό στρόβιλων (αδύναμος στρόβιλος $S < 0,4$).



Σχήμα 3.3: Τυπική ελεύθερη εκροή σε υψηλό βαθμό στροβίλων (ισχυρός στρόβιλος $S > 0,6$).

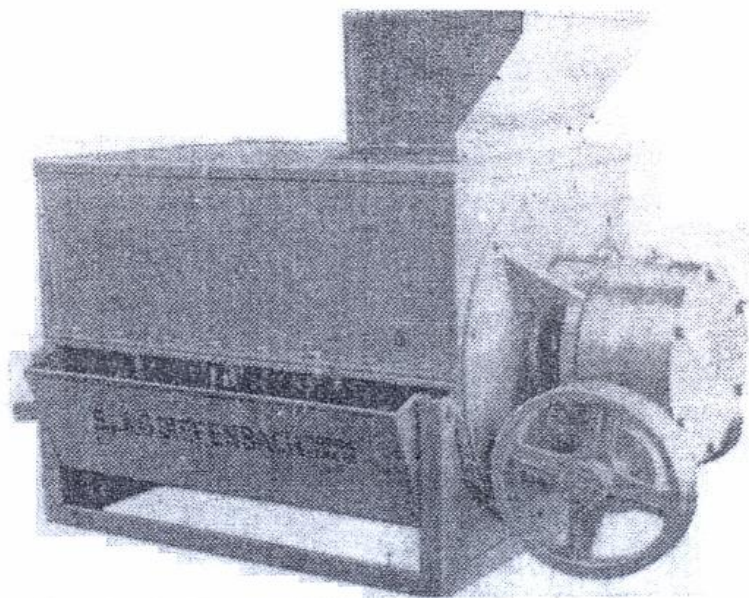
4

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΓΓΕΝΙΚΩΝ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΩΝ

4.1 ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΕΛΑΙΟΥ – ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΗΣΗ – ΦΙΛΤΡΑΡΙΣΜΑ

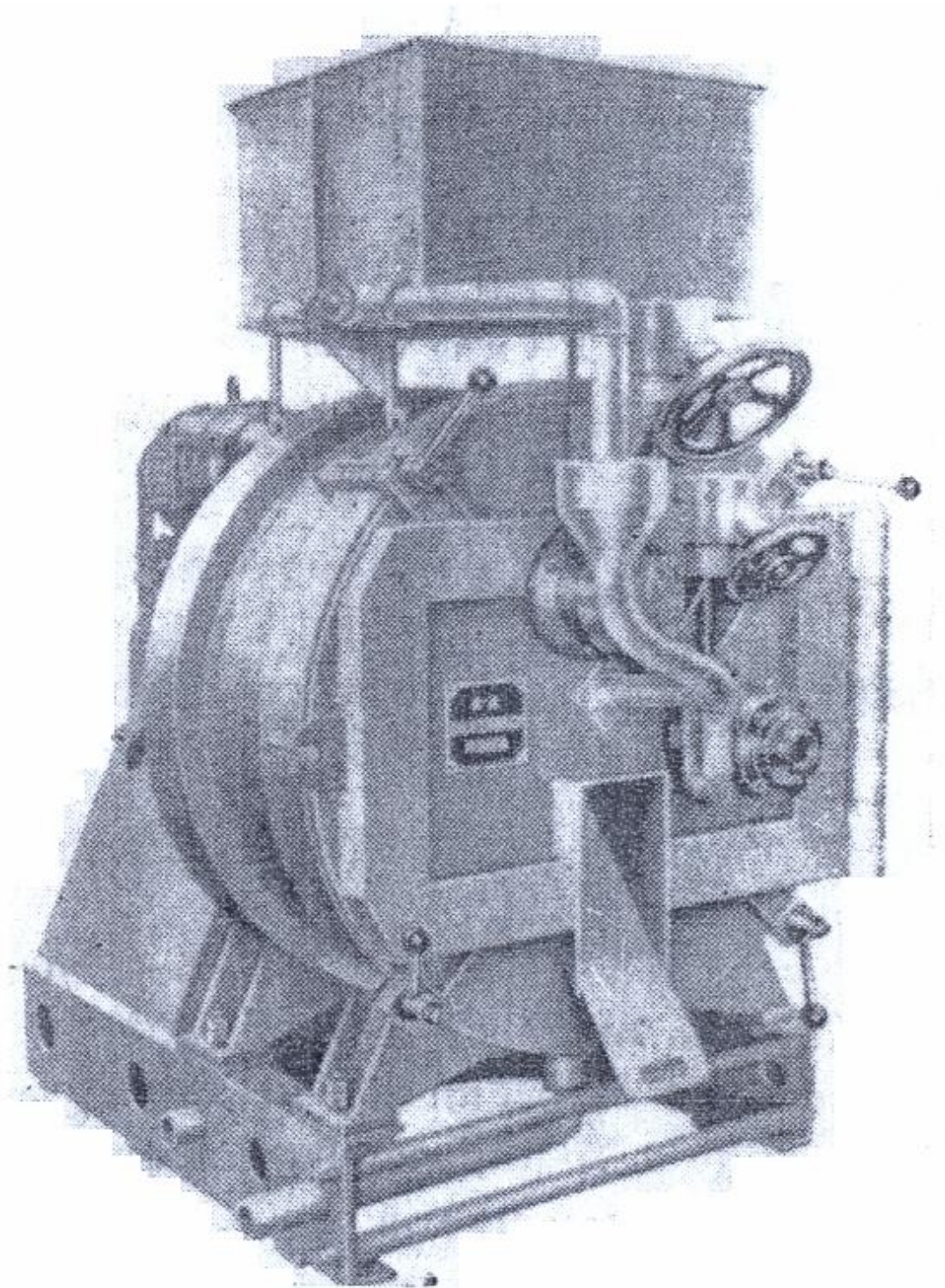
Το εξερχόμενο από το πιεστήριο υγρό, είναι μίγμα νερού και ελαιόλαδου, με ποσοτική σχέση $2/3$ και $1/3$ αντιστοίχως. Ο διαχωρισμός και παραλαβή του ελαιόλαδου γίνεται, με τη βοήθεια ειδικών μηχανημάτων διαφόρου τύπου. Τα μηχανήματα αυτά καλούνται ελαιοδιαχωριστήρες σχήμα 4.1, 4.2. Ορισμένοι από αυτούς χρησιμοποιούν τον φυσικό διαχωρισμό του ελαίου, λόγω της διαφοράς του ειδικού βάρους.

Άλλοι, συνεχούς αποδόσεως, βασίζονται στην υπερφυγοκέντρωση του μίγματος. Με την φυγοκέντρωση δεν περιλαμβάνονται τα 100% του περιεχομένου εις τον ελαιομούστο, ελαιόλαδου. Μικρή ποσότητα ελαίου, κατά μέσον όρο $0,008\%$ παραμένει υπό μορφή γαλακτώματος μέσα στο νερό βλαστήσεως.



Σχήμα 4.1

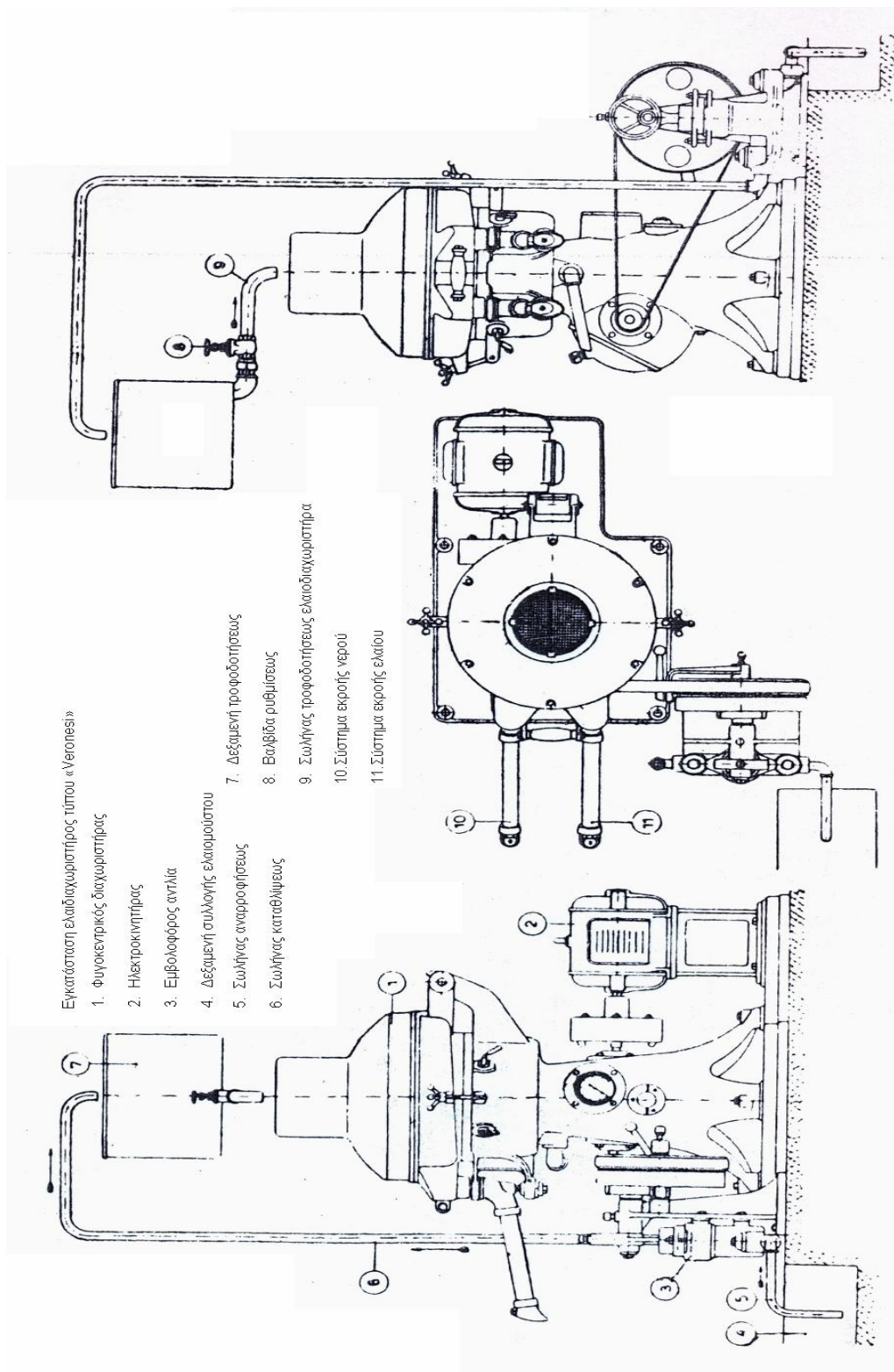
Ελαιοδιαχωριστήρας πρώτης εξαγωγής τύπου Diefenbach Mod 59/60.



Σχήμα 4.2

Φυγοκεντρικός ελαιοδιαχωριστήρας τύπου Diefenbach Mod AS 85/37 ½.

Στο σχήμα 4.3 που ακολουθεί, δίδονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά μιας πλήρους εγκατάστασης ελαιδιαχωριστήρος τύπου «Veronesi».



Σχήμα 4.3
Εγκατάσταση ελαιδιαχωριστήρος τύπου «Veronesi»

Η ταχύτητα περιστροφής του οριζοντίου άξονα του ελαιοδιαχωριστήρος κυμαίνεται περίξ των 1 – 400 στροφών ανά πρώτο λεπτό. Υπάρχουν και τύποι, οι οποίοι χρησιμοποιούν μεγαλύτερες ταχύτητες (μέχρι 6.000 στροφές ανά πρώτο λεπτό).

Τα φιλτράρισμα του ελαίου εκτελείται, όταν επιζητείται ή παραγωγή διαυγούς τελικού προϊόντος, με τη βοήθεια ειδικών φίλτρων, τα όποια λειτουργούν μακριά από την επαφή του ατμοσφαιρικού αέρα. Σε αντίθετες περιπτώσεις είναι πάντοτε επικίνδυνο και επιζήμιο, λόγω του αερισμού στον οποίο υπόκειται το ελαιόλαδο.

Ελαιοδιαχωριστήρας, ο (τεχνολ.) φυγοκεντρικό μηχάνημα που χρησιμοποιείται στα σύγχρονα ελαιουργεία για τον διαχωρισμό και τη διύλιση του ελαιόλαδου. Ο ελαιοδιαχωριστήρας φέρει, σε κατακόρυφο άξονα, πολύστροφο τύμπανο, στο οποίο η κίνηση μεταφέρεται μέσω συστήματος ατέρμονος και οδοντωτού τροχού. Κατά την περιστροφική κίνηση του τυμπάνου αναπτύσσεται φυγόκεντρος δύναμη, με αποτέλεσμα να διαχωρίζεται η αμόργη από το ελαιόλαδο. Το λάδι που παράγεται από τον ελαιοδιαχωριστήρα μπορεί να παραδοθεί αμέσως στο εμπόριο.

4.2 Ηλεκτρική Σκούπα – Διαχωρισμός σκόνης αέρα

AURA ROBOCLEAN PRODUCT

100% ΚΑΘΑΡΙΟΤΗΤΑ ΜΕ ΝΕΡΟ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΥ ΜΟΝΑΔΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΤΗΣ ΚΑΘΑΡΙΟΤΗΤΑΣ

Παρακαλούμε παρατηρήστε προσεκτικά το σχεδιασμό του συστήματος “ROBOCLEAN”. Μπορείτε να δείτε πουθενά σακούλα με σκουπίδια; Δεν υπάρχει σακούλα στο “ROBOCLEAN”. Τα κλασικά συστήματα καθαρισμού μεταφέρουν τα σκουπίδια μόνιμα στη σακούλα η οποία είναι κατασκευασμένη από ύφασμα ή χαρτί. Οι σακούλες σκουπιδιών πρέπει να έχουν πόρους για τη σωστή λειτουργία της ηλεκτρικής σκούπας. Έτσι η σάρωση του δαπέδου με την ηλεκτρική σκούπα έχει σαν αποτέλεσμα να διασκορπίζει τη σκόνη στο δάπεδο αλλά και στην ατμόσφαιρα για πολλή ώρα προτού ξανακαθίσει στο δάπεδο.

Τα οικιακά ζώγια (ακάρεα) μέσω του αναρροφητικού σωλήνα εισχωρούν και εγκαθίσταται στην σακούλα της ηλεκτρικής σκούπας και από εκεί με την επόμενη χρήση ξαναδιοχετεύονται στο χώρο. Όταν οι πόροι της σακούλας φράξουν από τη σκόνη, η ροή του αέρα μπλοκάρει και η λειτουργία της ηλεκτρικής σκούπας σταματάει. Το νερό δεν έχει πόρους. Σε καμία περίπτωση δεν μειώνεται η ροή του αέρα. Το σύστημα “ROBOCLEAN” λειτουργεί 100%. Δραστικά και αποδοτικά. Συνδυάζει αεροδυναμική και υδροδυναμική. Σε καμία περίπτωση η σκόνη δεν ξαναδιαχέεται στον αέρα. Σχήμα 4.4



Σχήμα 4.4

Η Dyson Appliances είναι η εταιρία του Άγγλου εφευρέτη James Dyson ο οποίος έγινε γνωστός από τις επαναστατικές ηλεκτρικές σκούπες με κυκλώνα αέρα.
Σχήμα 4.5



Σχήμα 4.5

Αντί για τον συμβατικό ανεμιστήρα και την χαρτοσακούλα το σχέδιο του Dyson (το οποίο χρειάστηκε 5000 πρωτότυπα και 14 χρόνια για να εξελιχθεί στο σημερινό επίπεδο) χρησιμοποιεί ειδικά τοποθετημένα ακροφύσια αέρα που δημιουργούν έναν κυκλώνα που διαχωρίζει την σκόνη από τον αέρα ώστε η ηλεκτρική σκούπα εκτός από αποδοτικότερη να μην χρειάζεται αλλαγή αναλώσιμης σακούλας.

Ο James Dyson είναι πολύ ενδιαφέρουσα προσωπικότητα. Έχει σπουδές επάνω στην τέχνη αλλά και την μηχανολογία και τα προϊόντα της εταιρίας του εκτός από αποδοτικά και ευφυή διακρίνονται και για τον σχεδιασμό τους.

Μια ανάσα φρέσκου αέρα στο σπίτι σας

Η σκόνη είναι επικίνδυνη και ένας από τους βασικούς παράγοντες πρόκλησης αλλεργιών. Συσσωρεύεται γρήγορα και παντού και είναι δύσκολο να απομακρυνθεί με τα παραδοσιακά συστήματα καθαρισμού· μια σκούπα ή μια ηλεκτρική σκούπα την ανακυκλώνει πίσω στο εσωτερικό χώρο.

Αυτό, όμως δεν συμβαίνει με την κεντρική ηλεκτρική σκούπα TUBO, το μόνο σύστημα που απομακρύνει πλήρως την σκόνη, τις ακαθαρσίες και τα μικρόβια από τους εσωτερικούς χώρους καθώς η αρχή λειτουργίας της δεν στηρίζεται στην ανακυκλοφορία αέρα αλλά στην μεταφορά της σκόνης μέσω σωληνώσεων στην κεντρική μονάδα όπου φιλτράρεται και αποθέτετε στον σάκο απόρριψης και στην απόρριψη του αέρα έξω από το σπίτι.

Από την στιγμή που η σκόνη αναρροφάται από το σύστημα, εσείς δεν έρχεστε ποτέ ξανά σε επαφή μαζί της.

Η κεντρική ηλεκτρική σκούπα TUBO είναι ένα πρωτοποριακό σύστημα: δεν καθαρίζει απλώς τον χώρο από την σκόνη και τα μικρόβια, βελτιώνει την ποιότητα του αέρα που αναπνέουμε και προδίδει στους χώρους διαβίωσης μια υπέροχη αίσθηση φρεσκάδας και άνεσης, ξεκουράζοντας τους πνεύμονες και την ρινική κοιλότητα. Σχήμα 4.6



Σχήμα 4.6

Το σύστημα είναι απλό στην χρήση του και μπορεί να χρησιμοποιηθεί από οποιονδήποτε στην οικογένεια. Ο εύκαμπτος σωλήνας εκτείνεται έως και 9m οπότε διαθέτετε αρκετή εμβέλεια για να φτάσετε κάθε γωνία του κτιρίου, χωρίς να χρειαστεί να μετακινείτε τριγύρω τον όγκο και το βάρος μιας συνηθισμένης ηλεκτρικής σκούπας. Επίσης διαθέτει μια μεγάλη και γκάμα από βούρτσες ώστε να έχετε την ευχέρεια να καθαρίσετε οποιαδήποτε επιφάνεια. Η κεντρική μονάδα είναι εγκατεστημένη σε κάποιον ξεχωριστό χώρο (πχ λεβητοστάσιο), μακριά από τα δωμάτια που ζείτε συνεπώς δεν είναι θορυβώδης και αυτό σας επιτρέπει να χρησιμοποιείτε το σύστημα όποτε επιθυμείτε, με απόλυτη ησυχία.

Το σύστημα TUBO είναι μια νέα προσέγγιση στην υγιεινή εσωτερικών χώρων· είναι ένα σύστημα που ενισχύει και εμπλουτίζει το κτίριο στο οποίο είναι εγκατεστημένο· μοντέρνα οικιακή τεχνολογία.

ΟΙ ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΕΣ ΚΕΝΤΡΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

Η καινοτομική τεχνολογία και τα επιλεγμένα υλικά έχουν ως αποτέλεσμα ένα προϊόν εξαιρετο σε όλους τους ελέγχους πιστοποίησης. Αυτές οι κεντρικές μονάδες είναι το αποτέλεσμα εμπειρίας 20 χρόνων και αυτό είναι που καθιστά την κεντρική ηλεκτρική σκούπα TUBO τον ηγέτη στα κεντρικά συστήματα καθαρισμού σχήμα 4.7.

- Η εφαπτομενική εισαγωγή είναι ένα χαρακτηριστικό σχεδίασης το οποίο καθιστά δυνατή την μείωση σκόνης, εγγυώνται μεγαλύτερη διάρκεια ζωής του φίλτρου
- Το σύστημα ομαλής εκκίνησης είναι εγκατεστημένο στις σειρές Perfetto και Classic για να εκκινεί το μοτέρ με αργό ρυθμό ώστε να αποφευχθούν αιχμές στο απορροφούμενο ηλεκτρικό ρεύμα. Το σύστημα αυτό εγγυείται μεγαλύτερη διάρκεια ζωής του κινητήρα και εξοικονομεί ρεύμα
- Πολυεστερικό φίλτρο με μεγάλη ωφέλιμη επιφάνεια (έως 1,8 m²), χωρίς μεταλλικά εξαρτήματα και με πλήρη δυνατότητα πλυσίματος

- Αισθητήρας θερμοκρασίας ο οποίος προστατεύει το μοτέρ από υπερθέρμανση
- Φωτιζόμενη ένδειξη ON
- Ηχομονωμένη θήκη μοτέρ η οποία μειώνει τις εκπομπές ήχου



Σχήμα 4.7

Οι μονοφασικές κεντρικές μονάδες (Perfetto Inox - Perfetto - Classic - Bravo) έχουν πιστοποιητικά σχήμα 4.8:



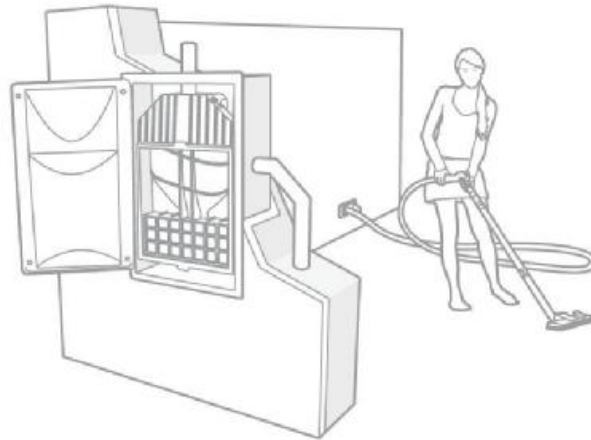
Σχήμα 4.8

ΕΝΤΟΙΧΙΖΟΜΕΝΗ ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ QB

Η κεντρική μονάδα QB σχεδιάστηκε για τον εγκαταστάτη και τον απαιτητικό χρήστη: διαθέτει όλη την καινοτομία, τεχνολογία και υψηλή απόδοση η οποία χαρακτήριζε την επιτυχία της κεντρικής ηλεκτρικής σκούπας TUBO της Aertecnica για περισσότερο από 20 χρόνια, εντοιχισμένη στον τοίχο.

Αυτή η σημαντική προστιθέμενη αξία των νέων κεντρικών μονάδων προέρχεται από τα άψογα αποτελέσματα που απέκτησε η Aertecnica στην φάση σχεδιασμού. Παρά την σημαντική διαφοροποίηση των ολικών διαστάσεων, η εξαιρετική απόδοση της παραδοσιακής κεντρικής μονάδας αναρρόφησης Aertecnica έχει διατηρηθεί. Αυτό ήταν εφικτό χάρις στην δημιουργία ενός ξεχωριστού και καινοτομικού κυκλωνικού θαλάμου αναρρόφησης με εξαναγκασμένο διαχωρισμό.

Σχήμα 4.9



Σχήμα 4.9

Το φίλτρο σχεδιάστηκε με συγκεκριμένη γεωμετρία η οποία αυξάνει την απόδοση με μεγαλύτερη ωφέλιμη επιφάνεια φίλτρου: αυτό είναι ένα μπόνους για τον χρήστη, γιατί σημαίνει λιγότερο συχνή συντήρηση. Το δοχείο απόρριψης έχει κολλητικό κάλυμμα για να εμποδίζει τον χρήστη να έρχεται σε επαφή με την σκόνη.

Καινοτομικά προϊόντα, σχεδιασμένα να ικανοποιήσουν κάθε ανάγκη. Για το λόγο αυτό η Aertecnica επέλεξε μια νέα κατεύθυνση, με την πρώτη εντοιχιζόμενη κεντρική μονάδα, για εξωτερικούς ή εσωτερικούς χώρους. Σχεδιασμένη να εξαφανίζεται, είναι διαθέσιμη σε μεγάλη γκάμα από χρώματα, η επιτομή στον χώρο και την ησυχία.

Προορισμένη για κατοικίες και σχεδιασμένη να είναι τελείως κρυμμένη, η κεντρική μονάδα QB ικανοποιεί τις απαιτήσεις της μοντέρνας δομικής: είναι εύκολο να εγκατασταθεί σε περιβάλλοντα όπου είναι δύσκολο να χρησιμοποιηθεί κανονική κεντρική μονάδα λόγω έλλειψης χώρου ή για αισθητικούς λόγους.

- Η θύρα είναι κατασκευασμένη από γαλβανισμένο φύλλο λαμαρίνας, ανθεκτική στην οξειδωση λόγω χρόνου και ατμοσφαιρικών παραγόντων σχήμα 4.10.
- Η θύρα η οποία μπορεί να βαφτεί στο χρώμα του τοίχου, προσφέρει το επιθυμητή αισθητική εμφάνιση.
- Το άνοιγμα της θύρας είναι αντιστρεπτό, καθιστώντας εύκολη την εγκατάσταση και συντήρηση.
- Ο θάλαμος του μοτέρ είναι επαρκώς ηχομονωμένος, οπότε μπορεί να τοποθετηθεί κοντά στους χώρους διαβίωσης χωρίς να προκαλεί ενοχλήσεις.
- Το σύστημα ομαλής εκκίνησης εξολοθρεύει αιχμές στο ρεύμα κατά την εκκίνηση του συστήματος, και το QB είναι συμβατό με την συσκευή ελέγχου ισχύος οπότε να ελέγχετε την ισχύ αναρρόφησης χρησιμοποιώντας τον έλεγχο στον εύκαμπτο σωλήνα.
- Η κεντρική μονάδα QB πληρεί τις προϋποθέσεις της EEC σχετικά με την ασφάλεια, απόδοση και ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα. Οι διαδικασίες παραγωγής της Aertecnica έχουν σχεδιαστεί για να μειώσουν το αντίκτυπο στο περιβάλλον, περιορίζοντας την χρήση ενέργειας και την παραγωγή βιομηχανικών αποβλήτων.



Σχήμα 4.10

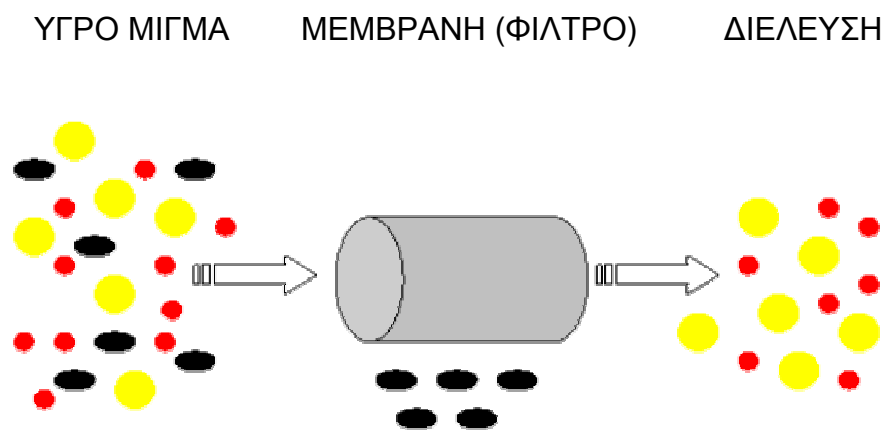
4.3 Βιομηχανία Τροφίμων – Διαχωρισμός βουτύρου, γάλακτος

ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ ΔΙΗΘΗΣΗΣ ΜΕ ΜΕΜΒΡΑΝΕΣ

Η διήθηση με μεμβράνες είναι μια σύγχρονη τεχνική παραγωγής που χρησιμοποιείται από τη βιομηχανία τροφίμων για τη συμπύκνωση και τον καθαρισμό των προϊόντων.

Διήθηση είναι η μέθοδος με την οποία, διαχωρίζονται τα στερεά σωματίδια που αιωρούνται σε ένα υγρό μίγμα. Το υγρό μίγμα περνάει από ένα φίλτρο που φέρει μικρές οπές, το οποίο επιτρέπει τη διέλευση ορισμένων ουσιών που εμπεριέχονται στο μίγμα ενώ παρεμποδίζει άλλες.

Η πλέον σύγχρονη μέθοδος διήθησης χρησιμοποιεί ως φίλτρα μεμβράνες. Οι διεργασίες διήθησης με μεμβράνες είναι η πλέον αναγνωρισμένη τεχνολογία διαχωρισμού. Παραδοσιακά η χρησιμότητα της μεθόδου αυτής είναι για την αφαλάτωση του νερού και τη δημιουργία πόσιμου νερού. Τα τελευταία χρόνια οι βιομηχανίες τροφίμων και περισσότερο η γαλακτοβιομηχανίες χρησιμοποιούν τις μεθόδους αυτές για την επεξεργασία και τον καθαρισμό των προϊόντων τους. Σχήμα 4.11



Σχήμα 4.11

Υπάρχουν 2 παράμετροι που επηρεάζουν μια διεργασία διήθησης μέσω μεμβρανών: η επιλεκτικότητα και η παραγωγικότητα.

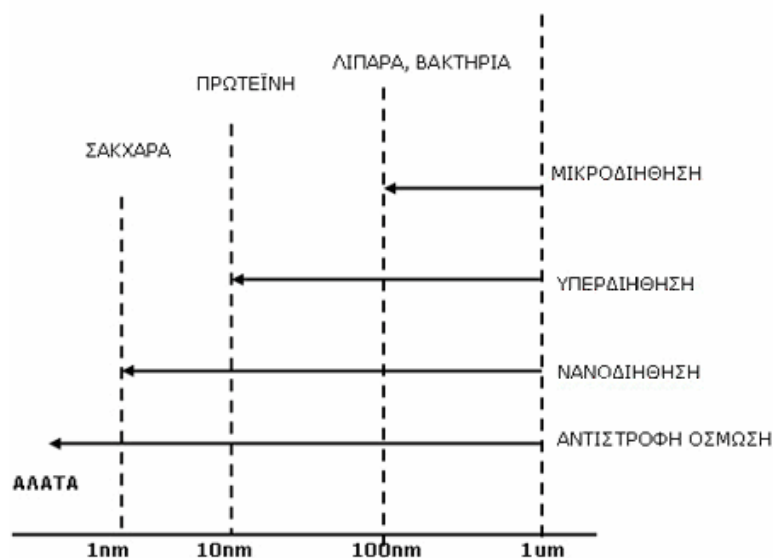
Η επιλεκτικότητα είναι η παράμετρος διέλευσης και η παραγωγικότητα είναι η παράμετρος παρεμπόδισης της ρευστότητας.

ΔΙΕΛΕΥΣΗ: Είναι η ποσότητα υγρού που περνάει από τη μεμβράνη

ΚΑΤΑΚΡΑΤΗΣΗ: Είναι η ποσότητα των στερεών που περιέχονται στο υγρό μίγμα το οποίο παρακρατείτε και δεν διαπερνάει τη μεμβράνη.

Οι κατηγορίες διήθησης με μεμβράνες βασίζονται στο διαχωρισμό λόγω διαφοράς μεγέθους των ειδών (ιόντων – μορίων) και εξαρτώνται από την περατότητα της μεμβράνης. Ανάλογα το μέγεθος των σωματιδίων που πρέπει να παρεμποδίσει η μεμβράνη έχουμε τέσσερις τεχνικές διαχωρισμού. Οι κατηγορίες διήθησης με μεμβράνες οριζόμενες από το μικρότερο μέγεθος αφαιρούμενων σωματιδίων μέχρι το μεγαλύτερο είναι:

1. Αντίστροφη όσμωση (Reverse Osmosis)
2. Νανοδιήθηση (Nanofiltration)
3. Υπερδιήθηση (Ultrafiltration)
4. Μικροδιήθηση (Microfiltration)



Σχήμα 4.12

Η αντίστροφη όσμωση είναι η πιο αποτελεσματική τεχνική αφαίρεσης νερού και χρησιμοποιείται για τη συμπύκνωση των προϊόντων. Σχήμα 4.12

Η νανοδιήθηση χρησιμοποιείται όταν η αντίστροφη όσμωση (RO) δεν είναι η σωστή μέθοδος διαχωρισμού ουσιών.

Η υπερδιήθηση χρησιμοποιείται για τη συμπύκνωση των αιωρούμενων στερεών και ουσιών που διαλύονται.

Η μικροδιήθηση χρησιμοποιείται για την απομάκρυνση των επιμολύνσεων των υγρών από παθογόνους μικροοργανισμούς (βακτήρια).

Με τη διήθηση μέσω μεμβρανών έχουμε:

1. Υγρά μίγματα υψηλής καθαρότητας λόγω της απομάκρυνσης των επιμολύνσεων (παθογόνοι μικροοργανισμοί) στα ρευστά από στερεά σωματίδια.
2. Οικονομική αποδοτικότητα λόγω μείωσης του λειτουργικού κόστους κατά 65% και μείωσης της χρησιμοποιούμενης ενέργειας κατά 90% γιατί συμπυκνώνουν ευπαθή προϊόντα χωρίς θέρμανση.
3. Επιλεκτικό διαχωρισμό διαφόρων μιγμάτων.
4. Μείωση των αναθυμιάσεων/εκπομπών.
5. Επεξεργασία των αποβλήτων από διάφορες παραγωγικές διαδικασίες (όπως είναι η ανακύκλωση του νερού από τους χημικούς σταθμούς καθαρισμού).

Ένα σύστημα διήθησης με μεμβράνες δεν αποτελείται μόνο από μεμβράνες. Απαιτεί σωστό σχεδιασμό και κατάλληλο εξοπλισμό ώστε να είναι εύκολη η λειτουργία του από το ξεκίνημα μέχρι τον καθαρισμό του. Είναι όμως πολύ εύκολο και για τον χειριστή να κάνει δαπανηρά λάθη αν το σύστημα διήθησης με μεμβράνες δεν έχει σχεδιαστεί, εξοπλιστεί και εγκατασταθεί σωστά για να καλύψει τα διάφορα στάδια λειτουργίας του.

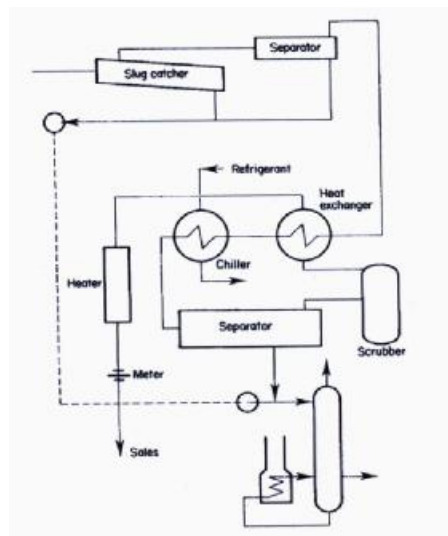
Η ΑΓΡΟΠΛΑΝ ειδικεύεται στις μελέτες και εγκαταστάσεις ολοκληρωμένων μονάδων διήθησης με μεμβράνες στις Βιομηχανίες Τροφίμων και είναι αποκλειστικός αντιπρόσωπος της GEA Filtration στην Ελλάδα. Η Gea Filtration κατέχει εδώ και πολύ καιρό την ηγετική της θέση στην τεχνολογία διήθησης με μεμβράνες για κάθε απαίτηση, χρησιμοποιώντας όλες τις μεθόδους διήθησης με μεμβράνες

4.4 Διαχωρισμός πετρελαίου – φυσικού αερίου

Επεξεργασία Φυσικού Αερίου στην Ακτή

Η επεξεργασία που απαιτείται, για την τήρηση των προδιαγραφών σχετικά με το σημείο δρόσου του αερίου είναι μία απλή διεργασία ψύξης κατά την οποία το αέριο ψύχεται σε πολύ χαμηλή θερμοκρασία (χαμηλότερη από κάθε θερμοκρασία που είναι δυνατόν να παρατηρηθεί στο σύστημα) και απομακρύνεται το παραγόμενο συμπύκνωμα. Ένα τυπικό διάγραμμα ροής για την διεργασία αυτή φαίνεται, στο Σχήμα 4.13, το οποίο περιλαμβάνει τις εξής διεργασίες:

- Το ρεύμα από τον αγωγό μεταφοράς διέρχεται αρχικά από διαχωριστή για την απομάκρυνση τυχόν συμπυκνώματος που μεταφέρεται μαζί με το αέριο. Μετά το στάδιο αυτό προστίθεται στο αέριο γλυκόλη για την αποφυγή σχηματισμού υδριτών λόγω της ψύξης.
- Το αέριο ρεύμα ψύχεται αρχικά σε εναλλάκτη θερμότητας και στη συνέχεια σε μονάδα ψύξης με ψυκτικό είτε φρέον είτε λιγότερο αποτελεσματικό προπάνιο έως τους -18°C περίπου.



Σχήμα 4.13
Επεξεργασία στην ακτή

– Το διφασικό μίγμα που προκύπτει από τη παραπάνω διεργασία διέρχεται από διαχωριστή. Το αέριο ρεύμα στην έξοδο του διαχωριστή οδηγείται στον εναλλάκτη θερμότητας που αναφέρθηκε προηγουμένως όπου θερμαίνεται, ψύχοντας ταυτόχρονα το αέριο που εισέρχεται στο σύστημα από τον αγωγό μεταφοράς. Στη συνέχεια θερμαίνεται περαιτέρω σε θερμαντήρα, και οδηγείται προς μέτρηση και μεταφορά. Το υγρό ρεύμα στην έξοδο του διαχωριστή, αποστάζεται δίνοντας γλυκόλη, νερό και συμπυκνώματα υδρογονανθράκων. Το συμπύκνωμα υδρογονανθράκων αναμιγνύεται με το υγρό του αρχικού διαχωρισμού και το μίγμα σταθεροποιείται δίνοντας μία ποσότητα συμπυκνώματος και μία πρόσθετη ποσότητα αερίου. Το αέριο αυτό δεν πληροί μεν τις προδιαγραφές πώλησης, μπορεί όμως να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για τις ανάγκες της διεργασίας.

Επεξεργασία Αργού Πετρελαίου

Η επεξεργασία του αργού πετρελαίου αποσκοπεί στα εξής:

1. Ικανοποίηση συγκεκριμένων προδιαγραφών για τη μεταφορά του πετρελαίου όσον αφορά την τάση ατμών (vapour pressure). Οι προδιαγραφές αυτές είναι πολύ αυστηρές στην περίπτωση μεταφοράς με πετρελαιοφόρα πλοία (tankers), όπου το πετρέλαιο θα πρέπει να είναι πλήρως σταθεροποιημένο με τάση ατμών 1 atm στη θερμοκρασία περιβάλλοντος. Στην περίπτωση μεταφοράς με αγωγούς οι προδιαγραφές είναι περισσότερο χαλαρές αν και η ακριβής γνώση της τάσης ατμών έχει σημασία για τη μέτρηση της μάζας πετρελαίου που μεταφέρεται.
2. Τον αποτελεσματικό διαχωρισμό πετρελαίου-αερίου προκειμένου να επιτευχθεί η επιθυμητή τάση ατμών και πιθανώς και η επεξεργασία του αερίου προκειμένου να καλυφθούν οι προδιαγραφές πώλησης του.
3. Το διαχωρισμό παραγόμενου νερού – πετρελαίου και τη διάσπαση τυχόν σχηματισμένων γαλακτωμάτων νερού-πετρελαίου για την κάλυψη προδιαγραφών διύλισης.
4. Την απομάκρυνση τυχόν οξειδωτικών ή τοξικών ουσιών – κυρίως H_2S – πριν την παράδοση του πετρελαίου.

5. Την απομάκρυνση αλάτων για την κάλυψη προδιαγραφών διύλισης. Τα άλατα μπορεί να αποτελέσουν πρόβλημα όταν το πετρέλαιο παράγεται μαζί με μικρές ποσότητες νερού και το πρώτο στάδιο του διαχωρισμού πραγματοποιείται σε υψηλές θερμοκρασίες. Σε τέτοιες συνθήκες το νερό μπορεί να εκτονωθεί στην αέρια φάση (flash expansion) αφήνοντας αλάτι ως υπόλειμμα στο πετρέλαιο. Συνήθως η μόνη επεξεργασία που είναι απαραίτητη είναι η έκπλυση με φρέσκο νερό, διαδικασία, ωστόσο, που απαιτεί τον μετέπειτα διαχωρισμό του νερού από το πετρέλαιο.

Επεξεργασία Ελαφρού Πετρελαίου

Οι βασικοί στόχοι της επεξεργασίας στην περίπτωση αυτή είναι:

- Αποτελεσματικός διαχωρισμός αερίου-πετρελαίου
- Μεγιστοποίηση της διατήρησης υδρογονανθράκων μέσης πτητικότητας στην υγρή Φάση

Η διεργασία που θα ακολουθηθεί εξαρτάται κυρίως από τη μετέπειτα χρήση του διαχωριζόμενου αερίου. Στην περίπτωση που το αέριο αυτό χρησιμοποιείται μόνο ως καύσιμο στις εγκαταστάσεις παραγωγής και η περίσσεια του καίγεται, δεν απαιτείται ιδιαίτερη επεξεργασία του αερίου ρεύματος, καθώς η ποσότητα υγρού που μπορεί να ανακτηθεί από αυτό είναι πολύ μικρή. Στην περίπτωση αυτή είναι επιθυμητή η πλήρης αριστοποίηση της διεργασίας του διαχωρισμού που μπορεί να περιλαμβάνει 3 – 4 στάδια διαχωρισμού με πολύ προσεκτική επιλογή της πίεσης κάθε σταδίου.

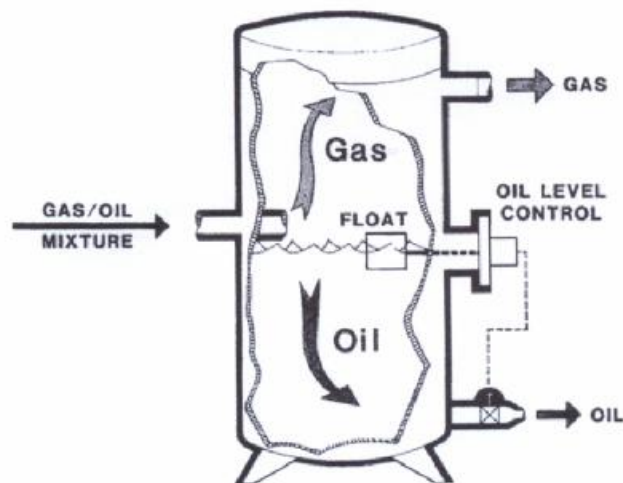
Η αριστοποίηση της διεργασίας του διαχωρισμού μπορεί να αποδώσει ένα πρόσθετο ποσοστό υγρού στην παραγωγή, αλλά και να διαφοροποιήσει την πυκνότητα API του πετρελαίου κατά 1 με 2 βαθμούς, πράγμα που για μεγάλες ποσότητες παραγωγής μπορεί να έχει πολύ θετική επίπτωση στα έσοδα.

Στην περίπτωση που το διαχωριζόμενο αέριο προορίζεται για πώληση, απαιτείται η επεξεργασία του αερίου ρεύματος προκειμένου να απομακρυνθούν οι υδρογονάνθρακες μέσης πτητικότητας ώστε να πληρούνται οι προδιαγραφές του

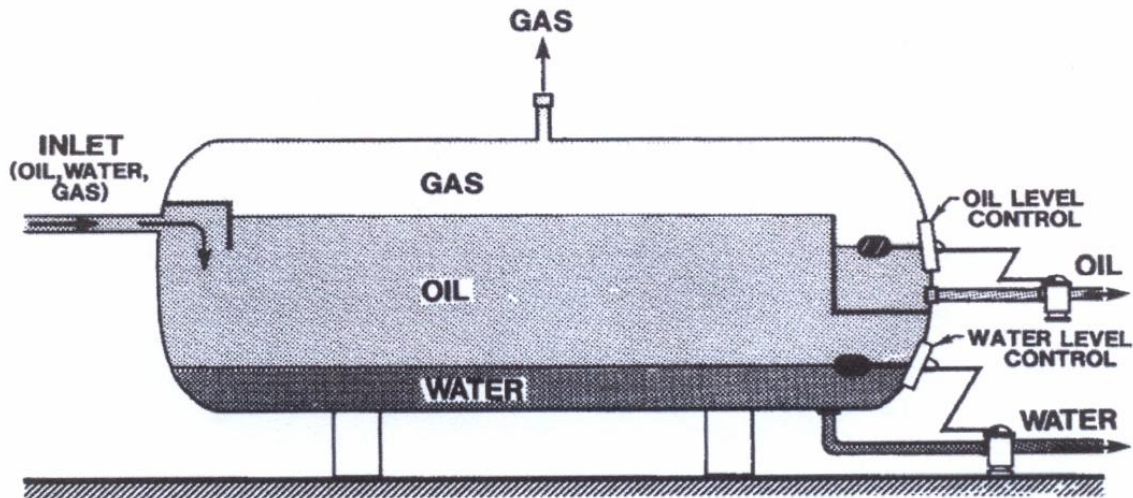
σημείου δρόσου που αναφέρονται παραπάνω. Στην περίπτωση αυτή τα παραγόμενα από την επεξεργασία του αερίου υγρά αναμιγνύονται με το κύριο ρεύμα της παραγωγής και ανακτώνται με τον τρόπο αυτό.

Σχεδιασμός Διαχωριστών

Γενικά, ο διαχωριστής (separator) είναι μία σχετικά απλή διάταξη στην οποία πραγματοποιείται διαχωρισμός φάσεων κυρίως μέσω της βαρύτητας. Στο Σχήμα 4.14 παρουσιάζεται η λειτουργία ενός διαχωριστή κάθετης διάταξης, ενώ στο Σχήμα 4.15 ένας άλλος τύπος διαχωριστή γνωστός και ως free – water knockout που χρησιμοποιείται για την απομάκρυνση του «ελεύθερου» παραγόμενου νερού (όχι σε μορφή γαλακτώματος). Η πολυπλοκότητα ενός διαχωριστή εξαρτάται άμεσα από τη δυσκολία του διαχωρισμού.



Σχήμα 4.14
Διαχωριστής κάθετης διάταξης

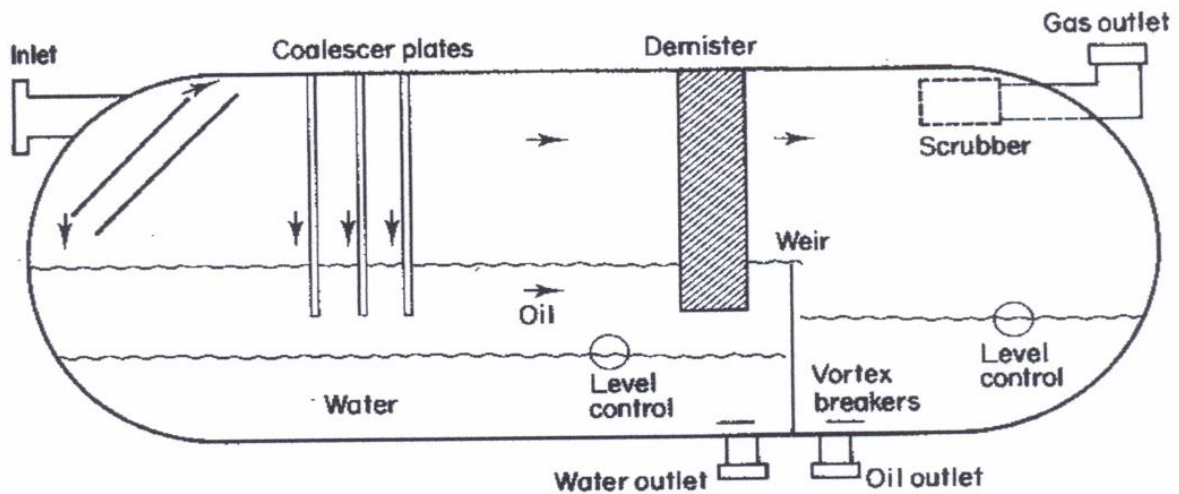


Σχήμα 4.15

Διαχωριστής free – water knockout

Στο Σχήμα 4.16 παρουσιάζεται ένας διαχωριστής ενδιάμεσης πολυπλοκότητας. Ένας πρώτος διαχωρισμός επιτυγχάνεται καθώς το ρεύμα υγρού / αερίου προσκρούει σε επικλινή πλάκα αμέσως μετά την είσοδο στον διαχωριστή. Το υγρό επιβραδύνεται και οδηγείται στο κάτω μέρος του δοχείου. Μία κατακόρυφη επιφάνεια (weir) (δρα ως όριο υπερχείλισης του πετρελαίου) διατηρεί ένα υψηλό επίπεδο υγρού στον διαχωριστή, ενώ ταυτόχρονα διαχωρίζει το πετρέλαιο από το παραγόμενο νερό. Η στάθμη και στις δύο πλευρές της επιφάνειας αυτής διατηρείται σταθερή μέσω κατάλληλης ρυθμιστικής διάταξης. Το αέριο διαχωρίζεται από το υγρό και στις δύο πλευρές της επιφάνειας.

Ο πιο σημαντικός παράγοντας για το διαχωρισμό, που αποτελεί και τη βασική παράμετρο σχεδιασμού του διαχωριστή είναι ο χρόνος παραμονής (residence time). Οι διαχωριστές σχεδιάζονται έτσι ώστε ο χρόνος παραμονής να είναι μεταξύ 3 – 5 λεπτών.



Σχήμα 4.16
 Διαχωριστής ενδιάμεσης πολυπλοκότητας

Μία άλλη βασική παράμετρος που λαμβάνεται υπ' όψιν είναι η μέγιστη ταχύτητα αερίου, πάνω από την οποία έχουμε συμπαράσυρση του υγρού από το αέριο και μη αποτελεσματικό διαχωρισμό. Ένας πρακτικός κανόνας για την εκτίμηση της μέγιστης ταχύτητας του αερίου είναι η παρακάτω έκφραση:

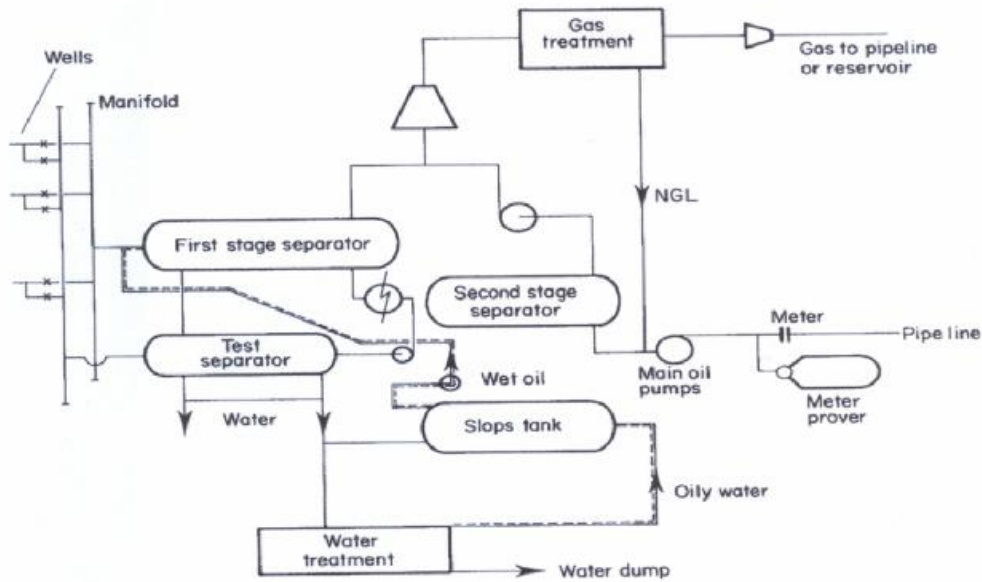
$$V = C \cdot \left[\frac{\rho_o - \rho_g}{\rho_g} \right]^{0.5}$$

όπου:

V: Κρίσιμη ταχύτητα συμπαράσυρσης (ft/sec)

C: Εμπειρική σταθερά γνωστή ως συντελεστής διαχωριστή (0.35 – 0.50 ft/sec)

ρ_o, ρ_g : Η πυκνότητα πετρελαίου κα<. αερίου αντίστοιχα



Σχήμα 4.17

Διαχωρισμός σε πολλαπλά στάδια

Η λειτουργία του διαχωριστή στα επιθυμητά όρια επιτυγχάνεται μέσω συστημάτων αυτόματου ελέγχου.

Στην περίπτωση διαχωρισμού σε περισσότερα από ένα στάδια (Σχήμα 4.17), οι συνθήκες (πίεση-θερμοκρασία) κάθε σταδίου έχουν σημαντική επίδραση στην απόδοση της διεργασίας συνολικά. Η αριστοποίηση της όλης διεργασίας βρίσκεται με εργαστηριακά πειράματα πάνω σε δείγματα ρευστού (separator tests) ή με απευθείας υπολογισμό.

Η ροή ελαφρών πετρελαίων με υψηλό GOR μέσω των διαφόρων εξαρτημάτων ενός τυπικού διαχωριστή είναι δυνατόν να προκαλέσει το σχηματισμό αφρού ο οποίος φράζει τα μικρής διατομής εξαρτήματα του διαχωριστή. Ο χρόνος παραμονής που απαιτείται για την κατακάθιση και απομάκρυνση του αφρού μπορεί να είναι απαγορευτικός για την αποτελεσματική λειτουργία του διαχωριστή. Το πρόβλημα αντιμετωπίζεται με προσθήκη χημικών για τη διάσπαση του αφρού.

Επεξεργασία Βαρέως Τύπου Πετρελαίου

Στην περίπτωση βαρέως τύπου πετρέλαιο, ο λόγος αερίου - πετρελαίου στην επιφάνεια είναι συνήθως μικρός, και το μεγαλύτερο πρόβλημα είναι ο αποτελεσματικός διαχωρισμός του πετρελαίου από το παραγόμενο νερό. Υπάρχουν δύο παράγοντες που δυσχεραίνουν το διαχωρισμό αυτό:

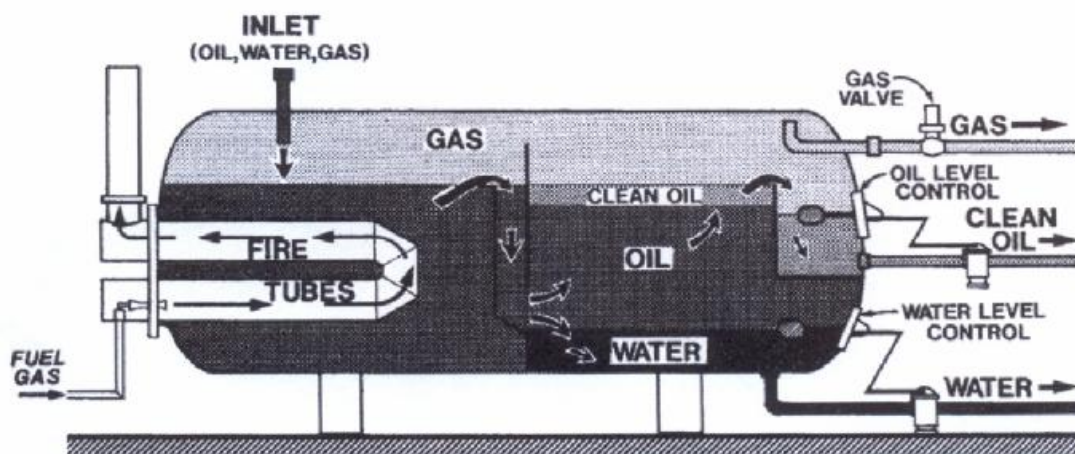
- Το υψηλό ιξώδες του πετρελαίου, που είναι συγκρίσιμο με αυτό του παραγόμενου νερού και επιβραδύνει το διαχωρισμό των δύο φάσεων δια της βαρύτητας
- Την μεγαλύτερη τάση που εμφανίζει το πετρέλαιο αυτό για σχηματισμό γαλακτωμάτων με το νερό

Τα γαλακτώματα χαρακτηρίζονται από διασπορά λεπτών σταγονιδίων μίας φάσης που αιωρούνται σε μία άλλη συνεχή φάση. Οι διαστάσεις των σταγονιδίων αυτών είναι αρκετά μικρές ώστε να μην είναι δυνατόν να συσσωματωθούν και να κατακαθίσουν ώστε να επέλθει πλήρης διαχωρισμός των δύο φάσεων. Είναι δυνατόν να έχουμε σχηματισμό τόσο γαλακτωμάτων νερού σε πετρέλαιο όσο και πετρελαίου σε νερό.

Το πρώτο βήμα για την αντιμετώπιση του προβλήματος των γαλακτωμάτων είναι η θέρμανση του πετρελαίου σε θερμαντήρα (heater) πριν το πρώτο στάδιο του διαχωρισμού είτε ο διαχωρισμός σε heater – treater. Το δοχείο αυτό παρουσιάζει σημαντικές ομοιότητες με το free water knockout που είδαμε παραπάνω, με τη διαφορά ότι εμπεριέχει θερμαντικούς σωλήνες για την επιτόπου θέρμανση και διάσπαση του γαλακτώματος (Σχήμα 4.18).

Μετά το πρώτο στάδιο διαχωρισμού από αέριο και νερό το πετρέλαιο οδηγείται συνήθως σε θερμαινόμενες δεξαμενές αποθήκευσης όπου ο ζητούμενος τελικός διαχωρισμός πετρελαίου – νερού μπορεί να επιτελεστεί με πολύ μεγάλους χρόνους παραμονής. Στην περίπτωση σχηματισμού σταθερών γαλακτωμάτων που δεν αντιμετωπίζονται με θέρμανση ή αργή κατακάθιση του νερού, ενδείκνυται η χρήση χημικών απογαλακτοποιητών (demulsifiers). Οι ουσίες αυτές θα πρέπει να προστίθενται όσο το δυνατόν πλησιέστερα στο σημείο παραγωγής, πολλές φορές μάλιστα εισπνιέζονται στη γεώτρηση με ειδικές αντλίες, διαφορετικά προστίθενται στην κεφαλή της γεώτρησης (wellhead).

Σε σπάνιες περιπτώσεις, όπου καμία από τις παραπάνω τεχνικές δεν είναι πλήρως αποτελεσματική, χρησιμοποιείται η μέθοδος της ηλεκτροστατικής κατακάθισης (electrostatic precipitation).

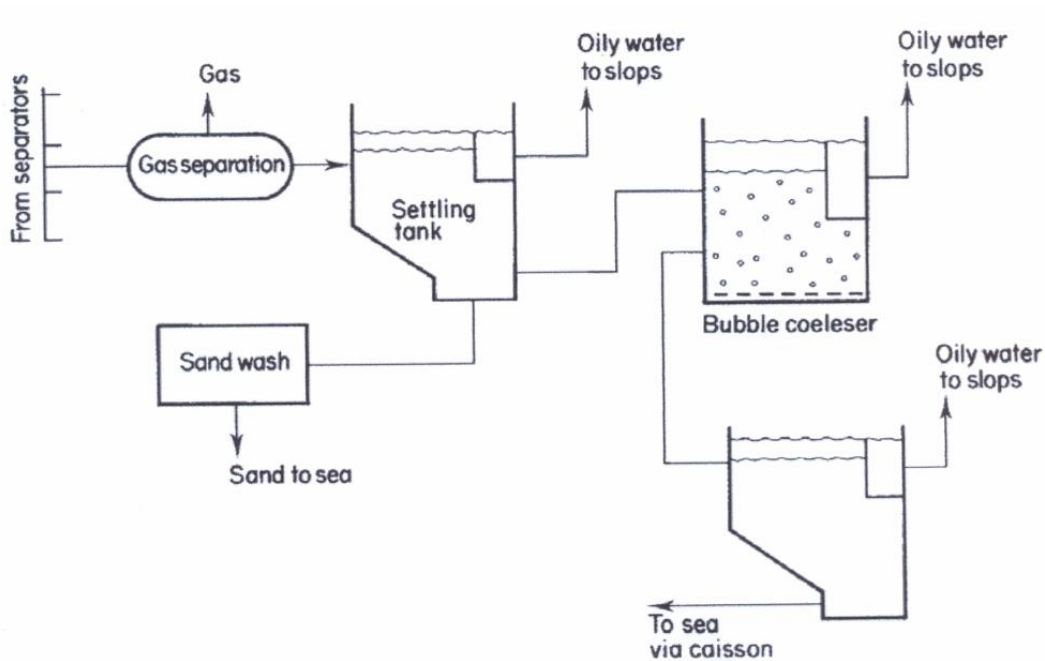


Σχήμα 4.18

Διαχωριστής “free – water knockout” με δυνατότητα ταυτόχρονης θέρμανσης (heater – treater)

Επεξεργασία Παραγόμενου Νερού

Η επεξεργασία του παραγόμενου νερού έγκειται κυρίως στη μείωση της περιεκτικότητας του σε πετρέλαιο, καθώς υπάρχουν όλο και αυστηρότεροι περιβαλλοντικοί περιορισμοί που αφορούν την απόρριψη του νερού στην ξηρά ή στη θάλασσα. Στην περίπτωση της Βόρειας Θάλασσας, η μέγιστη περιεκτικότητα του νερού σε πετρέλαιο πριν την απόρριψη του στη θάλασσα καθορίζεται σε 50 ppm. Είναι απαραίτητο, επομένως, το νερό από κάθε στάδιο διαχωρισμού, αλλά και κάθε ρεύμα έκπλυσης που μπορεί να περιέχει πετρέλαιο να υφίσταται κάποια κατεργασία.



Σχήμα 4.19

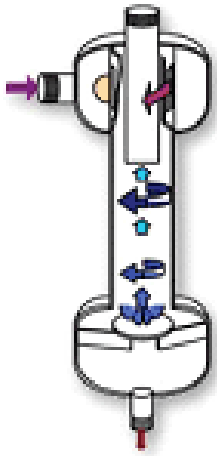
Επεξεργασία παραγόμενου νερού, σε εξέδρα

Οι βασικές μέθοδοι διαχωρισμού περιλαμβάνουν εναπόθεση μέσω βαρύτητας (gravity settling), συγκέντρωση του πετρελαίου από την επιφάνεια δεξαμενών εναπόθεσης (skimming) μεταξύ των οποίων υπάρχει ανακυκλοφορία και το νερό που τελικά προκύπτει καθαρίζεται σε μονάδα συσσωμάτωσης (coalescer) πριν την απόρριψη στη θάλασσα. Οι περισσότερες διατάξεις καθαρισμού έχουν τη δυνατότητα μείωσης της περιεκτικότητας του νερού σε πετρέλαιο έως και τα 30 ppm. Μία τυπική διάταξη καθαρισμού του νερού σε πλατφόρμα εξόρυξης φαίνεται στο σχήμα 4.19

4.5 Φυγοκεντρικός διαχωριστής σωματιδίων JZA της JUDO Γερμανίας

Σε περίπτωση που το νερό της γεώτρησης περιέχει και χώμα ή άμμο, αυτός ο φυγοκεντρικός διαχωριστής σωματιδίων συγκρατεί στον πυθμένα του σωματίδια μέχρι και 20 μικρών. Διατίθεται με σύστημα χειροκίνητου ή αυτόματου μηχανισμού καθαρισμού του πυθμένα. Δεν έχει καθόλου αναλώσιμα.

JZA: Αυτοκαθαριζόμενο φίλτρο για την επεξεργασία νερού γεωτρήσεων. Φυγοκεντρικός διαχωριστής σωματιδίων, τύπος JZA, για γεωτρήσεις χωρίς δεξαμενή. Απομακρύνει σωματίδια μεγέθους μέχρι και 20 μικρών. Σχήμα 4.20, 4.21.



Σχήμα 4.20



Σχήμα 4.21

4.6 Φυγοκεντρικός διαχωριστής KAESER

Τεχνικά χαρακτηριστικά

Σειρά ZK

Παροχή: 0,2 έως 95,8 m³/min

Τυπική πίεση: μέγ. 16 bar

Λειτουργία:

Σχήμα 4.22

Ο φυγοκεντρικός διαχωριστής αφαιρεί μεγάλους όγκους συμπυκνωμάτων από τον πεπιεσμένο αέρα. Η βελτιστοποιημένη σχεδίαση βελτιώνει την απόδοση της φυγοκέντρισης και διασφαλίζει σχεδόν σταθερό βαθμό διαχωρισμού συμπυκνωμάτων, για ένα ευρύ φάσμα ογκομετρικής παροχής. Επιπλέον, απομακρύνονται επίσης σωματίδια μεγέθους έως 5 μm. Σχήμα 4.22



Χρήση:

Φυγοκεντρικός διαχωριστής προτείνεται για συστήματα όπου ο ξηραντής ψυκτικού τύπου είναι εγκατεστημένος ακριβώς μετά τον περιστροφικό κοχλιοφόρο αεροσυμπιεστή.

Ο φυγοκεντρικός διαχωριστής εγκαθίσταται μεταξύ του συμπιεστή και του ξηραντή ψυκτικού τύπου και απομακρύνει τα υγρά συμπυκνώματα από τον πεπιεσμένο αέρα. Με τον τρόπο αυτό, παρέχει πρόσθετη εφεδρική δυναμικότητα στον ξηραντή ψυκτικού τύπου. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό σε υψηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος, για τη διασφάλιση της διατήρησης του απαιτούμενου σημείου δρόσου υπό πίεση.

Οι φυγοκεντρικοί διαχωριστές KAESER δεν απαιτούν συντήρηση.

Συμβουλή:

Κάθε φυγοκεντρικός διαχωριστής πρέπει να διαθέτει μια ηλεκτρονική βαλβίδα αποστράγγισης συμπυκνωμάτων ECO Drain (διατίθεται ως πλήρες σετ με όλα τα απαραίτητα εξαρτήματα).

Κοκκοποιητικά μηχανήματα

Η BAUSANO προσφέρει στους πελάτες του δύο διαφορετικά συστήματα για κοπή του λειωμένου πολυμερούς όπως βγαίνει από το extruder. Το παραδοσιακό σύστημα κοκκοποίησης BAUSANO αποτελείται από έναν μετωπικό κόφτη PVC με κάλυμμα που προσφέρει χαρακτηριστικά βεβιασμένης κυκλοφορίας αέρα και ηχομονωμένο ανεμιστήρα.

Οι κόκκοι μεταφέρονται μέσω ανοξείδωτων σωληνώσεων στις ψυκτικές μονάδες όπου ένας φυγοκεντρικός διαχωρηστήρας ξεχωρίζει τον αέρα και τις αναθυμιάσεις από τους κόκκους. Οι λεπίδες του κόφτη κινούνται από ένα ασύγχρονο μοτέρ με ρυθμιστή στροφών. Οι μετωπικοί κόφτες είναι κατηγοριοποιημένοι σαν L3/I και L4/I αναλόγως του αριθμού των λεπίδων. Σχήμα 4.23



Σχήμα 4.23

Ο TGL/2 είναι ένας κόφτης του οποίου οι λεπίδες δεν είναι ομοαξονικές εν σχέση με την κεφαλή κοκκοποίησης. Αυτό το χαρακτηριστικό κάνει δυνατή την διατήρηση πάντοτε χαμηλής επιφανειακής θερμοκρασίας των λεπίδων αποφεύγοντας την αποσύνθεση των καταλοίπων των υλικών.

4.7 Φυγοκεντρικοί διαχωριστές OMI Ιταλίας

Φυγοκεντρικοί διαχωριστές SA με αυτόματη αφυδάτωση για την απομάκρυνση, σε μεγάλο ποσοστό, των συμπυκνωμάτων νερού που δημιουργούνται κατά την διάρκεια της συμπίεσης. Τοποθετούνται εύκολα και δεν θα πρέπει να λείπουν από καμία εγκατάσταση πεπιεσμένου αέρα. Τοποθετήστε πάντα ένα φυγοκεντρικό διαχωριστή μετά από κάθε αεροσυμπιεστή και πού οικονομικά σας απαλλάσσει από την υγρασία στον πεπιεσμένο αέρα, που δημιουργεί προβλήματα στα εργαλεία και μηχανήματα.

Είναι επίσης απαραίτητοι για τη προεργασία του πεπιεσμένου αέρα, πριν την είσοδό του σε ξηραντή και κεραμικά φίλτρα. Σχήμα 4.24

Πίνακας 1

lt/min	ΕΙΣΟΔΟΣ – ΕΞΟΔΟΣ
500	3/8"
1000	1/2"
3000	3/4"



Σχήμα 4.24

5

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗ

5.1 Φυγοκεντρικοί Διαχωριστές

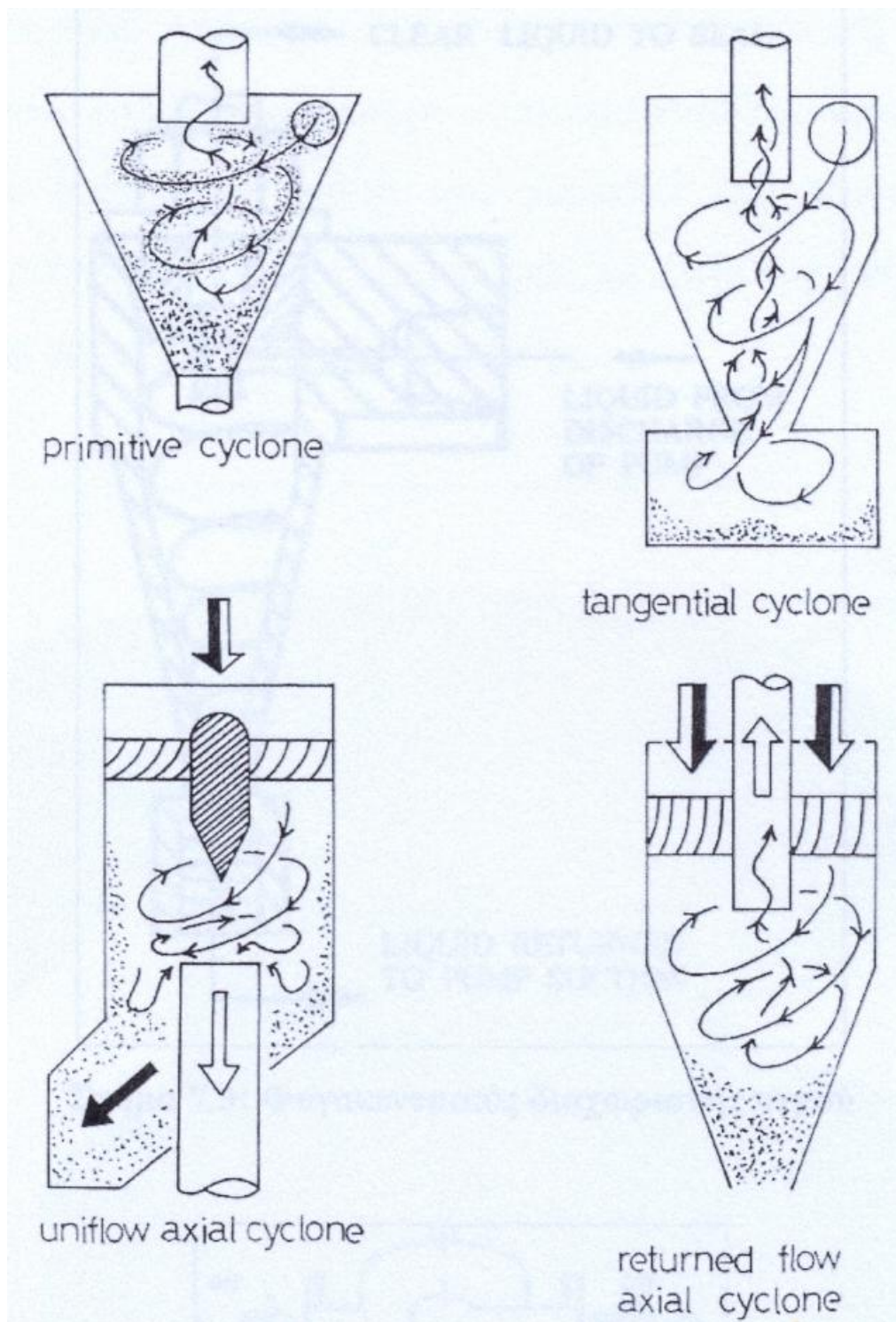
Ο φυγοκεντρικός διαχωριστής είναι στην ουσία ένας αγωγός κατάλληλα διαμορφωμένος ώστε τα γεωμετρικά του χαρακτηριστικά να προκαλούν μία στροβιλώδη κίνηση των διαφορετικών φάσεων που αποτελούν το ροϊκό πεδίο, μέσω της οποίας επιτυγχάνεται στην έξοδο ο επιθυμητός διαχωρισμός. Ο διαχωρισμός πραγματοποιείται λόγω της διαφορετικής πυκνότητας των μορίων που αποτελούν τις διάφορες φάσεις.

Οι φυγοκεντρικοί διαχωριστές αποτελούν συνήθη συστήματα διαχωρισμού υλικών, δύο ή περισσότερων φάσεων. Βρίσκουν αρκετές πρακτικές εφαρμογές τόσο σε απλά όσο και σε πολύπλοκα βιομηχανικά συστήματα. Τέτοια παραδείγματα αποτελούν:

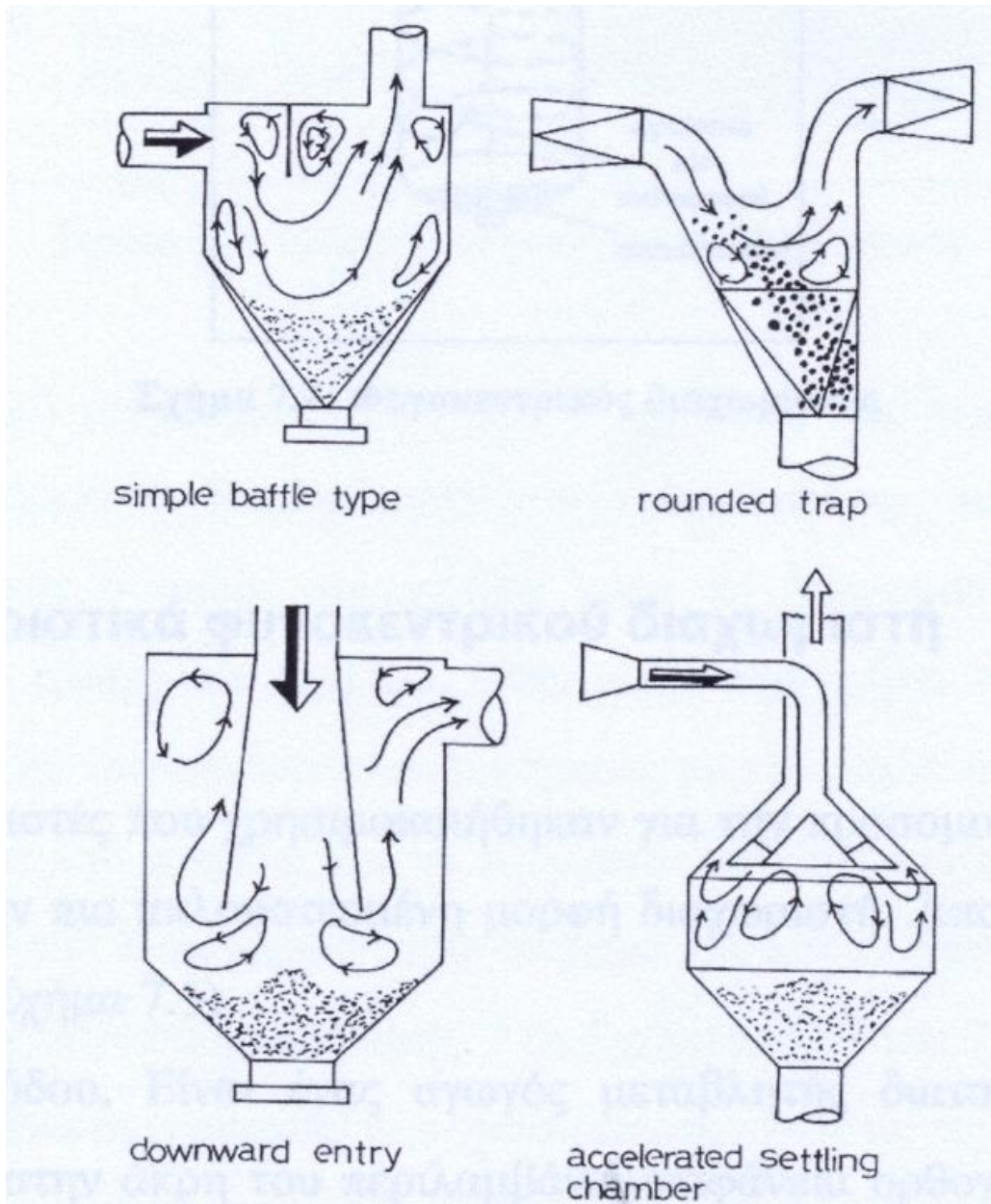
- ✓ Ηλεκτρική σκούπα — διαχωρισμός σκόνης, αέρα
- ✓ Εξόρυξη πετρελαίου — διαχωρισμός πετρελαίου, φυσικού αερίου, νερού, υλικών σωματιδίων
- ✓ Βιομηχανία τροφίμων - διαχωρισμός βουτύρου, γάλακτος
- ✓ Βιομηχανία τσιμέντων — μεταφορά και διαχωρισμός πρώτων υλών
- ✓ Γεωργικές εγκαταστάσεις - αφύγρανση ή ξήρανση
- ✓ Βιομηχανία πετρελαϊκών ειδών — διαχωρισμός παραγώγων πετρελαίου
- ✓ Ελαιοδιαχωριστές

Από τις παραπάνω εφαρμογές είναι φανερή η πολύπλευρη χρήση τέτοιων συστημάτων. Μάλιστα, σε πολλά από αυτά, η ακρίβεια του διαχωρισμού παίζει σημαντικότατο ρόλο, γεγονός που απαιτεί την συνεχή μελέτη και εξέλιξη κατάλληλων υπολογιστικών μοντέλων.

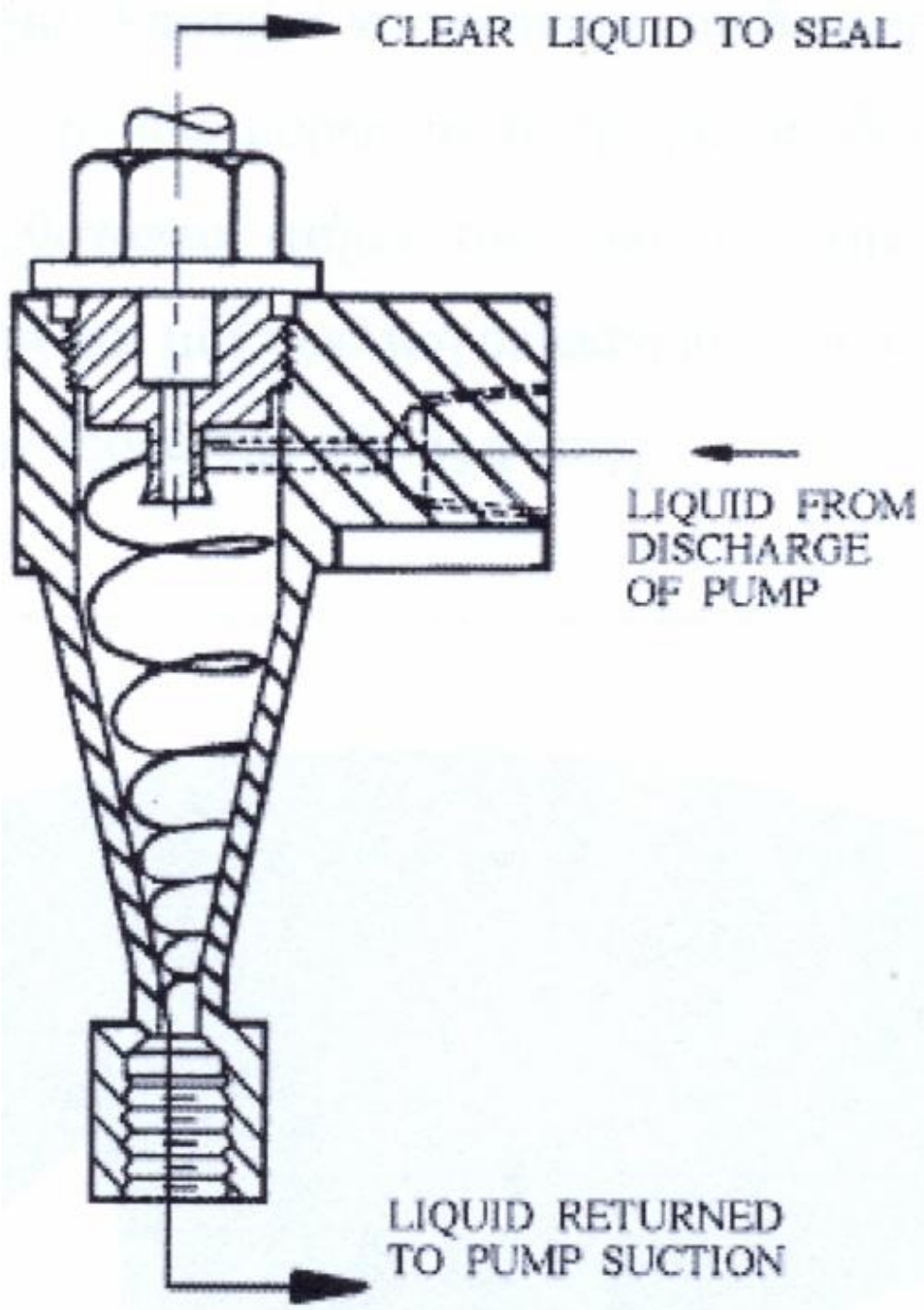
Μερικά είδη φυγοκεντρικών διαχωριστών παρατίθενται στην συνέχεια στα Σχήματα 5.1, 5.2, 5.3, 5.4



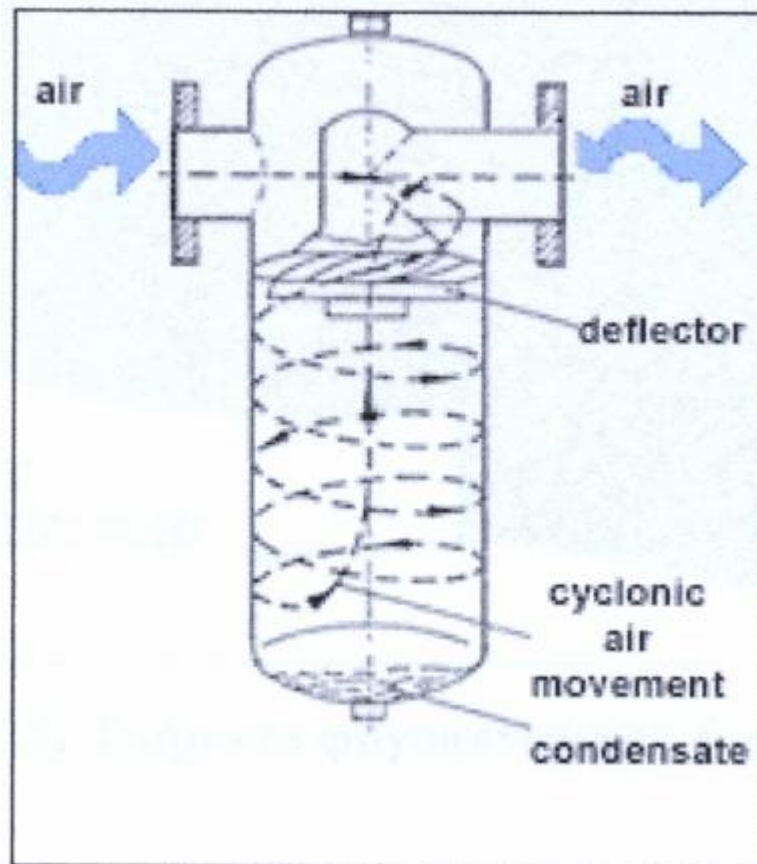
Σχήμα 5.1: Κυκλωνικοί συλλέκτες σκόνης



Σχήμα 5.2: Φυγοκεντρικοί διαχωριστές στερεών σωματιδίων



Σχήμα 5.3: Φυγοκεντρικός διαχωριστής υγρού

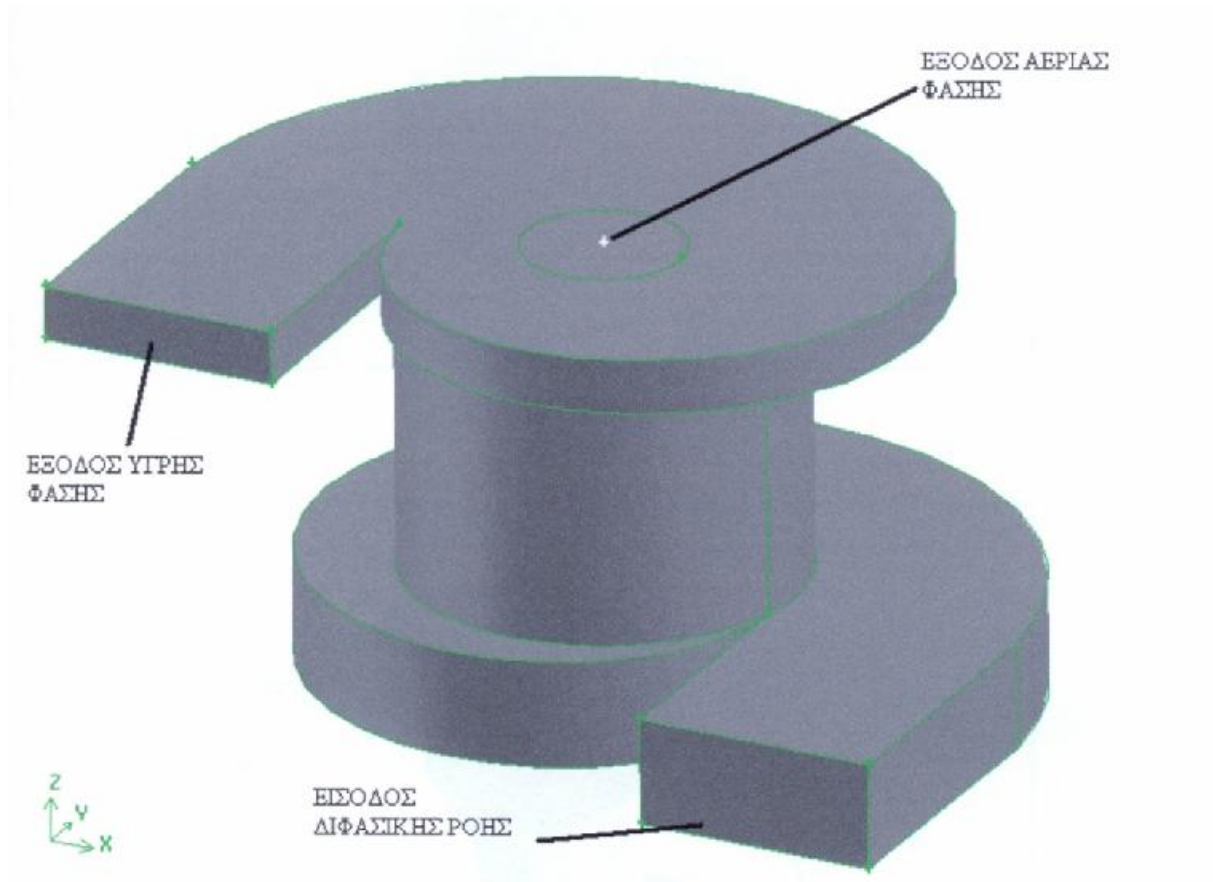


Σχήμα 5.4: Φυγοκεντρικός διαχωριστής

5.2 Χαρακτηριστικά φυγοκεντρικού διαχωριστή

Οι διαχωριστές που χρησιμοποιήθηκαν για την προσομοίωση της διφασικής ροής αποτελούν την πιο απλουστευμένη μορφή διαχωριστή. Αποτελούνται από τρία βασικά τμήματα: (Σχήμα 5.5)

1. Τμήμα εισόδου. Είναι ένας αγωγός μεταβλητής διατομής με σπειροειδή μορφή και στην άκρη του περιλαμβάνει επιφάνεια ορθογωνικής διατομής, η οποία αποτελεί και την είσοδο του διφασικού μίγματος.
2. Κυλινδρικό τμήμα. Αποτελεί κύριο σώμα του διαχωριστή
3. Τμήμα εξόδου. Έχει ίδια μορφή με το τμήμα εισόδου συμμετρική ως προς τον y -άξονα. Το ορθογώνιο τμήμα του αποτελεί την έξοδο υγρής φάσης και επιπλέον περιέχει και μία κυκλική επιφάνεια στην κορυφή του στον z -επίπεδο που αποτελεί την έξοδο της αέριας φάσης.



Σχήμα 5.5: Τμήματα φυγοκεντρικού διαχωριστή

Το διφασικό μίγμα εισέρχεται στο διαχωριστή από την είσοδο και καθώς ακολουθεί τη σπειροειδή διαμόρφωση του τμήματος της εισόδου αρχίζει την φυγοκεντρική κίνηση η οποία συνεχίζεται κατά τη διάρκεια της ανύψωσης του ρευστού στο κύριο τμήμα του αγωγού. Φτάνοντας στο τμήμα της εξόδου το μίγμα έχει διαχωριστεί λόγω των επιδρώντων δυνάμεων, με την αέρια φάση να περιορίζεται στο κεντρικό τμήμα του αγωγού και να εξέρχεται από την κεντρική έξοδο. Η υγρή φάση δε ακολουθεί την διαμόρφωση των τοιχωμάτων και εν συνεχεία εξέρχεται από την πλαϊνή έξοδο ορθογωνικής διατομής. Στα Σχήματα (5.6 και 5.7) που ακολουθούν παρουσιάζονται οι δύο διαχωριστές που χρησιμοποιήθηκαν με τις διαστάσεις τους .

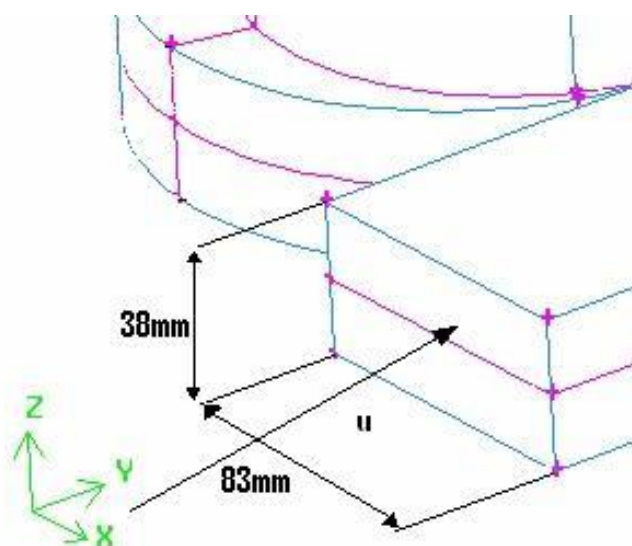
5.3 Στοιχεία εγκατάστασης

1. Δοκίμιο: Δίνονται Διαστάσεις στο σχήμα 5.7 και 5.18 σελίδες 67 και 74.
2. Σωλήνα τετράγωνη 2m (μήκος) διαστάσεις 38 x 83 mm.
3. Αντλία νερού.
4. Συμπιεστής αέρα.
5. Ροόμετρα Kytola Φινλανδικό για το νερό 2 στην είσοδο του διαχωριστή κλίμακας το 1^ο 5 έως 22 m³/h και το 2^ο 1 έως 3,6 m³/h.
6. Ροόμετρα Kytola Φινλανδικό για τον αέρα 3 στην είσοδο του διαχωριστή κλίμακας το 1^ο 1 έως 14 lt/min το 2^ο 10 έως 150 lt/min και το 3^ο 0 έως 600 mbar.
7. Ροόμετρα Kytola Φινλανδικό για τον αέρα 3 στην έξοδο του διαχωριστή κλίμακας το 1^ο 0,1 έως 1,3 lt/min το 2^ο 1 έως 14 lt/min και το 3^ο 10 έως 150 lt/min.

Επιλογή αντλίας

Χειρότερη περίπτωση για την αντλία να έχει 100% νερό στο A (διατομή)

Η A (διατομή) ισούται με την βάση x το ύψος της εισόδου του διαχωριστή σχήμα 5.6



Σχήμα 5.6

$$A = (38 \times 10^{-3}) \times 83 (10^{-3}) \text{ m}^2$$

$$\rho_{\text{νερού}} = 998,2 \text{ kg/m}^3$$

$$u = 5 \text{ m/sec}$$

$$\text{Παροχή}_{\text{νερού}} = M_v = \rho \times u \times A = 998,2 \text{ kg/m}^3 \times 5 \text{ m/sec} \times 38 \times 83 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \Rightarrow$$

$$\text{Παροχή}_{\text{νερού}} = 15,7 \text{ kgr/sec} = M_v$$

$$1 \text{ sec} = 1/3600 \text{ hr}$$

$$1 \text{ m}^3 = 998,2 \text{ kg} \text{ } \ominus \text{ } 1 \text{ kg} = 1/998,2 \text{ m}^3$$

$$M_v = 15,7 \times [(1/998) \text{ m}^3 / (1/3600) \text{ hr}] = 56,6 \text{ m}^3/\text{hr}$$

Επιλέγω την αντλία Pentax μοντέλο CS300M, 3 ίππους μοτέρ και αποδίδει 60 m³/hr

Επιλογή αεροσυμπιεστή

Χειρότερη περίπτωση για τον αεροσυμπιεστή να έχει 100% αέρα στο A (διατομή) με

$$\rho_{\text{αέρα}} = 1,225 \text{ kg/m}^3$$

$$u = 5 \text{ m/sec}$$

$$M_a = \rho \times u \times A = 1,225 \text{ kg/m}^3 \times 5 \text{ m/sec} \times 38 \times 83 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \Rightarrow$$

$$M_a = 0,01931 \text{ kgr/sec}$$

$$1 \text{ kg}_{\text{αέρα}} = 1,225 \text{ m}^3 = 1.225 \times 1000 \text{ lt} \text{ } \ominus \text{ } 1 \text{ lt}_{\text{αέρα}} = 1 / (1000 \times 1,225) \text{ kg}$$

$$M_a = 0,01931 \times 1000 \times 1,225 \times 60 = 1416 \text{ lt/min}$$

Επιλέγω τον αεροσυμπιεστή Genesis μοντέλο Abac, 11 KW, 15 ίππους και αποδίδει 1450 lt/min.

5.4 Σχεδίαση φυγοκεντρικού διαχωριστή με το πρόγραμμα AutoCAD Architecture 2008 3D

Το Autocad Architecture 2008 3D είναι ένα σχεδιαστικό πρόγραμμα το οποίο βοηθάει στο να δούμε την πειραματική μας διάταξη πως θα είναι σε 3D μορφή με σιαστάσεις σχήμα 5.7, και πως θα ταξινομηθούν στο χώρο ο διαχωριστής οι δεξαμενές και τα υπόλοιπα μέρη της διάταξης σχήμα 5.9. Το AutoCAD είναι το πιο διαδεδομένο πρόγραμμα CAD σε παγκόσμιο επίπεδο. Με νέα εργαλεία και δυνατότητες για σχεδιασμό σε δύο ή τρεις διαστάσεις και ακόμα πιο εύκολο φωτορεαλισμό αλλά πάντα συμβατό με παλαιότερες εκδόσεις βοηθάει ακόμη περισσότερο τον χρήστη στην διεκπεραίωση της δουλειάς του.

Με το AutoCAD η αξία των παραγόμενων σχεδίων μεγιστοποιείται. Η επεξεργασία, η διαμόρφωση, η κοινοποίηση των σχεδίων γίνεται πλέον σε πραγματικό χρόνο εύκολα, γρήγορα και πάντα με τη γνωστή ακρίβεια του AutoCAD. Μέσα από το Internet ή κάποιο τοπικό δίκτυο ολόκληρη η ομάδα μελέτης μοιράζεται τις εργασίες, επιταχύνοντας έτσι την ολοκλήρωση του έργου.

Τα αρχικά CAD σημαίνουν Computer Aided Design που σημαίνει ολοκληρωμένη σχεδίαση με υπολογιστή και αφορά μια κατηγορία σχεδιαστικών προγραμμάτων για αρχιτεκτονική, μηχανολογική, και ηλεκτρολογική σχεδίαση. Σε αυτή την κατηγορία προγραμμάτων ανήκουν διάφορα προγράμματα όπως π.χ. το AutoCAD, το CADware, το TurboCAD, το ArchiCAD κλπ. Μερικά από αυτά λειτουργούν όχι αυτόνομα αλλά μέσα από άλλα, με πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα το CADware, το οποίο λειτουργεί μέσα από το περιβάλλον του προγράμματος AutoCAD. Το πρόγραμμα AutoCAD θεωρείται το κορυφαίο στο είδος του και πολύ συχνά είναι η βάση πριν περάσει κάποιος σε άλλα πιο εξειδικευμένα σχεδιαστικά προγράμματα.

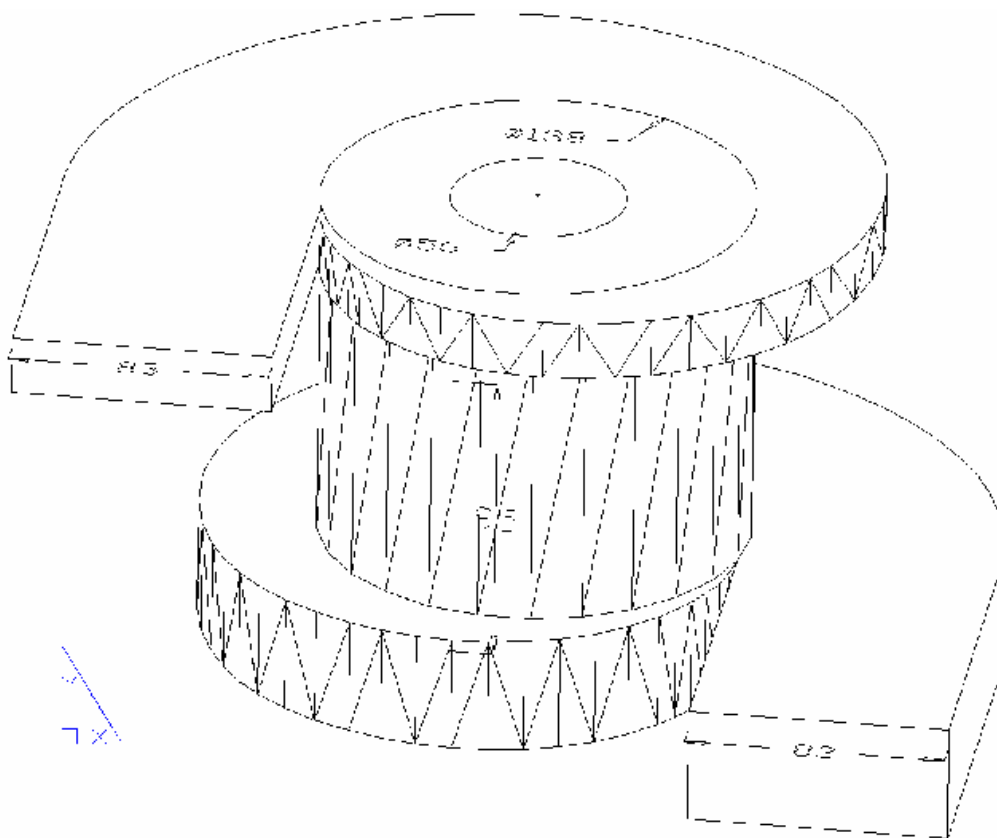
Σχολαστικά σχεδιασμένο, έχοντας πάντα υπόψη τον σχεδιαστή, το AutoCAD 2008 ωθεί την καθημερινή σχεδίαση μπροστά, με χαρακτηριστικά που αυξάνουν την ταχύτητα και την ακρίβεια ενώ παράλληλα εξοικονομούν χρόνο.

Η δυνατότητα καθορισμού κλίμακας στα κείμενα και ο προσδιορισμός διαφορετικών ιδιοτήτων στα layers για κάθε viewport σχήμα 5.8, δίνουν άμεσα λύση σε προβλήματα που χρειαζόταν να αντιμετωπιστούν με έμμεσο τρόπο. Οι βελτιώσεις στη γραφή κειμένων και πινάκων, αλλά και οι χρήση πολλαπλών δεικτών, βοηθάνε

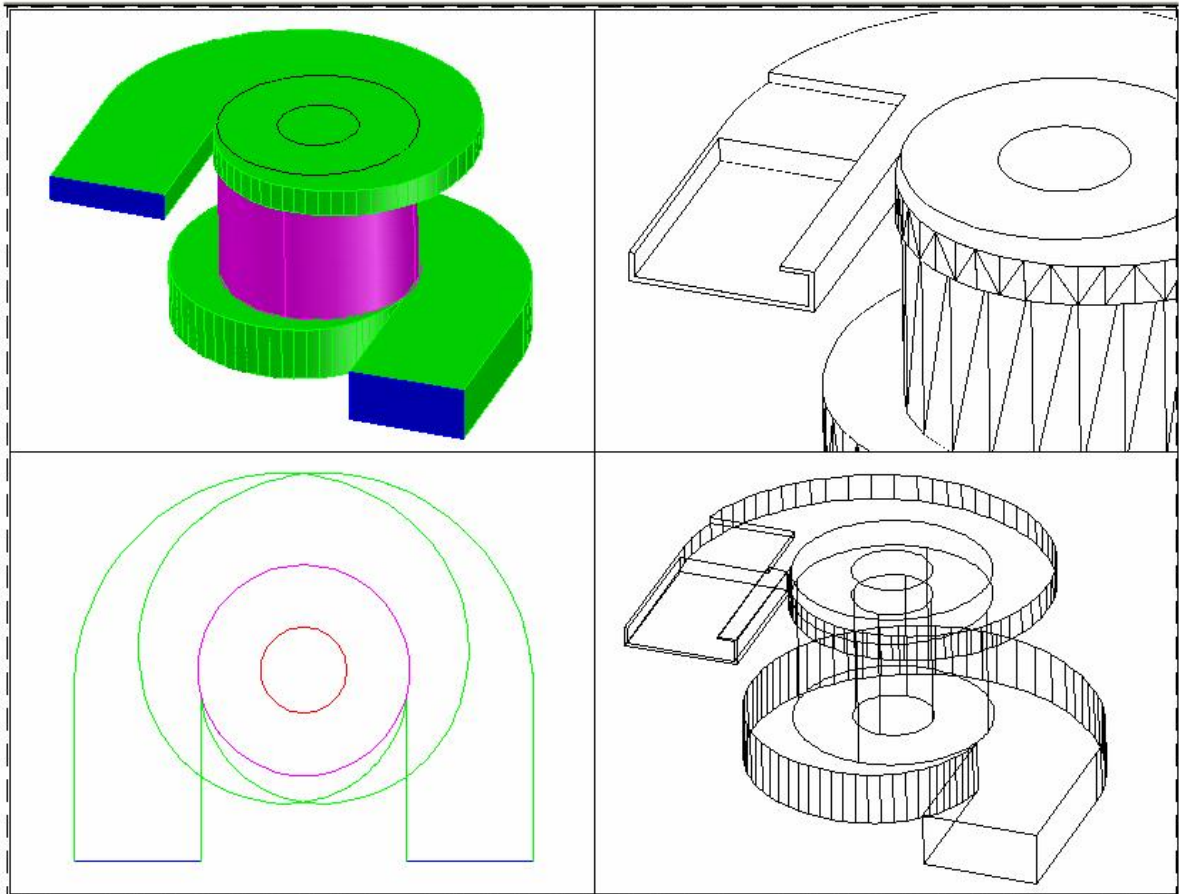
να δοθεί ένα άνευ προηγουμένου επίπεδο αισθητικής ακρίβειας και επαγγελματισμού.

Πάντα καινοτόμα, τα υπάρχοντα εργαλεία του AutoCAD για την μελέτη, τη σχεδίαση και την παρουσίαση της δουλειάς σας, σε συνδυασμό με το νέο σετ εργαλείων, δίνουν ουσιαστικά άμεση παραγωγικότητα, κάνοντας αποδοτικότερη την καθημερινή σας εργασία.

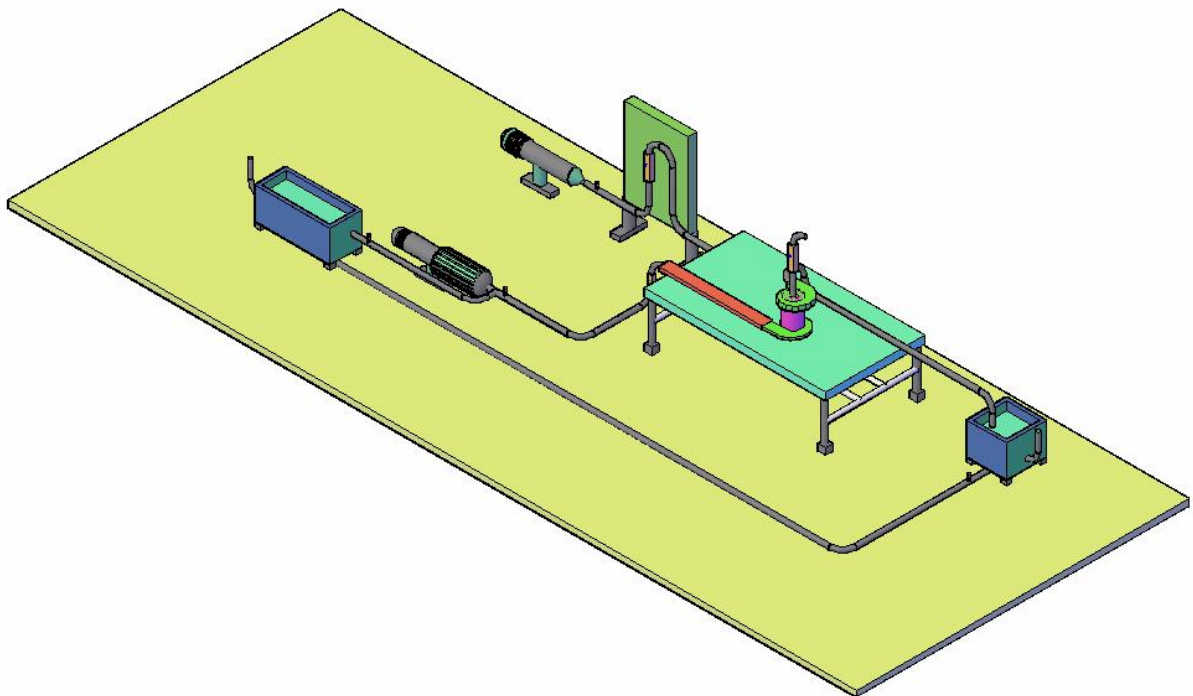
Το AutoCAD Architecture παρέχει ομαλή συνεργασία, ευέλικτα εφαρμοζόμενες επιλογές και άμεση παραγωγικότητα για τους αρχιτέκτονες που είναι εξοικειωμένοι με το AutoCAD. Το δημοφιλέστερο είδος σχεδίων DWG επιτρέπει την εύκολη συνεργασία μεταξύ των μηχανικών και όλων των επαγγελματιών που ασχολούνται με τη σχεδίαση. Εξυπνα εργαλεία κάνουν πιο παραγωγική την εργασία και οι ολοκληρωμένες δυνατότητες φωτορεαλισμού δίνουν ζωή στην παρουσίαση της δουλειάς σας προς τους πελάτες σας.



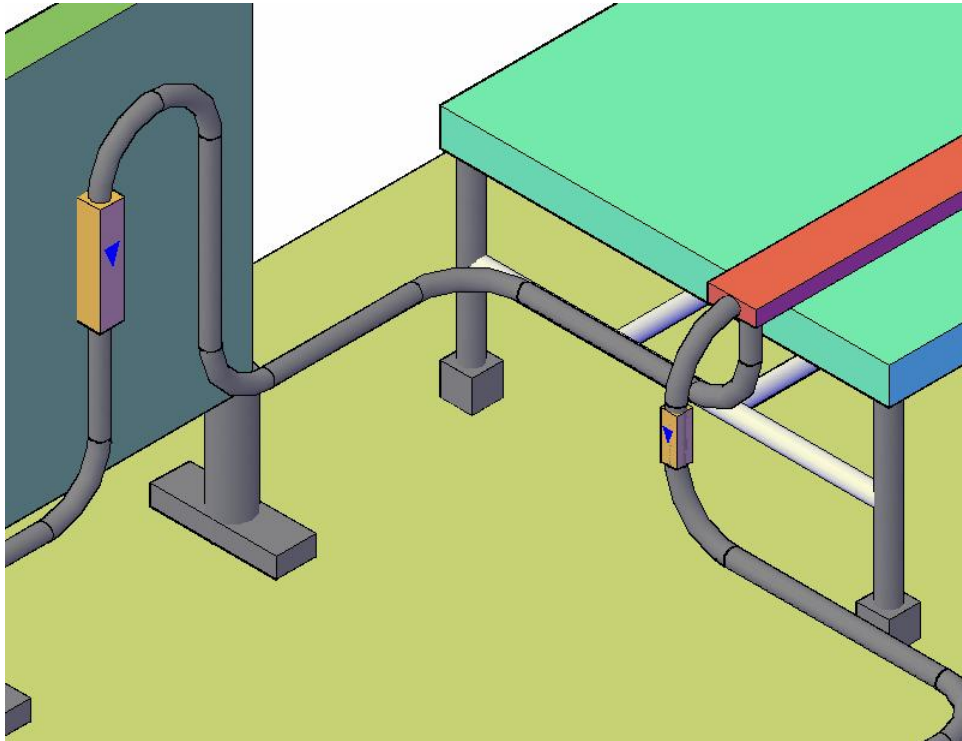
Σχήμα 5.7 Διαστάσεις διαχωριστή στο AutoCad



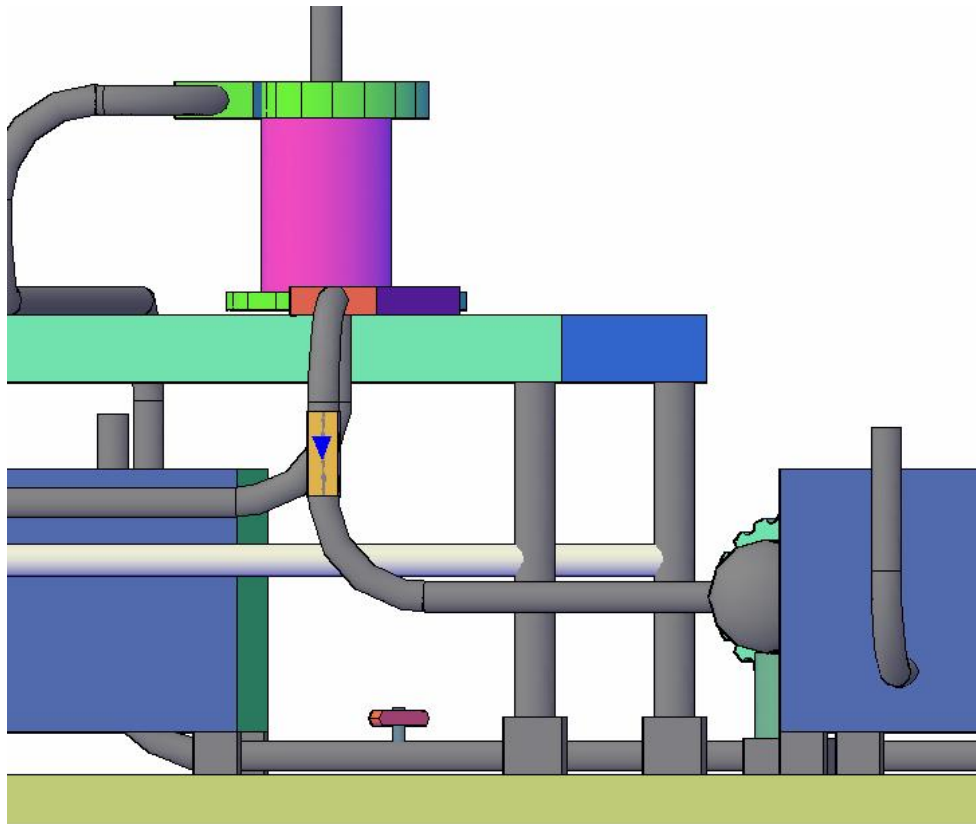
Σχήμα 5.8 Layout και 4 Viewports



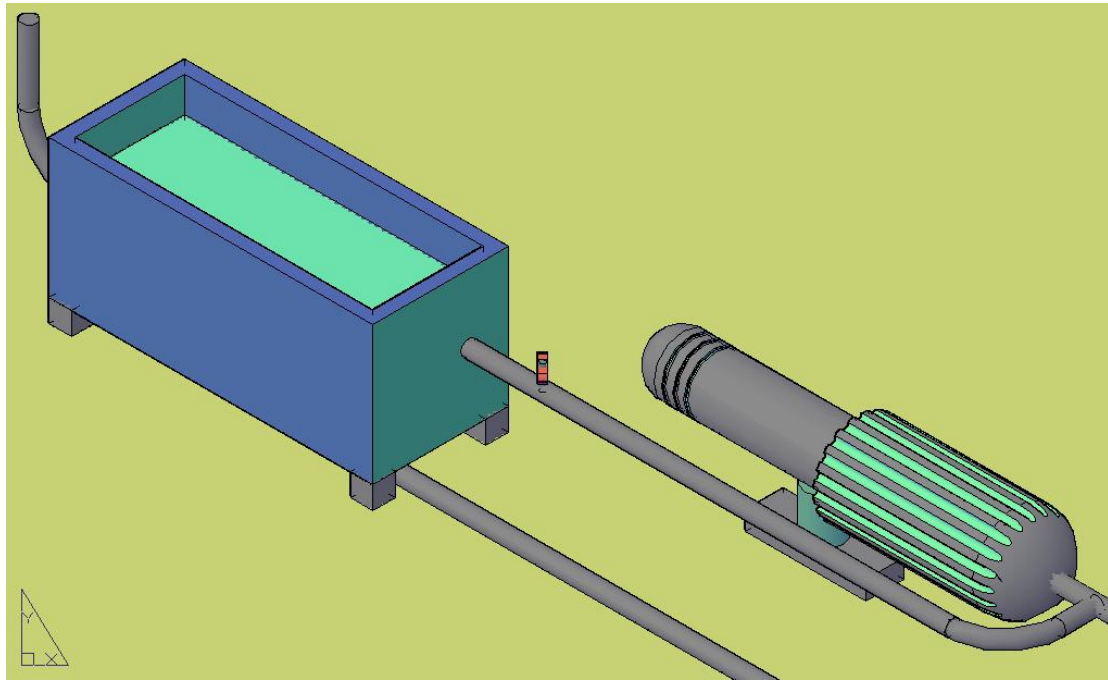
Σχήμα 5.9 3D View



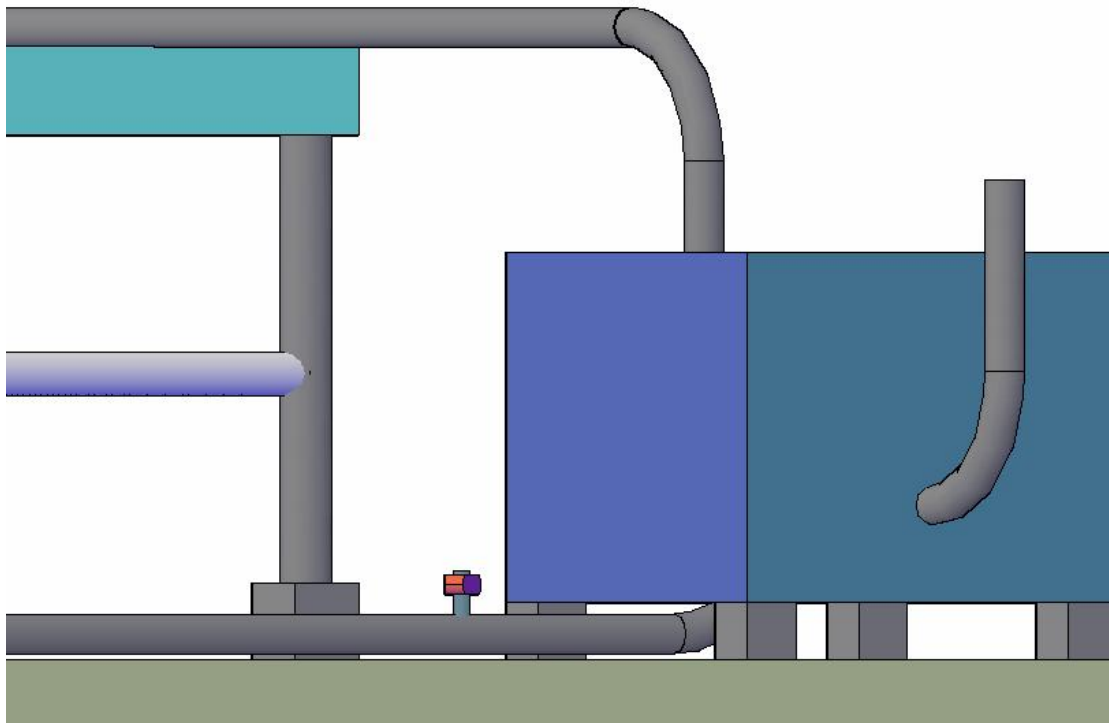
Σχήμα 5.10 Ροόμετρα αέρα και νερού



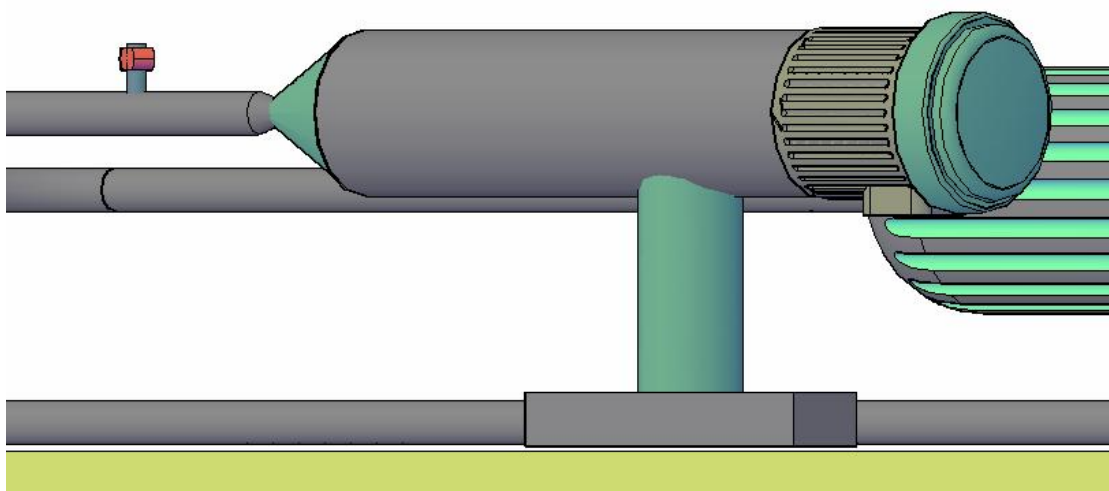
Σχήμα 5.11 Τοποθέτηση σωληνώσεων και ροόμετρο από την αντλία νερού προς τον διαχωριστή



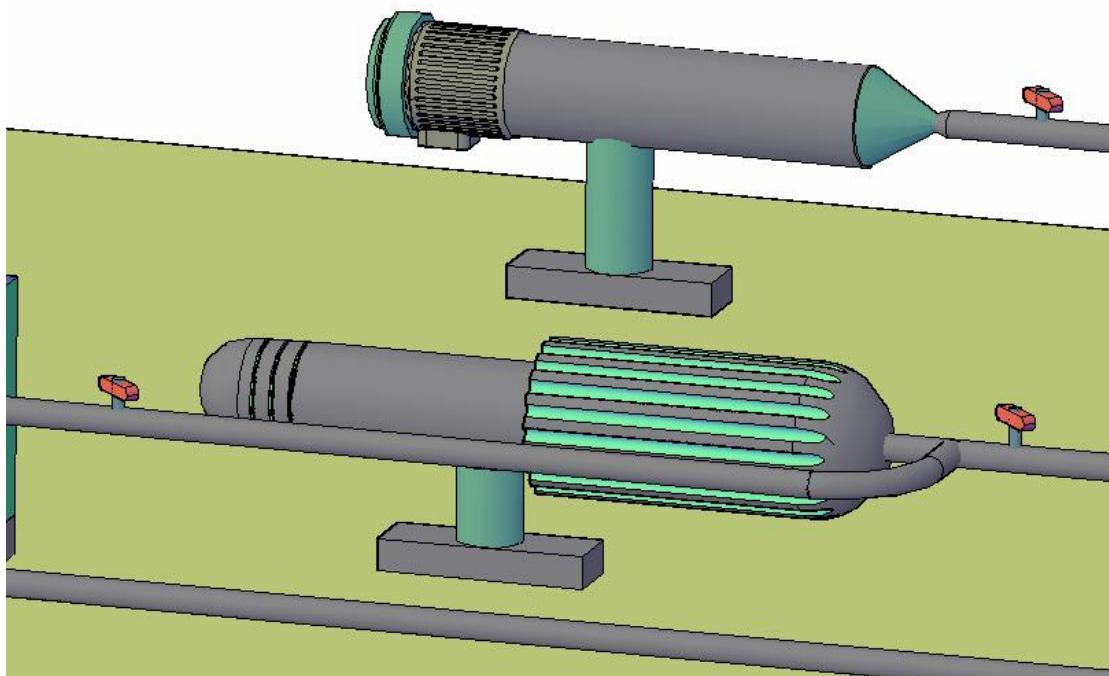
Σχήμα 5.12 Δεξαμενή νερού και αντλία νερού



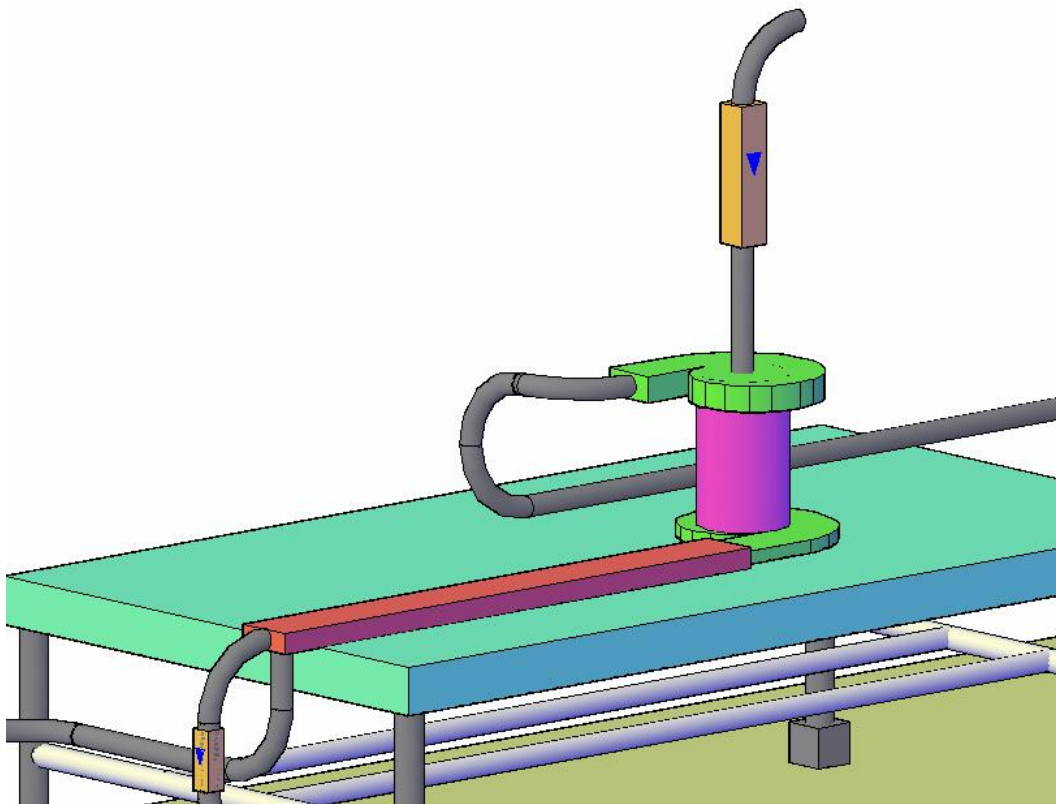
Σχήμα 5.13 Δεξαμενή νερού μετά τον διαχωριστή



Σχήμα 5.14 Αεροσυμπιεστής



Σχήμα 5.15 Αντλία νερού και αεροσυμπιεστής



Σχήμα 5.16 Τραπέζι στερέωσης διαχωριστή και ροόμετρο αέρα

5.5 Σχεδίαση φυγοκεντρικού διαχωριστή με το πρόγραμμα Gambit

Εισαγωγή στο σχεδιαστικό πακέτο Gambit

Το σχεδιαστικό πακέτο Gambit, είναι ένα λογισμικό, κατασκευής δικτυώματος (GRID) το οποίο είναι το πρώτο στάδιο για την επίλυση των ροϊκών εξισώσεων (Navier Stokes) στο χώρο με την μέθοδο των πεπερασμένων διαφορών (αριθμητική μέθοδος).

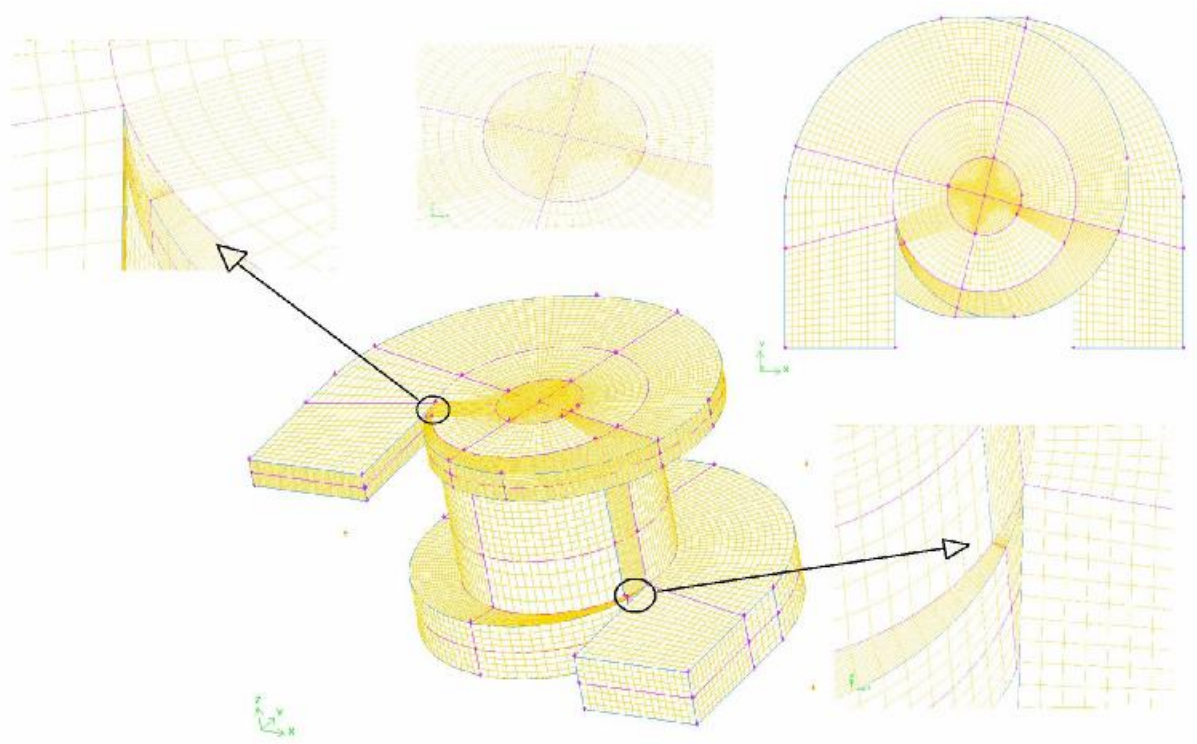
Στο Gambit ο σχεδιαστής όπου θέλει να προσομοιώσει ένα μοντέλο για ένα φαινόμενο, μπορεί να σχεδιάσει το μοντέλο, να κατασκευάσει το πλέγμα του ώστε στη συνέχεια να είναι σε θέση να επιλύσει φαινόμενα ροής ρευστών, μεταφοράς θερμότητας και άλλες επιστημονικές εφαρμογές.

Οι βασικές λειτουργίες (*operations*) του προγράμματος είναι οι εξής :

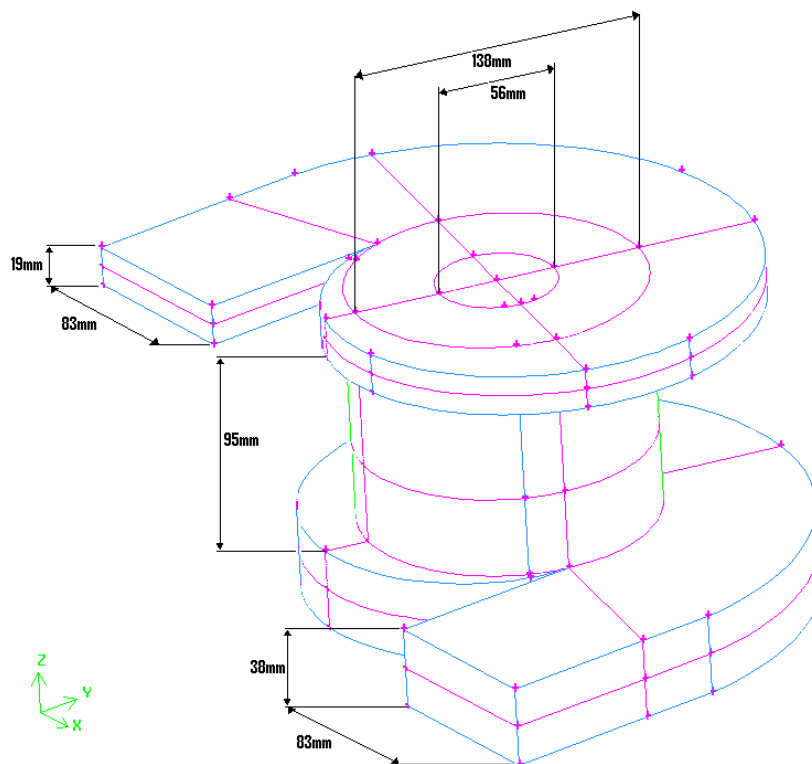
- Εντολές που αφορούν τη γεωμετρία (*Geometry command button*)
- Εντολές που αφορούν το πλέγμα (*Mesh command button*)
- Εντολές που αφορούν τις οριακές συνθήκες (*Zone command button*)

Στο παρακάτω σχήμα 5.17 φαίνεται ο φυγοκεντρικός διαχωριστής κατασκευασμένος από το πρόγραμμα Gambit σε διάφορες όψεις. Το σχήμα μας δείχνει κάποιες ακμές του φυγοκεντρικού διαχωριστή και μας φανερώνει πως το περιβάλλον του δεν διαφέρει και πολύ από αυτό του Autocad Architecture 2008 3D.

Το σχήμα 5.18 μας δείχνει όλες τις διαστάσεις που χρειάζονται για να κατασκευαστεί ο φυγοκεντρικός διαχωριστής από το πρόγραμμα Gambit.



Σχήμα 5.17 Διαχωριστής κατασκευασμένος από το πρόγραμμα Gambit σε διάφορες όψεις



Σχήμα 5.18 Διαχωριστής κατασκευασμένος στο Gambit με τις διαστάσεις

5.6 Επίλυση φυγοκεντρικού διαχωριστή με το πρόγραμμα *Fluent*

Εισαγωγή στο υπολογιστικό πακέτο *Fluent*

Το υπολογιστικό πακέτο *Fluent*, είναι ένα λογισμικό, επίλυσης εξισώσεων κίνησης (Navier Stokes) με βάση το δικτύωμα (GRID) που δομήθηκε με το *Gambit*, στο οποίο χρησιμοποιεί αριθμητικές μεθόδους για την επίλυση φαινομένων μετάδοσης θερμότητας, ροής και στερεοποίησης ή τήξης. Η χρήση του λογισμικού απαιτεί την ύπαρξη ενός σχεδιαστικού πακέτου, εν προκειμένω το *Gambit*, από το οποίο κατασκευάζεται το γεωμετρικό μοντέλο και το υπολογιστικό πλέγμα τα οποία στην συνέχεια εισάγονται σαν δεδομένα στο *Fluent* και γίνονται οι απαραίτητοι υπολογισμοί. Το υπολογιστικό πακέτο *Fluent*, μπορεί να επιλύσει φαινόμενα τα οποία εξελίσσονται σε 2 ή 3 διαστάσεις.

Οι βασικές λειτουργίες (operations) του προγράμματος είναι οι εξής :

- Εντολές που αφορούν την εισαγωγή του αρχείου από το σχεδιαστικό στο υπολογιστικό πακέτο.
- Εντολές που αφορούν το υπολογιστικό πλέγμα το οποίο κατασκευάστηκε στο σχεδιαστικό πακέτο και πλέον χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό χαρακτηριστικών μεγεθών..
- Εντολές που αφορούν την αριθμητική επίλυση του προβλήματος και επίσης γίνεται ο προσδιορισμός του χρονικού και χωρικού βήματος κάτω από το οποίο θα πραγματοποιηθεί η επαναληπτική διαδικασία για τη σύγκλιση της λύσης.
- Εντολές που αφορούν την απεικόνιση των αποτελεσμάτων σε περιβάλλον με γραφικά καθώς και επίσης απεικόνιση των αποτελεσμάτων σε γραφικές παραστάσεις.

Το λογισμικό FLUENT επιτρέπει την εκτέλεση υπολογισμών της υπολογιστικής ρευστοδυναμικής (Computational Fluid Dynamics-CFD). Με την τεχνολογία αυτή είναι εφικτή η μελέτη ρευστοδυναμικής με την ανάπτυξη ενός υπολογιστικού μοντέλου το οποίο αναπαριστά ένα σύστημα ή μία συσκευή. Το CFD είναι μία σύνθετη τεχνική ανάλυσης η οποία χρησιμεύει στην πρόβλεψη της συμπεριφοράς της ροής και της μεταφοράς θερμότητας και μάζας (όπως στην περίπτωση της ύγρυνσης και της διάλυσης), καθώς και στην προσομοίωση διεργασιών αλλαγής φάσεως (όπως στις περιπτώσεις της ψύξης και του βρασμού), χημικής αντίδρασης (όπως στην καύση), μηχανικής κίνησης (όπως στην κίνηση πτερυγίων), και παραμόρφωσης σχετικών στερεών δομών (όπως στην κάμψη ελατών στερεών στον άνεμο).

Fluent

Ο κώδικας Fluent αποτελεί συνέχεια του CFD κώδικα Rampant, ο οποίος ήταν στην αρχική μορφή ένας καρτεσιανός command line κώδικας. Ο συγκεκριμένος κώδικας συγκεντρώνει τα παρακάτω στοιχεία για την επίλυση ροών και φαινομένων μεταφοράς.

Προεπεξεργαστής Γεωμετρίας

Η γεωμετρία δημιουργείται από ξεχωριστό κώδικα από τον επιλυτή που παρέχεται στο συνολικό πακέτο αγοράς, και λειτουργεί ανεξάρτητα από τον επιλυτή, παράγοντας πλέγματα και άλλους solver. Υπάρχει δυνατότητα χρήσης και επικουρικού πακέτου δημιουργίας πλέγματος για ειδικές όμως περιπτώσεις. Η χρήση του βασικού προεπεξεργαστή απαιτεί αρκετή καλή γνώση σχεδιαστικών εργαλείων – προγραμμάτων

Είσοδο γεωμετρίας από εξωτερικό πρόγραμμα σχεδίασης

Υπάρχει δυνατότητα εισόδου του κελύφους της γεωμετρίας από το AutoCAD με αρχεία τύπου IGES και DXF, δέχεται και πλεγματοποιημένη δομημένη γεωμετρία (τετράπλευρων ή εξάπλευρων) από εξωτερικά πρόγραμμα που παράγουν πλέγματα.

Πλεγματοποίηση

Η πλεγματοποίηση που γίνεται από τον εσωτερικό προεπεξεργαστή γίνεται σε γραφικό περιβάλλον (τύπου CAD) και παρέχεται η δυνατότητα κατασκευής δομημένων και μη υβριδικών ή μη πλεγμάτων χρησιμοποιώντας τετραγωνικά, τετράπλευρα και τριγωνικά κελιά (2D) και εξάπλευρα, πρισματικά και τετράεδρα κελιά (3D), με μεγάλη ποικιλία αλγόριθμων τοποθέτησης των εσωτερικών κόμβων μέσα σε μια γεωμετρία.

Επιλυτής

Ο solver μπορεί να επιλύσει εξισώσεις κίνησης, ενέργειας, τύρβης και χημικές αντιδράσεις. Υπάρχει η δυνατότητα επιλογής προκαθορισμένων μοντέλων όταν ενεργοποιούνται οι εξισώσεις ενέργειας και τύρβης. Για την εξίσωση ενέργειας ενεργοποιείται μοντέλο ακτινοβολίας (P1, 6 fluxes, DTR-M), ενώ για την τύρβη μπορούν να επιλεγούν τα μοντέλα k-ε, k-ω, sst, Les, Reynolds Strees, 1-eqns model και παραλλαγές του k-ε και k-ω (RNG, TKE). Η ενεργοποίηση της χημείας προσφέρει την δυνατότητα χρησιμοποίησης του πακέτου Chemkin. Παράλληλα ενσωματώνονται και όλα τα μοντέλα κινητικών αντιδράσεων τύπου finite rate, καθώς και τα μοντέλα flamelet και PDF, instant flame. Υπάρχει και η δυνατότητα ενεργοποίησης του μοντέλου διακριτής φάσης με παράλληλη ενεργοποίηση υπομοντέλων μεταφοράς μάζας και ενέργειας μεταξύ διακριτής και συνεχούς φάσης.

Οι φυσικές ιδιότητες επιλέγονται από εσωτερική βάση δεδομένων ή δίνονται από τον χρήστη. Κατά την εκτέλεση του κώδικα υπάρχει δυνατότητα ελέγχου των φυσικών ιδιοτήτων και η ανανέωση των τιμών από την εσωτερική βάση δεδομένων ή από δεδομένες πολυβάθμιες συναρτήσεις ως προς ένα έως και 4 βαθμωτά μεγέθη.

Επίσης, υπάρχει και η δυνατότητα χρήσης εξωτερικών συναρτήσεων υπάρχει δυνατότητα επιλογής του αλγόριθμου επίλυσης (segregated ή coupled) καθώς είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν οι αλγόριθμοι Simple, Simplec, Piso. Για διακριτοποίηση μπορεί να χρησιμοποιηθούν μέχρι και τρίτης τάξεως σχήματα (ανάντη, κεντρικές διαφορές, υβριδικό, ανάντη 2ας τάξεως, quick).

Ο solver του κώδικα μπορεί να επιλύσει ροές παράλληλα με βάση το mpi, σε υπολογιστές που λειτουργούν κάτω ίδια πλατφόρμα (λειτουργικό σύστημα) αλλά χωρίς να υπάρχει περιορισμός σε αυτό. Υποστηρίζει μάλιστα με επιπλέον εργαλεία και μεθόδους την λειτουργία αυτή, αλλά με αυξημένο κόστος.

Εξωτερική προσθήκη πηγαίου κώδικα

Υπάρχει η δυνατότητα χρησιμοποίησης εξωτερικά κώδικα (User Define Functions). Ο πηγαίος κώδικας που δύναται να προστεθεί πρέπει να συνταχθεί σε γλώσσα προγραμματισμού C++.

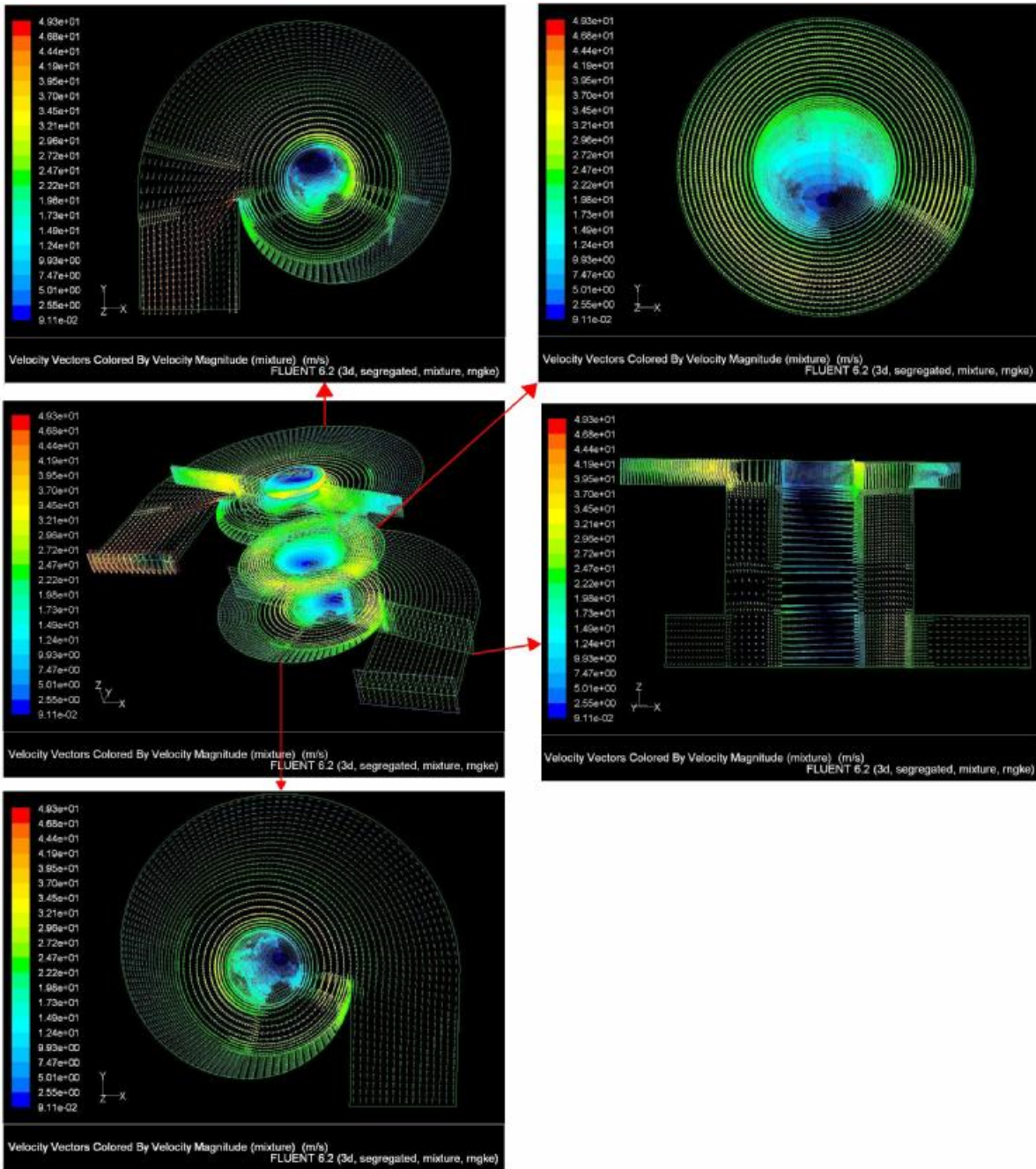
Επεξεργασία αποτελεσμάτων

Η επεξεργασία των αποτελεσμάτων γίνεται τον ίδιο τον κώδικα που συμπεριλαμβάνει την δυνατότητα γραφικής επεξεργασίας των αποτελεσμάτων και παραγωγής γραφικών παραστάσεων. Υπάρχει δυνατότητα εξόδου των αποτελεσμάτων σχεδόν στα περισσότερα γνωστά εξωτερικά πακέτα (προγράμματα) επεξεργασίας γραφικών

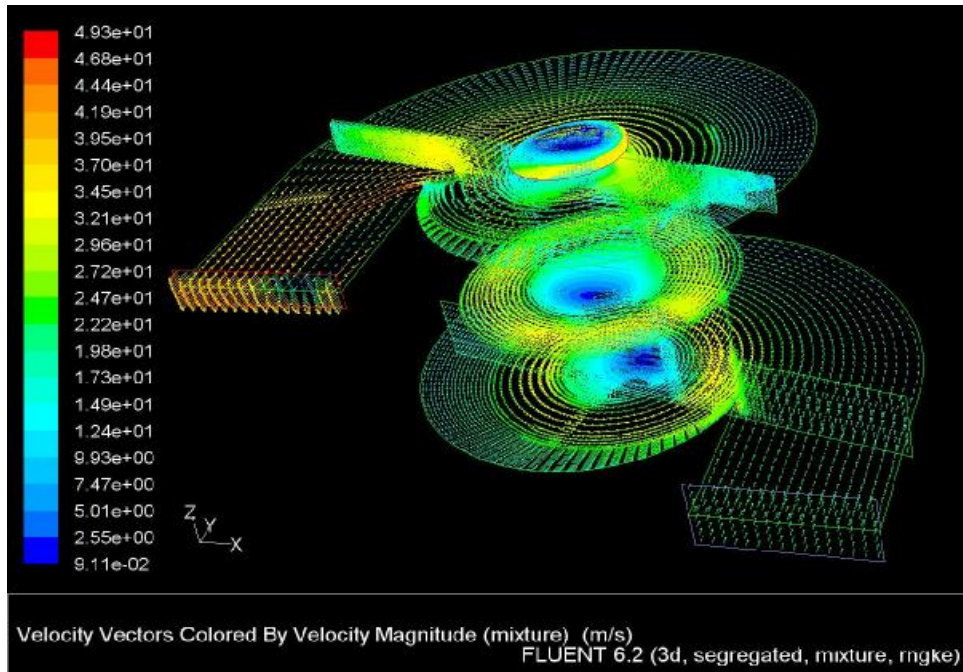
FLUENT Λογισμικό διαμόρφωσης ροής

Οι ευρείες φυσικές ικανότητες διαμόρφωσης FLUENT έχει εφαρμοστεί στις βιομηχανικές εφαρμογές που κυμαίνονται από τη ροή αέρα πέρα από ένα φτερό αεροσκαφών στην καύση σε έναν φούρνο, από τις στήλες φουσαλίδων στην παραγωγή γυαλιού, από τη ροή αίματος στην κατασκευή ημιαγωγών, από καθαρές σχέδιο δωματίων στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας απόβλητου ύδατος. Η δυνατότητα του λογισμικού να διαμορφώσει in-cylinder engines, aero acoustics, turbo machinery, και τα πολυφασικά συστήματα έχουν χρησιμεύσει να διευρύνουν την προσιτότητά του.

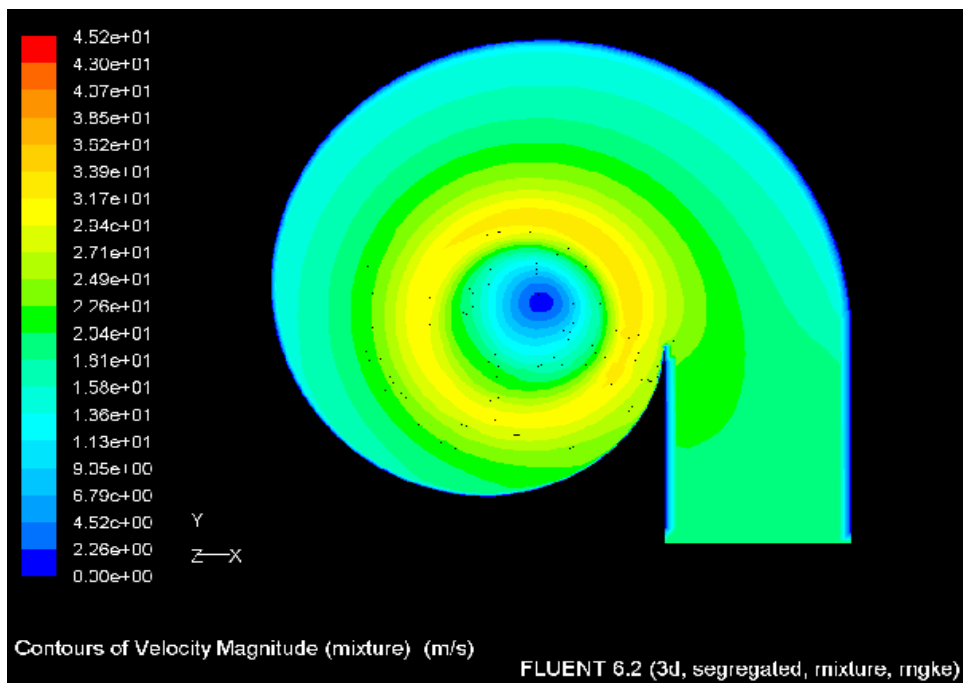
Σήμερα, χιλιάδες επιχειρήσεις ωφελούνται σε όλο τον κόσμο από τη χρήση αυτού του σημαντικού εργαλείου σχεδίου και ανάλυσης εφαρμοσμένης μηχανικής. Η εκτενής σειρά της ικανοτήτων multiphysics το κάνει ένα από τα περιεκτικότερα εργαλεία λογισμικού διαθέσιμα CFD κοινότητα. Με την από μακρού υφιστάμενη φήμη ύπαρξής του φιλικός προς το χρήστη και γερός, FLUENT διευκολύνει τους νέους χρήστες να έρθουνμέχρι την παραγωγική ταχύτητα.



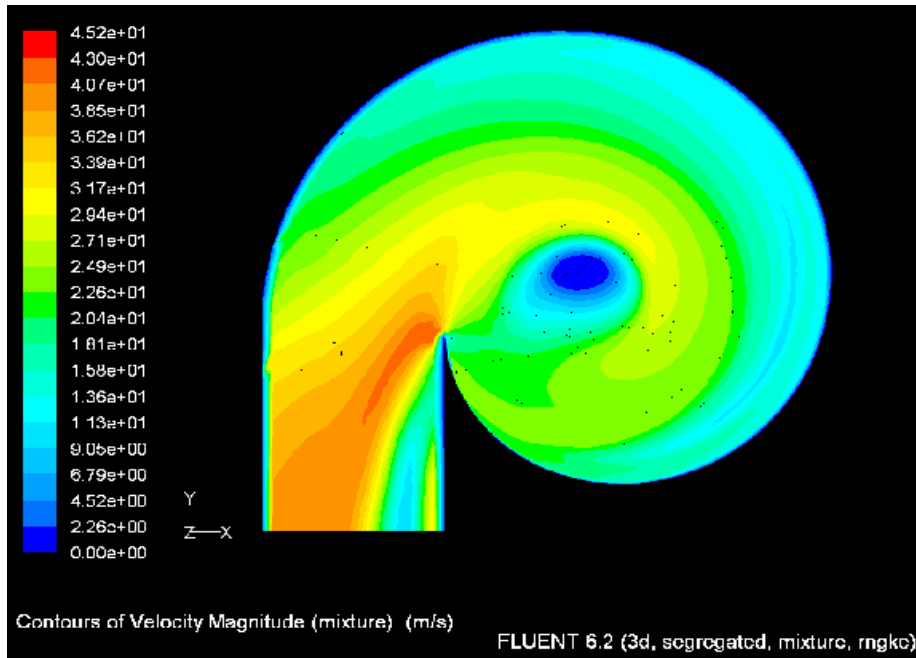
Σχήμα 5.19 Όψεις του φυγοκεντρικού διαχωριστή που φαίνονται τα διανύσματα ταχύτητας που χρωματίζονται από το μέγεθος της ταχύτητας m/s.



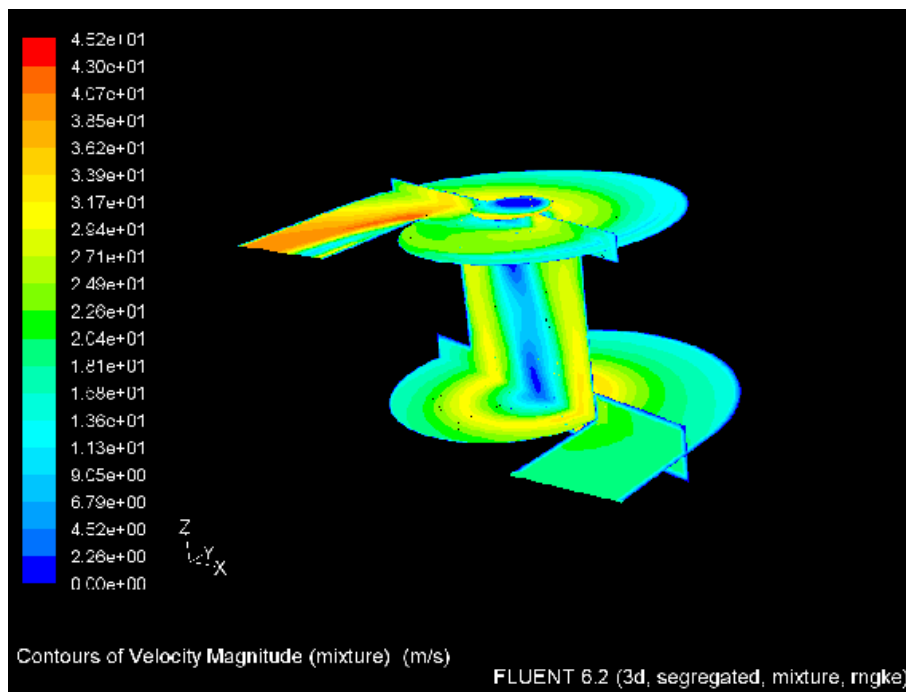
Στο σχήμα 5.20 δίνεται μια πρακτική εικόνα της κίνησης του ρευστού ή των ρευστών.



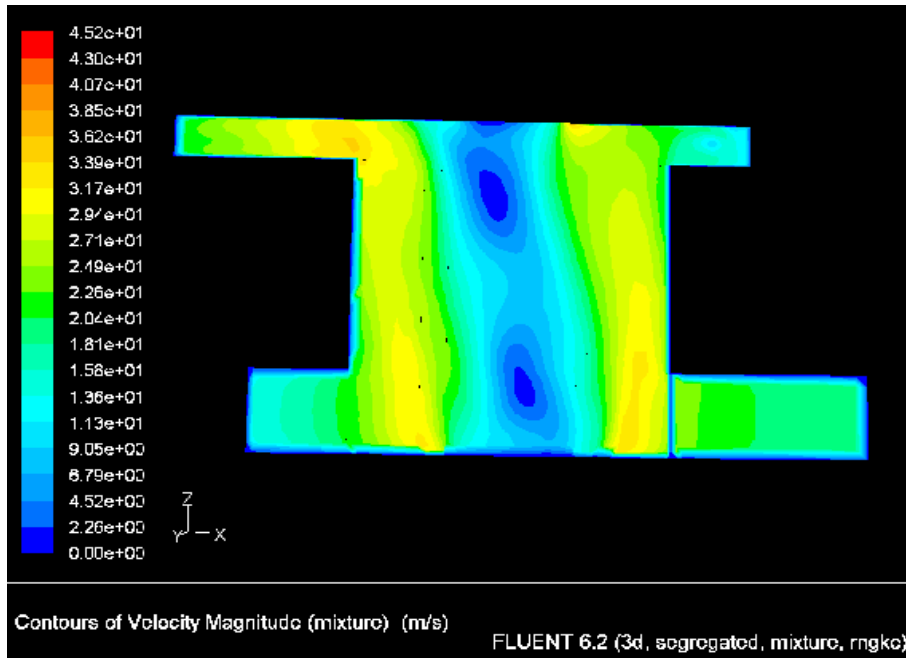
Στο σχήμα 5.21 βλέπουμε το περίγραμμα της ταχύτητας στην είσοδο του διαχωριστή που μας δείχνει πως εισέρχεται με μια μέτρια ταχύτητα, ενώ στο κέντρο το μπλε χρώμα φανερώνει πως δεν έχουμε καθόλου κίνηση αντιθέτως με την πλευρά που είναι πιο κίτρινη.



Στο σχήμα 5.22 βλέπουμε το περίγραμμα της ταχύτητας στην έξοδο του διαχωριστή που μας δείχνει πως εξέρχεται με μια μεγάλη ταχύτητα γιατί το χρώμα γίνεται πιο έντονο κόκκινο και πορτοκαλί, στο κέντρο το μπλε χρώμα φανερώνει πως δεν έχουμε καθόλου κίνηση ενώ γύρω από το κέντρο υπάρχει μέτρια κίνηση.



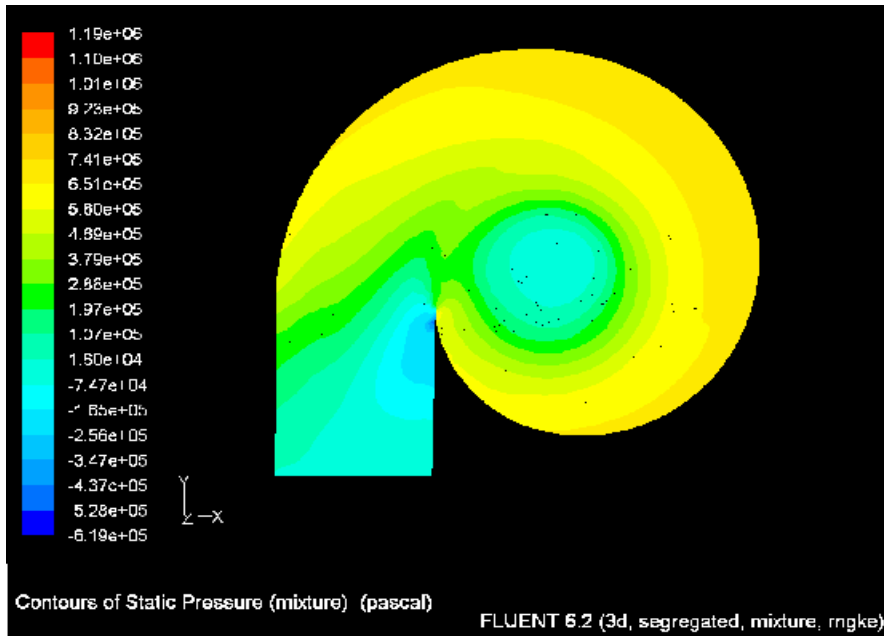
Στο σχήμα 5.23 από μια άλλη 3D όψη φαίνεται ακόμα καλύτερα τι συμβαίνει στον διαχωριστή για το μέγεθος της ταχύτητας.



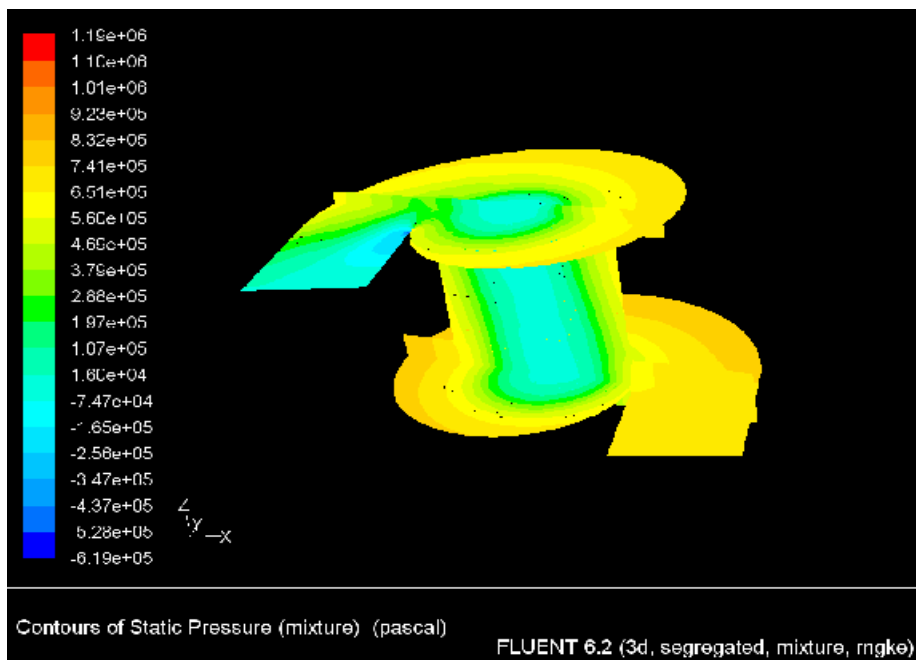
Στο σχήμα 5.24 βλέπουμε μια τομή του φυγοκεντρικού διαχωριστή που μας δείχνει πολύ καλύτερα τι γίνεται, από την στιγμή που μπαίνει το μίγμα μέχρι την στιγμή που θα βγει για το μέγεθος της ταχύτητας.



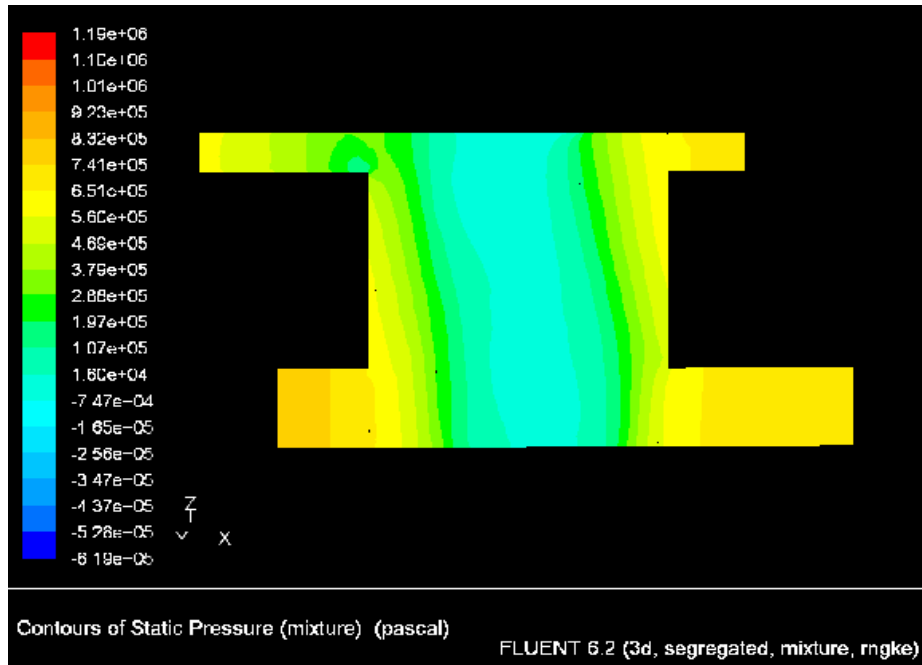
Στο σχήμα 5.25 βλέπουμε το περίγραμμα της στατικής πίεσης στην είσοδο του διαχωριστή που μας δείχνει πως εισέρχεται με αρκετά μεγάλη πίεση (PASCAL) και αυτό φαίνεται από το κίτρινο και πορτοκαλί χρώμα, ενώ στο κέντρο το μπλε χρώμα φανερώνει πως σχεδόν δεν έχουμε καθόλου πίεση.



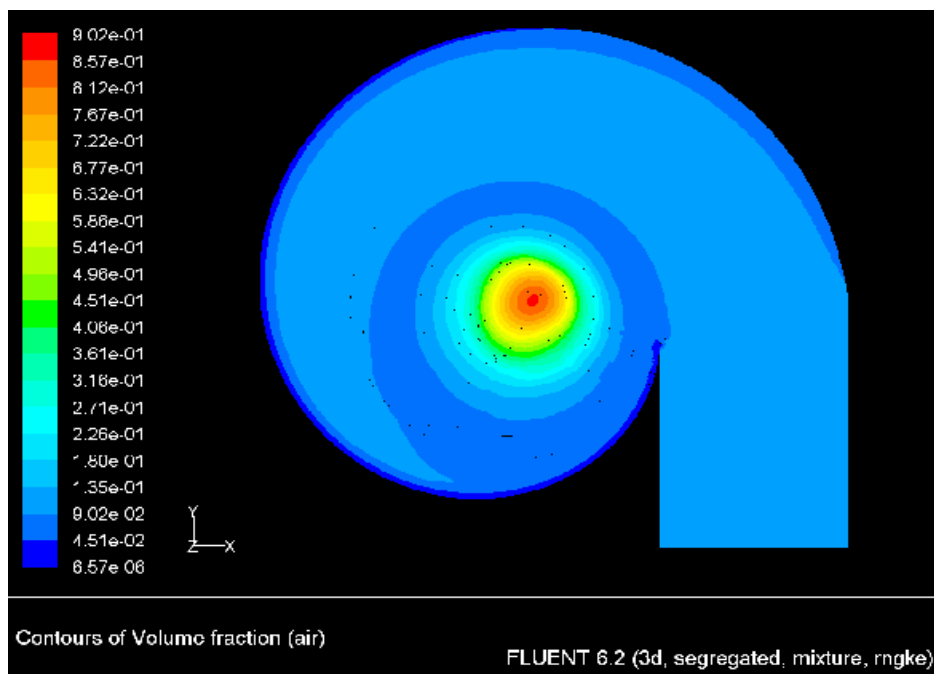
Στο σχήμα 5.26 βλέπουμε το περίγραμμα της στατικής πίεσης στην έξοδο του διαχωριστή που μας δείχνει πως εξέρχεται με ελάχιστη πίεση (PASCAL) και αυτό φαίνεται από το γαλάζιο χρώμα, ενώ στο κέντρο το μπλε χρώμα φανερώνει πως σχεδόν δεν έχουμε καθόλου πίεση, και μόνο την στιγμή πριν φτάσει στην έξοδο βλέπουμε πως η πίεση είναι αυξημένη.



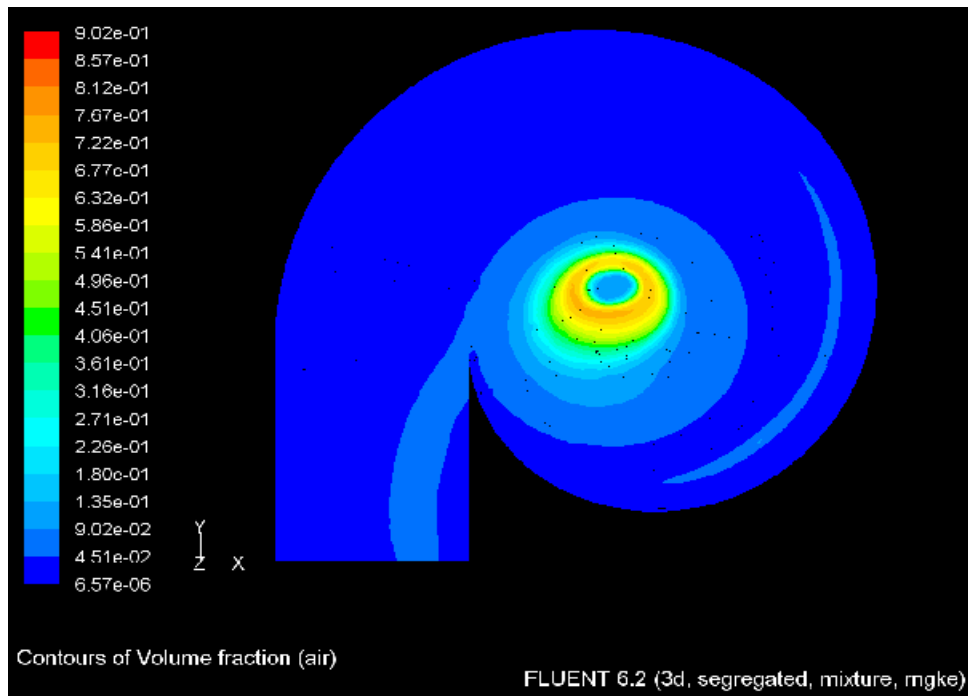
Στο σχήμα 5.27 από μια άλλη 3D όψη φαίνεται ακόμα καλύτερα τι συμβαίνει στον διαχωριστή για το μέγεθος της στατικής πίεσης.



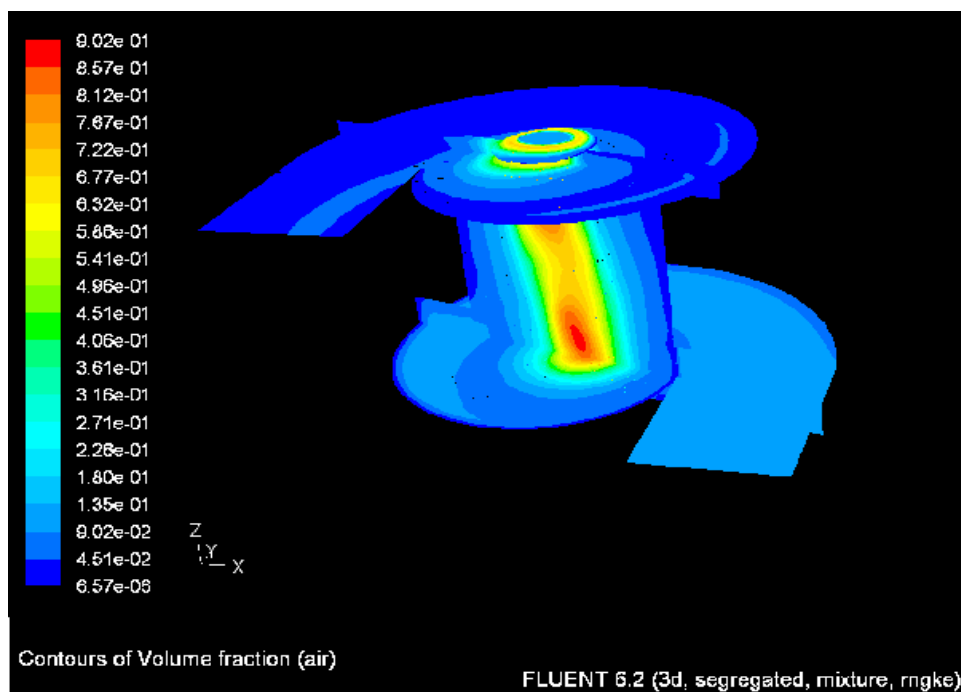
Στο σχήμα 5.28 βλέπουμε μια τομή του φυγοκεντρικού διαχωριστή που μας δείχνει πολύ καλύτερα τι γίνεται, από την στιγμή που μπαίνει το μίγμα μέχρι την στιγμή που θα βγει για το μέγεθος της στατικής πίεσης.



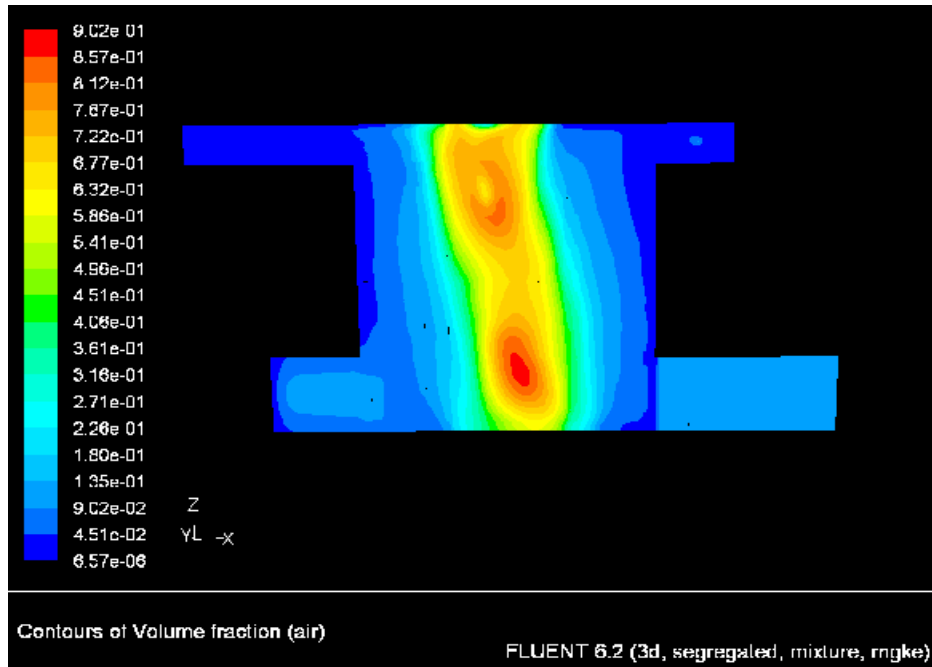
Στο σχήμα 5.29 βλέπουμε το περίγραμμα του αέρα στην είσοδο του διαχωριστή που μας δείχνει πως είναι πολύ μικρό σε σχέση με το κέντρο που το χρώμα γίνεται κόκκινο και αυτό σημαίνει πως έχει αρκετό αέρα.



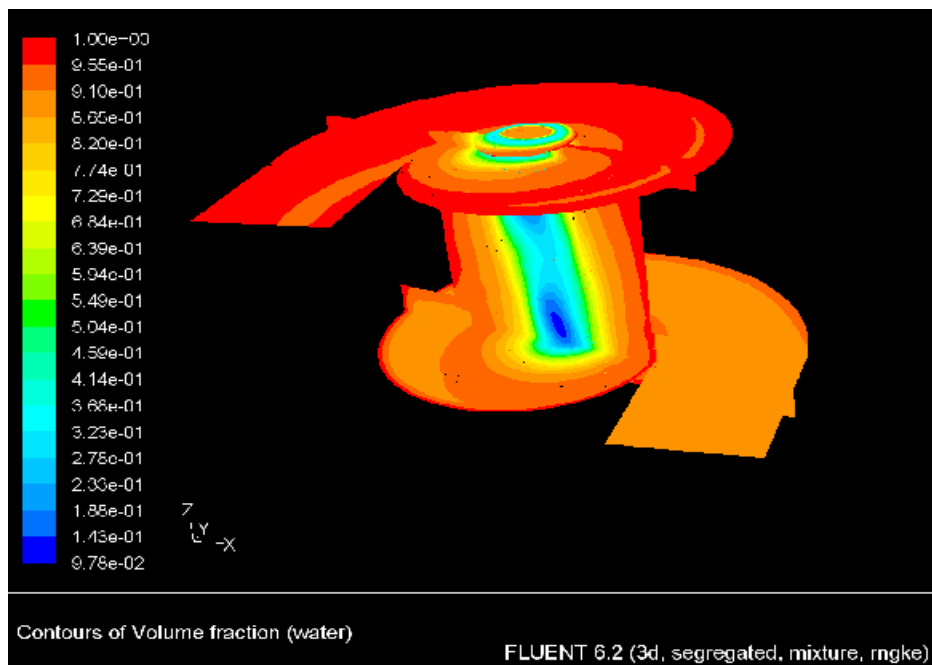
Στο σχήμα 5.30 βλέπουμε το περίγραμμα του αέρα στην έξοδο του διαχωριστή που μας δείχνει πως δεν έχει καθόλου αέρα σε σχέση με γύρω από το κέντρο που το χρώμα γίνεται κίτρινο και αυτό σημαίνει πως έχει αρκετό αέρα.



Στο σχήμα 5.32 από μια άλλη 3D όψη φαίνεται ακόμα καλύτερα τι συμβαίνει στον διαχωριστή με βάση το περίγραμμα του αέρα.



Στο σχήμα 5.31 βλέπουμε μια τομή του φυγοκεντρικού διαχωριστή που μας δείχνει πολύ καλύτερα τι γίνεται, από την στιγμή που μπαίνει το μίγμα μέχρι την στιγμή που θα βγει με βάση το περίγραμμα του αέρα.



Στο σχήμα 5.33 από μια άλλη 3D όψη φαίνεται ακόμα καλύτερα τι συμβαίνει στον διαχωριστή με βάση το περίγραμμα του νερού σε σύγκριση με το περίγραμμα του αέρα.

6

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗ

6.1 Γενικά για το υλικό Plexiglas

Ένα κλασσικό υλικό που υπάρχει εδώ και 70 χρόνια έρχεται τώρα να μας εντυπωσιάσει με μια νέα ποικιλία χρωμάτων, σχεδίων και λειτουργιών. Νέες επιφάνειες που αντέχουν στις καιρικές συνθήκες, φωτεινές, διάφανες, σκληρές, ανάλογα με την ανάγκη σας. Δημιουργήστε, σχεδιάστε, εντυπωσιάστε. Αφήστε απλά την φαντασία σας ελεύθερη.

Παίξτε με τα υλικά, κόψτε τα με διαμάντι, γυαλίστε τα, θερμοδιαμορφώστε τα ή συγκολλήστε τα. Καθοδηγήστε το φως μέσα από τους κόμβους Plexiglas, δώστε τους όπτι σχήματα θέλετε. Απλό ευθύ Plexiglas, σωλήνες, ράβδοι στρογγυλοί και τετράγωνοι, λευκοί, διάφανοι ή χρωματιστοί σας επιτρέπουν να υλοποιήσετε νέες ιδέες και δώσετε δημιουργικές λύσεις

Οι πρώτες ύλες για την παραγωγή των ακρυλικών πλαστικών είναι εστέρες του ακρυλικού οξέως, $\text{CH}_2 = \text{CHCOOH}$, του μεθακρυλικού οξέος, $\text{CH}_2 = \text{C}(\text{CH}_3)\text{COOH}$ και του ακρυλονιτριλίου, $\text{CH}_2 = \text{CHCN}$. Κατά τον πολυμερισμό μάζας του μεθυλο – μεθακρυλικού εστέρα, $\text{CH}_2 = \text{C}(\text{CH}_3) \text{COOCH}_3$ παράγεται το ακρυλικό γυαλί Perspex» ή «Plexiglas» (περσπέξ – πλεξικλάς). Το μόνο υλικό που κολλάει εύκολα και γρήγορα το Plexiglass είναι το υγρό χλωροφόρμιο.

Σχετικές φωτογραφίες σχήμα 6.1



Σχήμα 6.1

Γνωρίστε το plexiglas

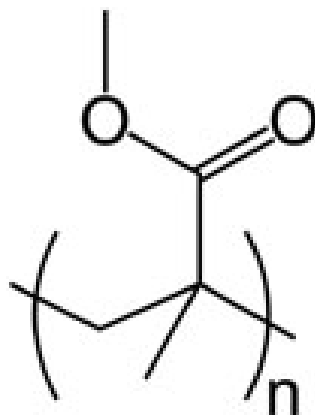
Το plexiglas είναι σχετικά καινούργιο υλικό το οποίο λόγω των χαρακτηριστικών του γίνεται συνεχώς όλο και πιο αγαπητό.

Στη πιο κλασσική, διάφανη του μορφή το plexiglas μεταδίδει περίπου το 98% του φωτός (περισσότερο φως από το γυαλί). Έχει μικρότερη πυκνότητα από το γυαλί (περίπου τη μισή), όμοια με άλλα πλαστικά. Σχήμα 6.2

Όμως είναι αρκετά πιο δυνατό από το γυαλί και γι' αυτό χρησιμοποιείται πολλές φορές σαν ανθεκτικός αντικαταστάτης όταν αυτό απαιτείται (π.χ. σε καράβια).

Λόγω της δύναμης του και τις σταθερότητας που έχει στο περιβάλλον είτε λόγω καιρικών συνθηκών είτε λόγω αυξομείωσης της θερμοκρασίας είναι ένα υλικό που χρησιμοποιείται αρκετά σε εξωτερικές εφαρμογές. Μπορεί να λειτουργήσει καλύτερα σαν θερμομονωτικό σε σχέση με το γυαλί. Δεν γίνεται θρύψαλα όπως γίνεται το γυαλί.

Το plexiglas είναι ένα συνεχώς εξελισσόμενο υλικό που προσφέρει πολυάριθμες δυνατότητες εφαρμογών τόσο από μόνο του όσο και σε συνδυασμό με άλλα υλικά, όπως μέταλλο και ξύλο. Η πιο κλασσική του μορφή είναι το διάφανο το οποίο είναι πιο καθαρό από το συνηθισμένο γυαλί, έχει μεγάλη αντοχή κατά τη χρήση και χαμηλό βάρος στο αντίστοιχο πάχος του κοινού γυαλιού. Διατίθεται σε φύλλα διάφανα και χρωματιστά, ράβδοι τετράγωνοι και στρογγυλοί, σωλήνες και καθρέπτες.



Σχήμα 6.2

Ενδεικτικά το plexiglas έχει τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

- § Είναι θερμομονωτικό
- § Αντέχει σε υψηλές θερμοκρασίες
- § Αντέχει σε δυσμενείς καιρικές συνθήκες
- § Πιο διαφανές από το γυαλί
- § Μεγάλη αντοχή στη χρήση
- § Δεν γίνεται θρύψαλα

Ενδεικτικά χρησιμοποιείται για τη δημιουργία stand προϊόντων σε καταστήματα λιανικής πώλησης, εγκλωβισμό αντικειμένων, δημιουργία καλπών, φωτιστικών, επίπλων και επιτραπέζιες κατασκευές.

Τα stands από plexiglas χρησιμοποιούνται για τη προβολή προϊόντων σε καταστήματα ή για τη τοποθέτηση φυλλαδίων που θέλουν να ξεχωρίζουν. Η αντοχή του υλικού στο χρόνο και η δυνατότητα προσαρμογής του σε χρώμα, μέγεθος και σχήμα το καθιστούν ιδανικό για βιτρίνες και το εσωτερικό καταστημάτων.

Το plexiglas δεν χρειάζεται να χρησιμοποιηθεί απαραίτητα για μικρές κατασκευές. Μπορείτε τώρα και εσείς να δημιουργήσετε ένα έπιπλο από plexiglas με το χρώμα, σχήμα και μέγεθος που θέλετε.

Αν υπάρχει κάποιο αντικείμενο το οποίο θέλετε να προστατέψετε/προβάλετε ιδιαίτερα όπως CD / DVD ή κοσμήματα τότε η λύση του εγκλωβισμού είναι για εσάς.

Αν χρειάζεστε μια οποιαδήποτε κατασκευή σε οποιοδήποτε σχήμα με την εγγύηση του plexiglas μπορούμε να τη δημιουργήσουμε. Ενδεικτικά μπορείτε να δημιουργήσετε οποιαδήποτε γεωμετρικά σχήματα ή ακόμα και προστασία για το σκάφος σας.

Τα επιτραπέζια αντικείμενα δίνουν κύρος ως διακοσμητικά στοιχεία είτε παίρνοντας μέρος στην εταιρική σας ταυτότητα με τη δημιουργία του λογοτύπου με plexiglas.

Θέλετε να προτυπήσετε στη διακόσμηση του χώρου σας; Δημιουργήστε μοναδικά φωτιστικά με τα χρώματα της αρεσκίας σας από plexiglas. Παρακάτω μπορείτε να δείτε μερικά δείγματα για τη κατηγορία Φωτιστικά:

Σε χώρους παρουσιάσεων και ομιλιών τα αναλόγια από plexiglas είναι τα κατάλληλα για τη σωστή παρουσίαση του ομιλητή σας

6.2 Διαχωριστής από Plexiglas



Σχήμα 6.3 3D View



Σχήμα 6.4 Κάτοψη



Σχήμα 6.5 Πίσω όψη



Σχήμα 6.6 Πρόσσωψη

6.3 Διαχωριστής από Plexiglas σε λειτουργία



Σχήμα 6.7 Πλάγια όψη φυγοκεντρικού διαχωριστή



Σχήμα 6.8 Σωλήνα τετράγωνη 38 x 83 με το μίγμα νερού αέρα



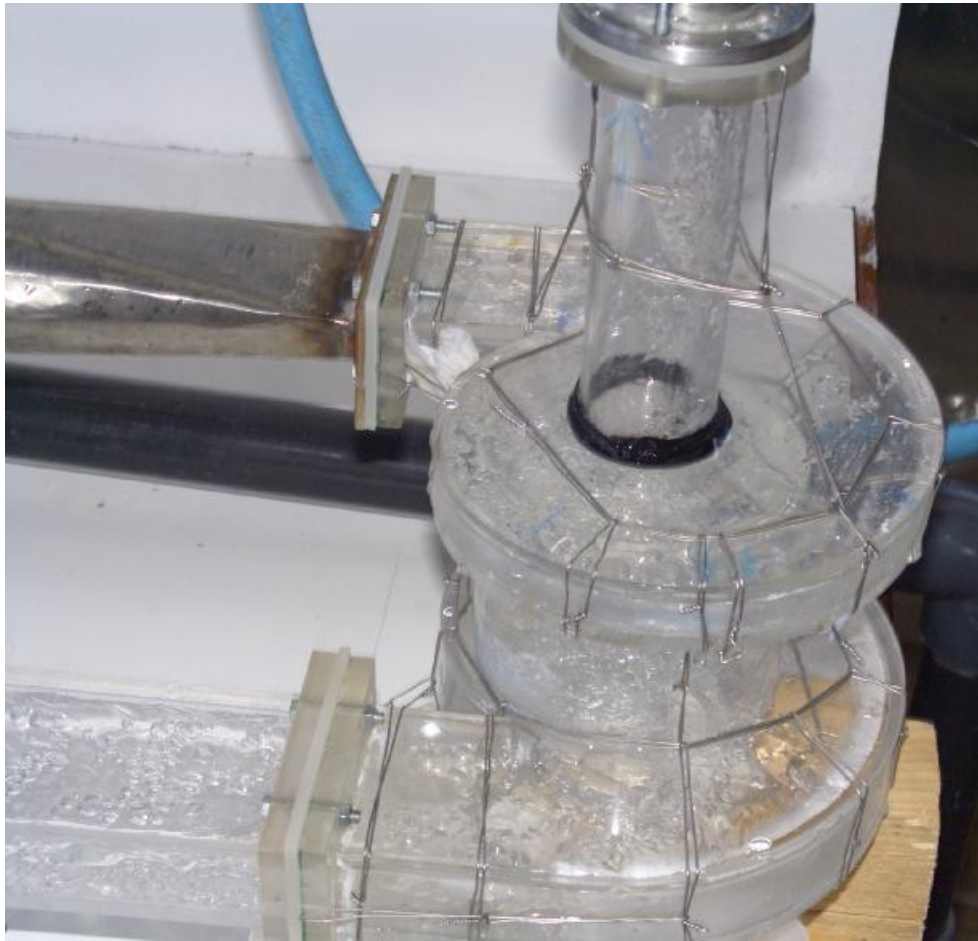
Σχήμα 6.9 Έξοδος μίγματος από τον διαχωριστή



Σχήμα 6.10 Ροή στο κέντρο του διαχωριστή



Σχήμα 6.11 Πίσω όψη διαχωριστή



Σχήμα 6.12 Πάνω όψη διαχωριστή σε πλήρη λειτουργία

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

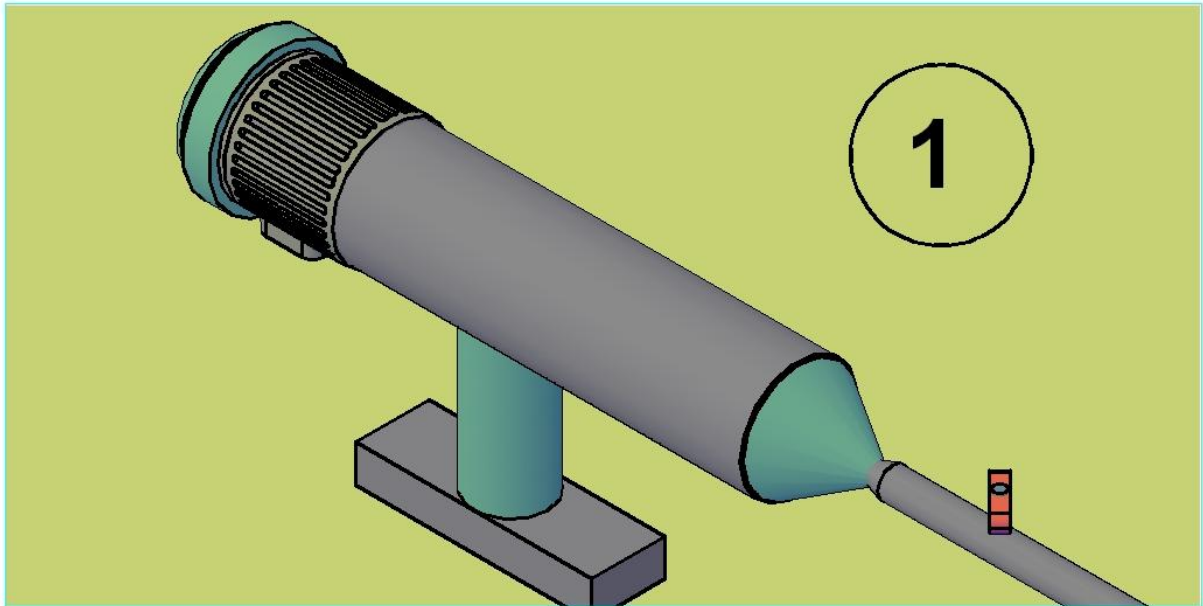
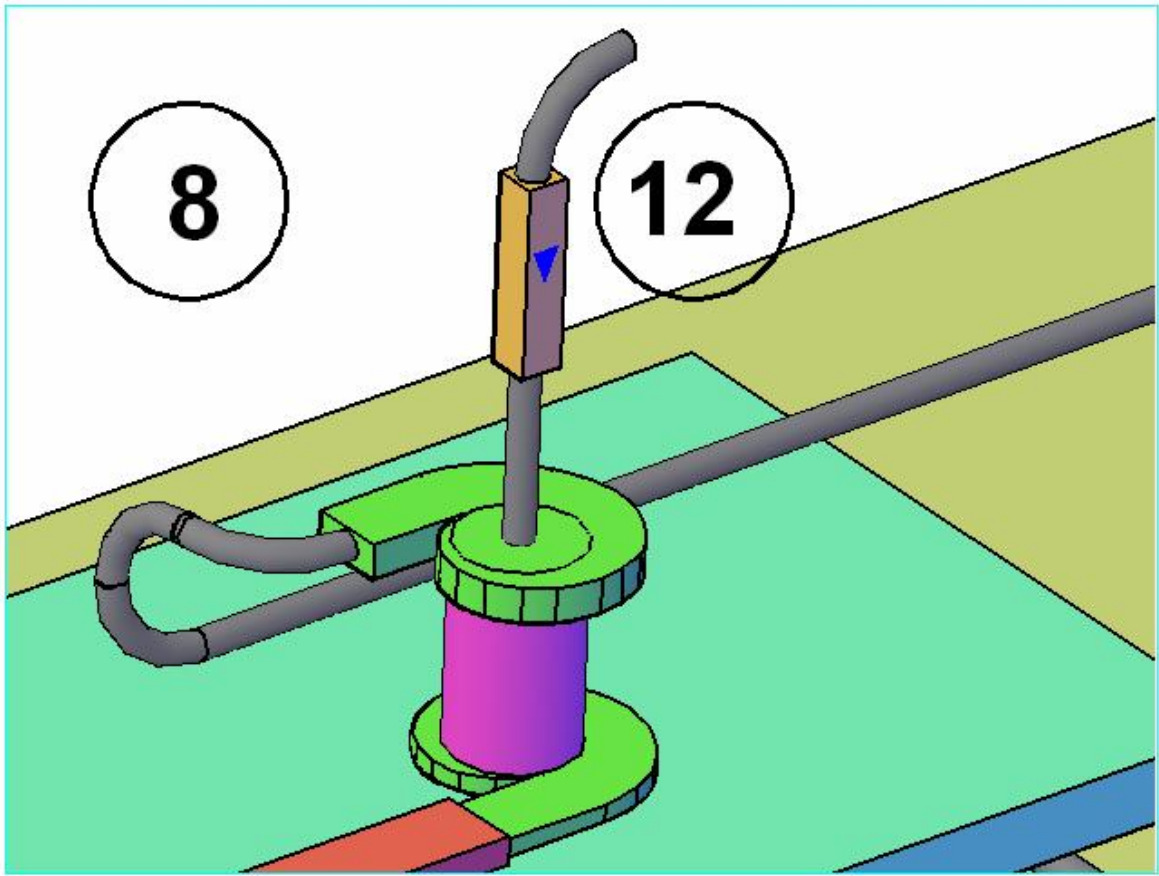
1. M. B e l t r a n : La cote d'Azour Agricole et Horticole, 15, 118 – 120 e 16, 129 130, 1948 Δημοτική Βιβλιοθήκη Πατρών.
2. Εγκυκλοπαίδεια Πάπυρος Λαρούς Μπριτάνικα Δημοτική Βιβλιοθήκη Πατρών.
3. Δρ. Δημητρίου Π. Παπαναστασίου Γεωπόνου – Τεχνολόγου Τροφίμων Σύγχρονη Ελαιουργία Η Τεχνολογία Των Ελαίων Εκδοτικός Αγροτικός Οίκος Σπύρος Σπ. Σπύρου Και Υιός Γεωπόνου Σωκράτους 51 Δημοτική Βιβλιοθήκη Πατρών.
4. Πως Λειτουργεί Τεχνική Εγκυκλοπαίδεια Δημοτική Βιβλιοθήκη Πατρών.
5. Άρθρο: The Open Mechanical Engineering journal, Bentham Publishing Panagiotis Kefalas and Dionissios Margaris University of Patras, Mechanical Engineering & Aeronautics Department Fluid Mechanics Laboratory Rion, 26500 Patras, Greece
6. Μάργαρης Δ.-Ε, Π., Διφασική Ροή σε Αγωγούς και Οριακά Στρώματα. Εκδόσεις Πανεπιστημίου Πατρών, Πάτρα 2001.
7. <http://www.plexiglas-petropoulos.gr/contents/plexiglas>
8. <http://www.bentham.org/open/tomej/openaccess2.htm>
9. <http://www.soldatos.gr/html/aspden.html>
10. <http://www.interplast.gr/gr/aquaplus9.html>
11. http://www.lindiridis.gr/index.php?page=shop.browse&category_id=16&option=com_virtuemart&Itemid=27&vmcchk=1&Itemid=27
12. http://www.saracakis.gr/inner2.cfm?menu_id=5&submenu_id=10&photofile_id=17
13. <http://www.corfuerglasskoyloyris.gr/?page=products&id=9>
14. <http://www.durostick.gr/>
15. <http://www.aquazone.gr/forums>
16. http://www.robocleanhellas.gr/gr/products_1.php
17. <http://www.agroplan.gr/services/g13.html>
18. <http://www.robotpig.net/forum/viewtopic.php?t=273>
19. <http://www.airtechnic.gr/frontoffice/portal.asp?cpage=node&cnode=742>
20. <http://www.sts.gr/151/3811.aspx>

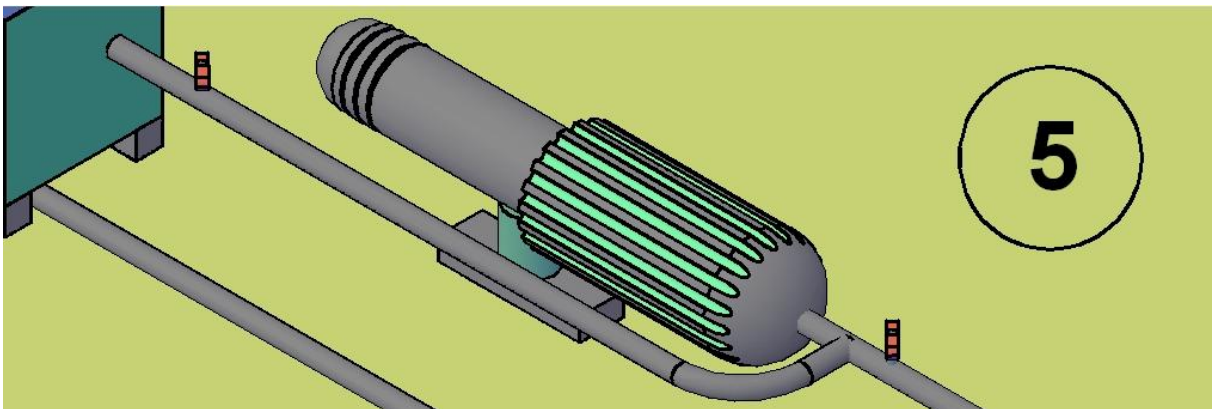
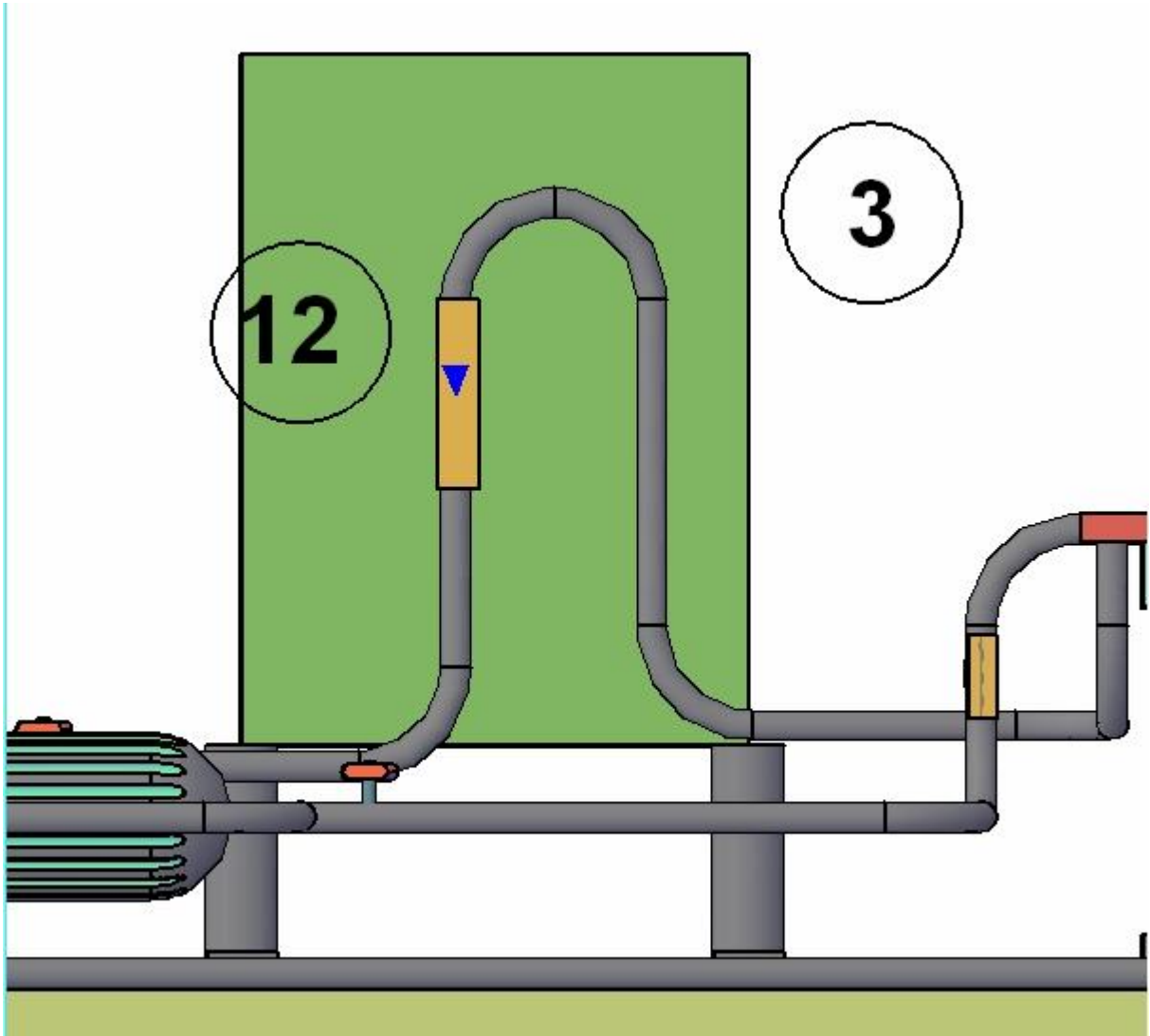
21. http://www.metal.ntua.gr/uploads/2918/Mihaniki_Petreleon_Simeioseis_Kefalaio_12.pdf
22. http://cy.kaeser.com/Products_and_Solutions/Compressed-air-treatment/Filtration/Centrifugal-separators/default.asp
23. http://www.fortuna.gr/view_details.php?idcat=8
24. http://www.unimac.gr/media/pdf/1_2_1.pdf
25. http://www.fluent.com/software/gambit/preprocessing_wp.pdf

ΣΧΕΔΙΑ

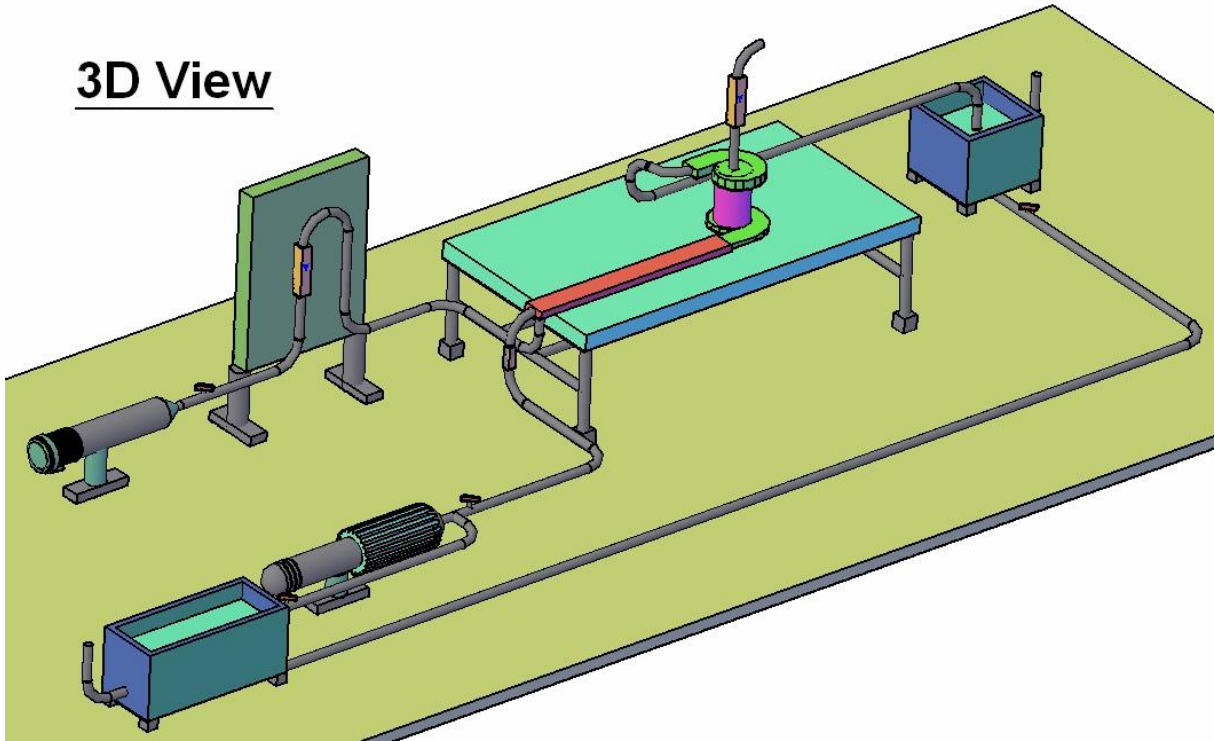
ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

A/A	ΕΙΔΟΣ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ	ΠΟΣΟΤ.	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
1.	Συμπιεστής Αέρα 220 Volt AC	1	1450 lt/min, 11 KW, 15 PC
2.	Βάνα	4	cin valve 1 "
3.	Πίνακας Αέρα	1	
4.	Δεξαμενή νερού 1	1	
5.	Αντλιά νερού	1	60 m ³ /hr, 3 PC
6.	Σωλήνα τετράγωνη 2m (μήκος)	1	Α = 38 × 83 mm
7.	Συγκοινωνούντα Δοχεία ή ένα δοχείο	1	
8.	Διαχωριστής	1	
9.	Σωλήνας διαφανούς Plexiglas	1	
10.	Δεξαμενή νερού 2	1	
11.	Τραπέζι στερέωσης διαχωριστή	1	
12.	Ροόμετρο	8	Kytola Finland





3D View



Πρόσοψη

